МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”
Відділ біопроцесів і біомедичної інженерії Вроцлавського політехнічного університету (Польща)
Інститут нового хімічного синтезу (Пулави, Польща)
Кафедра хімічної інженерії та процесів Жешувського політехнічного університету (Польща)

за участі
Ради молодих вчених Інституту хімії та хімічних технологій
Національного університету “Львівська політехніка”
та Асоціації випускників Львівської політехніки

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING

B O O K O F A B S T R A C T S

Ukraine, Lviv, June 26–30th, 2017

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ

З Б І Р Н И К Т Е З Д О П О В І Д Е Й

Україна, Львів, 26–30 червня 2017 року

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2017

УДК 338.24.658.014
Х 46

Редакційна колегія:
В. М. Атаманюк (відповідальний редактор),
О. С. Іващук (відповідальний секретар),
В. Й. Скорохода, М. М. Братичак, Я. М. Гумницький, М. С. Мальований,
О. А. Нагурський, В. П. Новіков, І. М. Петрушка, З. Г. Піх, Є. М. Семенишин,
В. Л. Старчевський, О. В. Суберляк, Й. Й. Ятчишин

Х 46 **Chemical Technology and Engineering (Хімічна технологія та інженерія):** збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. – 26–30 червня 2017 року, м. Львів. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 444 с.
ISBN 978-966-941-068-9

У збірнику опубліковано матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Chemical Technology and Engineering» («Хімічна технологія та інженерія»). Видання призначено для науковців, аспірантів, студентів.

УДК 338.24.658.014

Відповідальні за випуск: В. М. Атаманюк, О. С. Іващук, З. Я. Гнатів

Уся інформація, подана в збірнику тез доповідей, є інтелектуальною власністю авторів і не може бути використана без їхньої згоди. Всі матеріали подано із збереженням авторського правопису.

All information presented in the book of abstracts is the intellectual property of authors and may not be used without their consent. All materials are submitted in the author's edition.

ISBN 978-966-941-068-9

© Національний університет
«Львівська політехніка», 2017

Greetings of the Program Committee's Chairman of the International Scientific Conference «Chemical Technology and Engineering»,
Rector of Lviv Polytechnic National University, DSc, Professor Yuriy Bobalo

Dear participants!

Welcome you in the famous walls of the oldest technical institution of higher education in Eastern Europe – in Lviv Polytechnic National University!

I believe that a big international scientific event dedicated to current issues in chemical engineering and technology will be an important and traditional meeting place for the best scholars and scientists from around the world.

I am confident that the conference will become a platform not only to solve scientific questions, but for cooperation and exchange of experiences, achievements, important ideas. The diversity of topics covered by the conference will get acquainted with results of colleagues working in related fields.

I wish you successful work, interesting and fruitful discussions!

Вітальне слово голови Програмного комітету Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія та інженерія»,
ректора Національного університету «Львівська політехніка», доктора технічних наук, професора Бобала Юрія Ярославовича

Шановні учасники конференції!

Радо вітаю Вас у славетних стінах найстарішого технічного вищого навчального закладу Східної Європи – Львівській політехніці!

Вірю, що великий міжнародний науковий захід, присвячений актуальним питанням у хімічній технології та інженерії, стане важливим і традиційним для зустрічі найкращих науковців-фахівців з цілого світу.

Впевнений, що конференція стане майданчиком не лише для вирішення наукових питань, але й для налагодження співпраці та обміну досвідом, досягненнями, важливими ідеями. Різноманіття тематик, які охоплює конференція, дозволить ознайомитись із результатами колег, що працюють у суміжних галузях.

Бажаю Вам успішної праці, цікавих обговорень та плідних дискусій!

Greetings of the Organizing Committee's Chairman of the International Scientific Conference «Chemical Technology and Engineering»,
Head of the Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, DSc, Professor Volodymyr Atamanyuk

Dear participants!

I sincerely welcome all colleagues-scientists who responded to the invitation to participate in the conference!

The Organizing Committee decided to combine the different research areas and topics for the widest involvement of experts. Conducting of our scientific event is called to combine different views on existing problems in the field of chemical, food and pharmaceutical industries, biomedical, chemical and bio-engineering, issues of «green» chemistry and the environment.

We believe that «Chemical Technology and Engineering» will be a traditional event to exchange the views of leading chemists in Western Ukraine and it will help to unite the scientific community in the searching and discovery!

Вітальне слово голови Організаційного комітету Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія та інженерія»,
завідувача кафедри хімічної інженерії Національного університету «Львівська політехніка», доктора технічних наук, професора Атаманюка Володимира Михайловича

Шановні учасники конференції!

Щиро вітаю всіх колег-науковців, що відгукнулись на запрошення прийняти участь у науковій конференції!

Організаційний комітет вирішив об'єднати різні наукові сфери і тематики для найширшого залучення фахівців. Проведення нашого наукового заходу покликане об'єднати різні погляди на існуючі проблеми у галузі хімічної, харчової, фармацевтичної промисловості, біомедичній, хімічній та біо-інженерії, проблематики «зеленої» хімії та охорони довкілля.

Ми віримо, що конференція «Хімічна технологія та інженерія» стане традиційним заходом для обміну думками провідних хіміків на теренах Західної України і допоможе об'єднати наукову спільноту на шляху пошуку та відкриттів!

THE PROGRAM COMMITTEE

Chairman

Yuriy Bobalo, DSc, Professor, Rector of Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Vice-Chairmen

Dorota Antos, DSc, Professor, Dean of Faculty of Chemistry, Head of the Department of Chemical and Process Engineering, Rzeszow University of Technology, Poland

Volodymyr Atamanyuk, DSc, Professor, Head of the Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Janusz Igras, DSc, Professor, Deputy Director of Science, New Chemical Syntheses Institute, Poland

Volodymyr Skorokhoda, DSc, Professor, Head of the Institute of Chemistry and Chemical Technologies, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Anna Trusek-Holownia, DSc, Professor, Head of the Group of Bioprocess and Biomedical Engineering, Wroclaw University of Technology, Poland

Members

Artur Badyda, DSc, Associate Professor, the Department of Informatics and Environment Quality Research, Warsaw University of Technology, Poland

Mykhaylo Bratychak, DSc, Professor, Head of the Department of Department of Chemical Technology of Oil and Gas Processing, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Oleg Burdo, DSc, Professor, Head of the Department of Processes, Equipment and Energy Management, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine

Giancarlo Cravotto, DSc, Professor, Head of the Department of Drug Science and Technology, University of Turin, Italy

Bogdan Egorov, DSc, Professor Rector of the Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine

Mara Jure, DSc, Professor, Vice-Dean of the Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Head of the Department of Chemical Technology of Biologically Active Compounds, Riga Technical University, Latvia

Yyroslav Humnytskyy, DSc, Professor, the Department of Ecology and Sustainable Environmental Management, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Izabella Jasicka-Misiak, PhD, Assoc. Professor, Department of Analytical Chemistry and Environmental,Faculty of Chemistry, University of Opole, Poland

Valentina Klebanova, PhD, CEO of the Private Institute for Applied Biotechnology, Lichtenstein

Yaroslav Kornienko, DSc, Professor, Head of Department of Processes and equipment of chemical plants, National Technical University of Ukraine “Kyiv Igor Sikorsky Polytechnic Institute”, Ukraine

Teobald Kupka, DSc, Professor, Department of Physical Chemistry and Molecular Modeling, Faculty of Chemistry, University of Opole, Poland

Anna Malm, DSc, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy with Medical Analytics Division, Medical University of Lublin, Poland

Myroslav Malovanyy, DSc, Professor, Head of the Department of Ecology and Sustainable Environmental Management, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Vytautas Mickevicius, DSc, Professor, Department of Organic Chemistry, Kaunas University of Technology, Lithuania

Valery Mikhaylov, DSc, Professor, Vice-Rector of Science, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine

Oleg Nagurskyy, DSc, Professor, Head of the Department of Civil Safety, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Mykola Nikolenko, DSc, Professor, Head of the Department of Analytical Chemistry and Chemical Technology of Food Additives and Cosmetics, Ukrainian State Chemical Technology University, Ukraine

Volodymyr Novikov, DSc, Professor, Head of the Department of Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Wolfgang Nowick, DSc, Professor, President of the Private Institute for Applied Biotechnology, Lichtenstein

Igor Palamarchuk, DSc, Professor, Head of the Department Petro Bernyk of Processes and Equipment of Processing and Food Industries, Vinnytsia National Agrarian University, Ukraine

Larysa Paniwnyk, PhD, Associate Director, Faculty of Health and Life Sciences, The Sonochemistry Centre at Coventry University, Great Britain

Roman Petrus, DSc, Professor, Head of the Department of Chemical Engineering and Process Control Rzeszow University of Technology, Poland

Igor Petrushka, DSc, Professor, Head of the Department of Ecological Safety and Nature Protection Activity, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Zorian Pikh, DSc, Professor, Head of the Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Ewa Poleszak, DSc, Professor, Chair and Department of Applied Pharmacy, Medical University of Lublin, Poland

Volodymyr Potapov, DSc, Professor, Head of the Department of Refrigeration and Trade Technique and Applied Mechanics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine

Edward Roj, DSc, Associate Professor, Head of the Supercritical Extraction Department, New Chemical Syntheses Institute, Poland

Viktor Reutskyy, DSc, Professor, the Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Marat Satayev, DSc, Corresponding member of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Vice-rector on scientific work and international relations, South-Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan

Yevgen Semenyshyn, DSc, Professor, the Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Oleksandr Shevchenko, DSc, Professor, Vice-Rector of Science, National University of Food Technologies, Ukraine

Vsevolod Sklabinskyy, DSc, Professor, Head of the Department of Processes and Equipment of Chemical and Petroleum Industries, Sumy State University, Ukraine

Yuriy Sniezhkin, DSc, Professor, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine, Director of Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

Tomasz Sosnowski, DSc, Associate Professor, Vice-Dean for Scientific Research of the Faculty of Chemical and Process Engineering, Warsaw University of Technology, Poland

Volodymyr Starchevskyy, DSc, Professor, Head of the Department of General Chemistry, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Oleg Suberlyak, DSc, Professor, Head of the Department of Chemical Technology of Plastics Processing, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Wladimir Suprun, DSc, Head of Laboratory of Heterogeneous Catalysis, Senior Research Scientist, Institute of Chemical Technology, Leipzig University, Germany

Sergii Tsygankov, DSc, Senior Research Fellow, Deputy Director of Science, Head of Biotechnology Renewable Raw Materials and Alternative Fuels of the Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

Maris Turks, DSc, Professor, Director of the Institute of Technology of Organic Chemistry, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University, Latvia

Valery Ved', DSc, Professor, Head of the Department of Integrated Technologies, Processes and Apparatuses, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine

Tatiana Vitenko, DSc, Head of the Department of Food Technologies Equipment, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

Stanislav Voronov, DSc, Professor, Head of the Department of Department of Organic Chemistry, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Piotr Wieczorek, DSc, Professor, Dean of the Faculty of Chemistry, University of Opole, Poland

Yosyp Yatchyshyn, DSc, Professor, Head of the Department of Analytical Chemistry, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Volodymyr Zavyalov, DSc, Professor, Head of the Department of Processes and Apparatuses of Food Production, National University of Food Technologies, Ukraine

Valeriy Zazhigalov, DSc, Professor, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine, Head of the Department of Catalytic Oxidation Processes, the Institute for Sorption & Problems of Endoecology of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова програмного комітету

Бобало Юрій Ярославович, професор, ректор Національного університету "Львівська політехніка"

Заступники голови програмного комітету

Антос Дорота, професор, декан Факультету хімії, завідувач кафедри хімічної інженерії та процесів Жешувського технологічного університету, Польща

Атаманюк Володимир Михайлович, професор, завідувач кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Іграс Януш, професор, заступник директора з наукової роботи Інституту нового хімічного синтезу, Польща

Скорохода Володимир Йосипович, професор, директор Інституту хімії і хімічних технологій Національного університету “Львівська політехніка”

Трусек-Головня Анна, професор, керівник відділу біопроцесової та біомедичної інженерії Вроцлавського технологічного університету, Польща

Члени програмного комітету

Бадида Артур, ас.професор, завідувач кафедри інформатики та досліджень якості навколишнього середовища Варшавського технологічного університету, Польща

Братичак Михайло Миколайович, професор, завідувач кафедри хімічної технології нафти та газу Національного університету “Львівська політехніка”

Бурдо Олег Григорович, професор, завідувач кафедри процесів, обладнання та енергетичного менеджменту Одеської Національної академії харчових технологій

Ведь Валерій Євгенович, професор, завідувач кафедри інтегрованих технологій, процесів і апаратів Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”

Вєчорек Пьотр, професор, декан Факультету хімії Університету Ополе, Польща

Вітенько Тетяна Миколаївна, професор, завідувач кафедри обладнання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя

Воронов Станіслав Андрійович, професор, завідувач кафедри органічної хімії Національного університету “Львівська політехніка”

Гумницький Ярослав Михайлович, професор кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету “Львівська політехніка”

Єгоров Богдан Вікторович, професор, ректор Одеської національної академії харчових технологій

Журе Мара, професор, заступник декану з учбової частини Факультету матеріалознавства і прикладної хімії, завідувач кафедри хімічної технології біологічно активних сполук Рижського технічного університету, Латвія

Зав’ялов Володимир Леонідович, професор, завідувач кафедри процесів і апаратів харчових виробництв Національного університету харчових технологій

Зажигалов Валерій Олексійович, професор, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу окислювальних гетерогенно-каталітичних процесів Інституту сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України

Клєбанова Валентина, генеральний директор Приватного інституту прикладної біотехнології, Ліхтенштейн

Корнієнко Ярослав Микитович, професор, завідувач кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Кравотто Джанкарло, професор, завідувач кафедри науки та технології фармації Туринського університету, Італія

Купка Теобальд, професор кафедри фізичної хімії та молекулярного моделювання Факультету хімії Університету Ополе, Польща

Мальм Анна, професор, декан фармацевтичного факультету з підрозділом медичного аналізу Медичного університету Любліна, Польща

Мальований Мирослав Степанович, професор, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету "Львівська політехніка"

Міхайлов Валерій Михайлович, професор, проректор з наукової роботи Харківського державного університету харчування та торгівлі

Міцкявічюс Вітаутас, професор кафедри органічної хімії, Каунаський технологічний університет, Литва

Нагурський Олег Антонович, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки Національного університету "Львівська політехніка"

Ніколенко Микола Васильович, професор, завідувач кафедри аналітичної хімії і хімічної технології харчових добавок та косметичних засобів Українського державного хіміко-технологічного університету

Новік Вольфганг, професор, президент Приватного інституту прикладної біотехнології, Ліхтенштейн

Новіков Володимир Павлович, професор, завідувач кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національного університету "Львівська політехніка"

Паламарчук Ігор Павлович, професор, завідувач кафедри процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С. Берника Вінницького Національного аграрного університету

Панівник Лариса, заступник директора дослідницького центру прикладної звукохімії, факультет охорони здоров'я і наук про життя, Центр звукохімії, університет Ковентрі, Великобританія

Петрусь Роман, професор кафедри хімічної інженерії та процесів Жешувського технологічного університету, Польща

Петрушка Ігор Михайлович, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Національного університету "Львівська політехніка"

Піх Зорян Григорович, професор, завідувач кафедри технології органічних продуктів Національного університету “Львівська політехніка”

Полежак Єва, професор кафедри і факультету прикладної фармації Медичного університету Любліна, Польща

Потапов Володимир Олексійович, професор, завідувач кафедри холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки Харківського державного університету харчування та торгівлі

Рой Едвард, ас.професор відділу надкритичної екстракції Інституту нового хімічного синтезу, Польща

Реутський Віктор Володимирович, професор кафедри технології органічних продуктів Національного університету “Львівська політехніка”

Сатаєв Марат Ісакович, член-кореспондент Національної академії наук Республіки Казахстан, проректор з наукової роботи та міжнародних зв’язків Південно-Казахстанського державного університету, Казахстан

Семенишин Євген Михайлович, професор кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Склабінський Всеволод Іванович, професор, завідувач кафедри процесів та обладнання хімічних та нафтопереробних виробництв Сумського державного університету

Снєжкін Юрій Федорович, професор, член-кореспондент Національної академії наук України, директор Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України

Сосновскі Томаш, професор, заступник декана з науки факультету хімічної інженерії та інженерії процесів Варшавського технологічного університету, Польща

Старчевський Володимир Людвікович, професор, завідувач кафедри загальної хімії Національного університету “Львівська політехніка”

Суберляк Олег Володимирович, професор, завідувач кафедри хімічної технології переробки пластмас Національного університету “Львівська політехніка”

Супрун Володимир, завідувач лабораторії гетерогенного каталізу, старший науковий співробітник хіміко-технологічного інституту Лейпцигського університету, Німеччина

Туркс Маріс, професор, директор Інституту технології органічної хімії Факультету матеріалознавства та прикладної хімії Рижського технічного університету, Латвія

Циганков Сергій Петрович, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи, завідувач відділу біотехнології поновлюваної сировини та альтернативних палив Інституту харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України

Шевченко Олександр Юхимович, професор, проректор з наукової роботи Національного університету харчових технологій

Ясіцька-Місяк Ізабелла, ас.професор кафедри аналітичної хімії та екології Факультету хімії Університету Ополе, Польща

Ятчишин Йосип Йосипович, професор, завідувач кафедри аналітичної хімії Національного університету “Львівська політехніка”

THE ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Volodymyr Atamanyuk, DSc, Professor, Head of the Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Vice-chairmen of the Organizing Committee

Dorota Antos, DSc, Professor, Dean of Faculty of Chemistry, Head of the Department of Chemical and Process Engineering, Rzeszow University of Technology, Poland

Roman Havryliv, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Janusz Igras, DSc, Professor, Deputy Director of Science, New Chemical Syntheses Institute, Poland

Diana Kindzera, PhD, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Volodymyr Starchevskyy, DSc, Professor, Head of the Department of General Chemistry, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Anna Trusek-Holownia, DSc, Professor, Head of the Group of Bioprocess and Biomedical Engineering, Wroclaw University of Technology, Poland

Conference Secretary

Oleksandr Ivashchuk¸ PhD, Senior Research Fellow, Lecturer, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Members of the Organizing Committee

Zoriana Gnativ, PhD, Lecturer, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University

Ruslana Guminilovych, PhD, Lecturer, Department of Analytical Chemistry, Lviv Polytechnic National University

Iryna Huziova, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Vasyl' Duleba, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Tetiana Ivashkiv, Senior Laboratory Assistant, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University

Iryna Kostiv, PhD, Lecturer, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University

Roman Nebesnyy, PhD, Doctoral Student, Department of Technology of Organic Products, Lviv Polytechnic National University

Volodymyr Reutskyy, PhD, Lecturer, Department of General Chemistry, Lviv Polytechnic National University

Nadiya Tsiura, Lecturer, Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова організаційного комітету

Атаманюк Володимир Михайлович, професор, завідувач кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Заступники голови організаційного комітету

Антос Дорота, професор, декан Факультету хімії, завідувач кафедри хімічної інженерії та процесів Жешувського технологічного університету, Польща

Гаврилів Роман Іванович, доцент, доцент кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Іграс Януш, професор, заступник директора з наукової роботи Інституту нового хімічного синтезу, Польща

Кіндзера Діана Петрівна, доцент, заступник завідувача кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Старчевський Володимир Людвікович, професор, завідувач кафедри загальної хімії Національного університету “Львівська політехніка”

Трусек-Головня Анна, професор, керівник відділу біопроцесової та біомедичної інженерії Вроцлавського технологічного університету, Польща

Секретар конференції

Іващук Олександр Сергійович, старший науковий співробітник, асистент кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Члени організаційного комітету

Гнатів Зоряна Ярославівна, асистент кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Гузьова Ірина Олександрівна, доцент, доцент кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Гумінілович Руслана Ростиславівна, асистент кафедри аналітичної хімії Національного університету “Львівська політехніка”

Дулеба Василь Павлович, доцент, доцент кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Івашків Тетяна Віталіївна, старший лаборант кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Костів Ірина Світозарівна, асистент кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

Небесний Роман Володимирович, докторант кафедри технології органічних продуктів Національного університету “Львівська політехніка”

Реутський Володимир Вікторович, асистент кафедри загальної хімії Національного університету “Львівська політехніка”

Цюра Надія Ярославівна, асистент кафедри хімічної інженерії Національного університету “Львівська політехніка”

PLENARY PRESENTATIONS

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

The investigation of fixed nitrogen catalytic processes for technologies of dual-purpose materials production

Professor **Leonid Tovazhnyanskyy**

Honorary Rector of NTU "KhPI", Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Head of the Department of Integrated Technologies, Processes and Instruments, Ukraine

Дослідження каталітичних процесів технологій зв'язаного азоту при створенні матеріалів подвійного призначення

Професор **Леонід Товажнянський**

Почесний ректор НТУ «ХПІ», член-кореспондент НАНУ, завідувач кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів

The mechanism, kinetics and technological design of the dispersed materials filtration drying

Professor **Volodymyr Atamanyuk**

Head of the Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Механізм, кінетика і апаратурно-технологічне оформлення фільтраційного сушіння дисперсних матеріалів

Професор **Володимир Атаманюк**

Завідувач кафедри хімічної інженерії Національного університету "Львівська політехніка"

Encapsulated fertilizers. Problems and methods of the solutions

Professor **Oleg Nagurskyy**

Head of the Department of Civil Safety, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Капсульовані мінеральні добрива. Проблеми та методи їх вирішення

Професор **Олег Нагурський**

Завідувач кафедри цивільної безпеки Національного університету "Львівська політехніка"

Information technology design and modeling chambers drying of capillary-porous materials by using Solidworks Flow Simulation

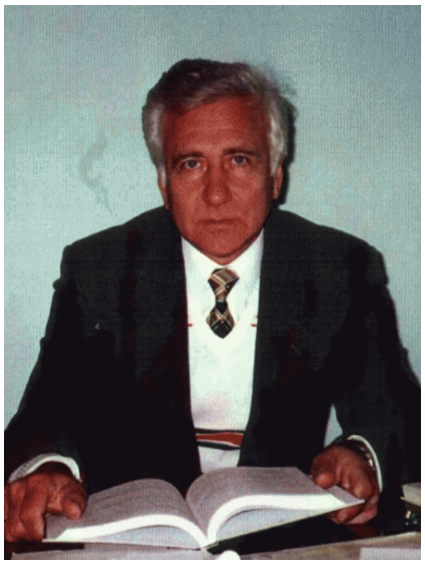
Professor **Yaroslav Sokolovskyy**

Head of the Department of Information Technology, National Forestry University of Ukraine, Ukraine

Інформаційна технологія створення та моделювання камер сушіння капілярно-пористих матеріалів за допомогою Solidworks Flow Simulation

Професор **Ярослав Соколовський**

Завідувач кафедри інформаційних технологій, Національний лісотехнічний університет України



The development of scientific researches of the heat and mass transfer at the department of chemical engineering

Professor **Yaroslav Humnytskyy**

Department of Ecology and Sustainable Environmental Management, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Розвиток наукових досліджень з тепломасообміну кафедрою хімічної інженерії

Професор **Ярослав Гумницький**

Кафедра екології та збалансованого природокористування Національного університету “Львівська політехніка”

The choice of mathematical model for reactor with catalytic heterogeneous process

Professor **Roman Petrus**

Department of Chemical and Process Engineering, Rzeszow University of Technology, Poland

Вибір математичної моделі для реактора для каталітичного гетерогенного процесу

Професор **Роман Петрусь**

Кафедра хімічної інженерії та процесів Жешувського технологічного університету, Польща

Separation of stereomers by crystallization

Associate Professor **Wojciech Piatkowski**

Department of Chemical and Process Engineering,
Rzeszow University of Technology, Poland

Розділення стереомерів кристалізацією

Ас. професор **Войцех Пьонтковскі**

Кафедра хімічної інженерії та процесів Жешувського технологічного університету, Польща

Protein downstream processing

Professor **Dorota Antos**

Dean of Faculty of Chemistry, Head of the Department of Chemical and Process Engineering,
Rzeszow University of Technology, Poland

Подальша обробка білку

Професор **Дорота Антос**

Декан Факультету хімії, завідувач кафедри хімічної інженерії та процесів Жешувського технологічного університету, Польща

Application of supercritical fluids to the development of novel materials

Professor **Irena Zizovic**

Faculty of Technology and Metallurgy, Chemical Engineering University of Belgrade, Serbia

Застосування надкритичних середовищ для розробки нових матеріалів

Професор **Ірена Жижовіч**

Факультет технології та металургії,
Університет хімічної інженерії Белграду, Сербія

Perfluoropolymer-based mixed matrix membranes: preparation, natural gas separation and modeling of transport properties

Senior Research Fellow **Giovanni Golemme**

Department of Environmental and Chemical Engineering, University of Calabria, Italy

Мішані матричні мембрани на основі перфторполімерів: приготування, розділення натурального газу і моделювання транспортних властивостей

Старший науковий співробітник **Джованні Големме**

Кафедра довкілля і хімічної інженерії, Університет Калабрії, Італія

Selective modification of membrane pores and external surfaces

Professor **S. Ranil Wickramasinghe**

Director of the Membrane Science, Engineering and Technology (MAST) Center, University of Arkansas, USA

Селективна модифікація мембранних пор і зовнішніх поверхонь

Професор **С. Раніль Вікрамасінгх**

Директор Центру мембранних досліжень, інженерії та технології, Університет Арканзасу, США

Economically substantiated technologies of ecologization of the food industry as a way of the renewable energy obtaining

Professor **Liubomyr Khomichak**

Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine, Deputy Director of Science of the Institute of Food Resources of NASU, Ukraine

Економічно обґрунтовані технології екологізації підприємств харчової промисловості як один із шляхів отримання відновлюваної енергії

Професор **Любомир Хомічак**

Член-кореспондент Національної академії наук України, заступник директора з наукової роботи Інституту продовольчих ресурсів НААН України

Emission of PM-bound pahs from selected types of barbecues as a lung cancer risk factor

Associate Professor **Artur Badyda**

Head of the Department of Informatics and Environment Quality Research, Warsaw University of Technology, Poland

Емісія pm-зв'язків пав з обраних типів мангалів як фактор ризику раку легень

Ас. професор **Артур Бадида**

Завідувач кафедри інформатики та досліджень якості навколишнього середовища Варшавського технологічного університету, Польща

Polymeric drug carriers – the ways to control the drugs release

Professor **Anna Trusek-Holownia**

Head of the Division of Bioprocess and Biomedical Engineering of Wroclaw University of Science and Technology, Poland

Полімерні носії лікарських засобів – способи контролю реалізації ліків

Професор **Анна Трусек-Головня**

Керівник відділу біопроцесової та біомедичної інженерії Вроцлавського технологічного університету, Польща

The real and mythical opportunities of the energy saving and the energy substitution in ukraine

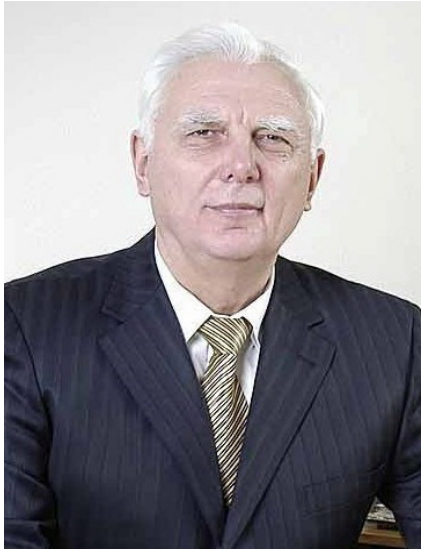
Professor **Gennadyy Riabtsev**

Lead Research Fellow of the Department of Energy Security and Technogenic Safety of National Institute for Strategic Studies, Ukraine

Реальні й міфічні можливості енергозбереження та енергозаміщення в україні

Професор **Геннадій Рябцев**

Провідний науковий співробітник відділу енергетичної та техногенної безпеки Національного інституту стратегічних досліджень



The innovative energy-saving technologies and equipment for industry

Professor **Yuriy Sniezhkin**

Corresponding Member of National Academy of Sciences of Ukraine, Director of Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

Інноваційні енергозберігаючі технології і обладнання для промисловості

Професор **Юрій Снєжкін**

Член-кореспондент Національної академії наук України, директор Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України

The combined processes of the integrated technologies of the wastewater treatment using natural sorbents

Professor **Myroslav Malovanyy**

Head of the Department of Ecology and Sustainable Environmental Management, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Комбіновані процеси інтегрованих технологій очищення стічних вод із використанням природних сорбентів

Професор **Мирослав Мальований**

Завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету “Львівська політехніка”

Supercritical extraction with carbon dioxide – application possibilities

Associate Professor **Edward Roj**

Head of the Supercritical Extraction Department, New Chemical Syntheses Institute, Poland

Надкритична екстракція діоксидом вуглецю – можливості застосування

Ас. професор **Едвард Рой**

Керівник відділу надкритичної екстракції Інституту нового хімічного синтезу, Польща

Problems and prospects of analytical modeling of transport phenomena in technologies of food production

Professor **Volodymyr Potapov**

Head of the Department of Refrigeration and Trade Technique and Applied Mechanics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine

Проблеми та перспективи аналітичного моделювання явищ перенесення в технологіях харчових виробництв

Професор **Володимир Потапов**

Завідувач кафедри холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки Харківського державного університету харчування та торгівлі, Україна

Process integration – the path to energy independence of the country

Professor **Leonid Uljev**

Department of Integrated Technologies, Processes and Apparatuses, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Ukraine

Інтеграція процесів – шлях до енергетичної незалежності держави

Професор **Леонід Ульєв**

Кафедра інтегрованих технологій, процесів і апаратів Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, Україна

THE CONFERENCE’S ORGANIZERS

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Національний університет «Львівська політехніка»

Кафедра хімічної інженерії

79013, Україна, Львів, пл.Св.Юра, 9/108, 9-й корпус Національного університету "Львівська політехніка"

E-mail: atamanyuk@ukr.net

Тел: +38 (032) 258-26-57

www.lpnu.ua

www.lpce.lviv.ua

Lviv Polytechnic National University

The Department of Chemical Engineering

79013, Ukraine, Lviv, St.Yura sqr., 9/108, 9th academic building of Lviv Polytechnic National University

E-mail: atamanyuk@ukr.net

Tel: +38 (032) 258-26-57

www.lpnu.ua

www.lpce.lviv.ua

Кафедра хімічної інженерії Національного університету «Львівська політехніка» бере початок з 1949 року. Наукові дослідження кафедри хімічної інженерії сформувались у наукову школу з масообміну в системах з твердою і рідкою фазами, дослідження

Department of Chemical Engineering of Lviv Polytechnic National University originates from 1949. Researches of the Department of Chemical Engineering has been formed into a scientific school of mass transfer in systems with solid and liquid phases, study of the treatment processes of

процесів очищення газових та рідких середовищ від твердих домішок, математичного та комп'ютерного моделювання основних процесів хімічної технології.

Кафедра здійснює підготовку фахівців зі спеціальностей «Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів, «Процеси і обладнання хімічних виробництв» та «Комп'ютерна хімічна інженерія».

В останні роки кафедра активно розвиває новий напрям роботи, який пов'язаний з чисельним моделюванням процесів хімічної технології. Використовуючи сучасне програмне забезпечення для CFD-моделювання, кафедра готує твердотільні 3D-моделі досліджуваних об'єктів з візуалізацією результатів досліджень у вигляді поля зміни експериментальних величин, траєкторії руху потоків фаз, графіків, таблиць тощо.

CFD моделювання охоплює повний спектр завдань, які виникають при проектуванні, модернізації та аналізі роботи обладнання хімічної, харчової, фармацевтичної промисловості і промисловості виробництва будматеріалів.

Напрями науково-дослідних робіт

- сушіння твердих матеріалів
- фільтраційне сушіння пористих та дисперсних матеріалів
- розпилювальне сушіння розчинів, суспензій і паст
- очищення газових викидів від пилу та розділення неоднорідних газових систем
- обробка дисперсних матеріалів в закручених потоках (сушіння, відпал, хімічна обробка)
- оптимізація витрат тепла в промислових процесах
- оптимізація гідродинаміки та тепломасообміну в технологічних установках - проектування технологічних систем (програмами моделювання: SOLIDWORKS, ANSYS FLUENT)
- CFD-моделювання

gas and liquid environments of solid impurities, mathematical and computer modeling of the basic processes of chemical technology.

The Department provides training of the specialists in «Equipment of chemical industries and enterprises of building materials», «Processes and equipment of chemical plants» and «Computerical chemical engineering».

In recent years the Department has been actively developing a new line of work that is associated with numerical modeling of the chemical technology processes. Using advanced software for CFD-modeling, the Department prepares solid 3D-models of the objects with visualization of the research results in the form of change of the field of experimental values, trajectory of phase flows, graphs, tables etc.

CFD simulation covers the full range of tasks that arise in the design, modernization and analyze of the equipment of chemical, food, pharmaceutical industries and the industry of the building materials production.

Areas of research projects

- solid materials drying
- filtration drying of the porous and dispersed materials
- spray drying of solutions, suspensions and pastes
- cleaning of gas emissions of dust and the gas separation of heterogeneous systems
- processing of dispersed materials in swirling flows (drying, annealing, chemical treatment)
- optimization of heat in the industrial processes
- optimization of hydrodynamics and heat transfer in industrial installations – designing of the technology systems (software simulation: SOLIDWORKS, ANSYS FLUENT)
- CFD-modeling

Wrocław University of Science and Technology

Division of Bioprocess and Biomedical Engineering

Вроцлавський політехнічний університет

Відділ біопроцесів і біомедичної інженерії

www.pwr.edu.pl

www.prochembio.pwr.wroc.pl

Вроцлавський політехнічний університет є провідним науковим і освітнім центром в Польщі. Розвиток університету підтверджується науковим потенціалом, дидактикою на найвищому рівні, інноваціями, а також співпрацею з промисловістю. Університет навчає фахівців, які цінуються і користуються великим попитом на ринку праці.

Вроцлавський політехнічний університет є правонаступником матеріального майна німецького університету Königliche Technische Hochschule Breslau, а також інтелектуальної та наукової спадщини Львівської політехніки. Університет, як Вроцлавський політехнічний університет, працює з 1945 року.

Сьогодні це один з найбільших і найкращих технічних університетів в країні, що налічує 34000 студентів, яких навчають 2000 академічних викладачів на 16 факультетах: архітектури; цивільної інженерії; хімії; електроніки; електротехнічний; геоінженерії, гірничої справи і геології; екологічної інженерії; обчислювальної техніки і управління; механічного та енергетичного машинобудування; машинобудування; фундаментальних проблем технології; мікросистем електроніки та фотоніки; прикладної математики; технології та інформатики; технології та інженерії; технології і природничих наук.

Wroclaw University of Science and Technology

Division of Bioprocess and Biomedical Engineering

www.pwr.edu.pl

www.prochembio.pwr.wroc.pl

Wroclaw University of Science and Technology (WUST) is the leading scientific and educational centre in Poland. Development of the University is confirmed by research potential, didactics at the highest level, innovation and also cooperation with industry. The University educates specialists who are valued and sought after in the labour market.

Wroclaw University of Science and Technology is an inheritor of the tangible property of the German University Königliche Technische Hochschule Breslau, and also the intellectual and scientific heritage of Lviv Polytechnic. The University, as Wroclaw University of Technology, has been operating since 1945.

Today it is one of the biggest and best technical universities in the country with 34,000 students being educated by 2000 academic teachers in 16 faculties: Architecture; Civil Engineering; Chemistry; Electronics; Electrical Engineering; Geoengineering, Mining and Geology; Environmental Engineering; Computer Science and Management; Mechanical and Power Engineering; Mechanical Engineering; Fundamental Problems of Technology; Microsystem Electronics and Photonics; Pure and Applied Mathematics; Technology and Computer Science; Technology and Engineering; Technology and Natural Sciences.

Division of Bioprocess and Biomedical Engineering (Z-11) led by Prof. Anna Trusek-

Відділ біопроцесів і біомедичної інженерії (Z-11) під керівництвом професора Анни Трусек-Головні, доктора наук, є однією з декількох дослідницьких груп на кафедрі хімії (W3).

Протягом багатьох років, дослідження, проведені дослідниками Z-11 / W3 поєднують знання хімічного машинобудування та промислової (білої) біотехнології. Основним предметом дослідження є процеси у біореакторах (як мікробіологічні і ферментативні), що проводяться в реакторах, об'ємом 0,5-25 літрів. Ці біореактори часто інтегруються з мембранними процесами. Ферментні реакції проводять з використанням природних каталізаторів або препаратів з каталізатором, імобілізованим сорбцією, ковалентним зв'язком або зшитими в гідрогелі. Типові мембранні процеси також здійснюються в Z-11 з упором на розділенні реакційних сумішей, природних середовищ харчової промисловості або потоків відходів (промислові стоки).

З 2011 року наукова діяльність Відділу була розширена до моделювання переносу активних речовин (наприклад, лікарські засоби, гормони і т.д.) і перенесення маси із реакцією. Це дозволить застосувати принципи, відомі в хімічній інженерії фармакокінетики на рівні несучої рідини тіла лікарського засобу.

Метою досліджень є проведення (біо) технологічного та біомедичного процесу, а потім за допомогою інструментів, які використовуються в хімічній технології, щоб підготувати математичний опис характеристик моделі для того, щоб знайти оптимальний діапазон параметрів, що впливають на даний процес.

Hołownia, Ph.D, D.Sc. is one of a several research group at Department of Chemistry (W3).

For years studies conducted by researchers of Z-11/W3 combine the knowledge of chemical engineering and industrial (white) biotechnology. The main subject of research are bioreactor processes (both microbiological and enzymatic) conducted in reactors 0.5-25 liters in volume. These bioreactors are often integrated with membrane processes. Enzymatic reactions are carried out with the use of native catalysts or preparations with a catalyst immobilized by sorption, covalent bonding or cross-linked in hydrogel. Typical membrane processes are also carried out in Z-11 with a focus on separation of reaction mixtures, natural media from food industry or waste streams (industrial wastewater).

Since 2011 scientific activity of the Division has been extended to the modeling of transport of active substances (e.g. drugs, hormones, etc.) and mass transport with reaction. This will allow us to apply principles known in chemical engineering to pharmacokinetics at the drug carrier-body fluid level.

The aim of studies is to carry out the (bio)technological and biomedical process, and then with the help of tools used in chemical engineering to prepare a mathematical description of the model characteristics in order to find the optimal range of parameters affecting the considered process.

Проект підтриманий Вроцлавським центром Біотехнології, програма Провідного національного Дослідницького центру (KNOW), 2014-2018 рр.

Project supported by Wroclaw Centre of Biotechnology, programme The Leading National Research Centre (KNOW) for years 2014-2018.

NEW CHEMICAL SYNTHESES INSTITUTE

Інститут нового хімічного синтезу

Ал. Тисячоліття Польського Паньства 13А, 24-110 Пулави, Польща

tel.: +48 81 473 14 00

fax.: +48 81 473 14 10

e-mail: sekretariat@ins.pulawy.pl

www.ins.pulawy.pl

New Chemical Syntheses Institute

Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego13A, 24-110 Puławy, Poland

tel.: +48 81 473 14 00

fax.: +48 81 473 14 10

e-mail: sekretariat@ins.pulawy.pl

www.ins.pulawy.pl

Інститут нового хімічного синтезу– це колишній Науково-дослідний інститут добрив, розміщений в Пулавах, Польща є державним науково-дослідним інститутом з багаторічною традицією.

Основною метою Інституту є робота для хімічної промисловості, головним чином, її добрив та неорганічних гілок, що призводить до створення інновацій і підвищення конкурентоспроможності компаній, що працюють в області хімії та хімічної технології. INS проводить науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи в тісній співпраці з промисловістю з використанням висококваліфікованого персоналу і підтримки останніх стандартів застосування способів і процедури дослідження. Він має унікальну перевагу проведення науково-дослідних робіт в пілотних установках і безпосередньо на промислових підприємствах. Інститут співпрацює з усіма виробниками добрив в Польщі і з багатьма за кордоном. Ц плідна співпраця призвела до численних проданих ліцензій в Німеччині,

Instytut Nowych Syntez Chemicznych (New Chemical Syntheses Institute) former Fertilizers Research Institute seated in Puławy, Poland is a state research institute with a long lasting tradition.

INS is one of the best Polish research institutes. It enjoys a good reputation and INS trade mark is well known in Poland and abroad.

The principal aim of the Institute is work for chemical industry, mainly its fertilizer and inorganic branches, which leads to making innovations and higher competitiveness of companies operating in chemistry and chemical technology areas. INS carries out research and development work in close partnership with industry employing high qualified staff and maintaining latest standards applying to research methods and procedures. It has the unique advantage of carrying research works in pilot plants and directly on industrial plants. The Institute co-operates with all fertilizer producers in Poland and many abroad. This fruitful cooperation resulted in numerous licences sold i.a. to Germany, Bulgaria, Czech Republic, Croatia, Ukraine, Belarus, and Hungary. Our catalysts are purchased

Болгарії, Чехії, Хорватії, Україні, Білорусії та Угорщини. Наші каталізатори купують в усьому світі 18 країн, в тому числі Колумбія, Чилі та США.

Сфера діяльності

Дослідження і дослідно-конструкторські роботи в області хімічних і біологічних наук з особливим інтересом в області хімічного машинобудування, включно:

- синтез і неорганічні технології (синтез-гази, водень, аміак, азотна кислота і сполуки азоту, фосфорна кислота і фосфорні сполуки, сполуки кремнію, мінеральні добрива, мінеральні кормові добавки)
- синтез і органічні технології (похідні сечовини і метанолу, біодеградабельні полімери на основі рослинної сировини, пенополіуретани на основі меламіну)
- біотехнології (екстракція рослинних продуктів з CO_2 в надкритичних умовах)
- прикладний каталіз – гетерогенні каталізатори, сорбенти, носії каталізаторів
- охорона навколишнього середовища
- одиничні операції: гранулювання, поглинання, адсорбція, кристалізація, фільтрація.

Науково-дослідні послуги

- технічна оцінка промислових підприємств
- проектування хімічних процесів
- експертні думки (добрива і неорганічні промисловості)
- микронізація
- хімічні аналізи, дослідження навколишнього середовища

Дослідне виробництво

- каталізатори та сорбенти
- хміль гранули та екстракти хмелю
- біологічно активні екстракти з рослин
- дослідження апаратури високого тиску
- хімікати для добрив – кондиціонування, просочення (антипірени), знежирення сталей і фосфатування сталей

worldwide by 18 countries, including Columbia, Chile, and USA.

Scope of activities

Research and development work in the field of chemical and biological sciences with a special interest in chemical engineering including:

- synthesis and inorganic technology (synthesis gases, hydrogen, ammonia, nitric acid and nitrogen compounds, phosphoric acid and phosphorous compounds, silicon compounds, mineral fertilizers, mineral feed additives)
- synthesis and organic technology (urea and methanol derivatives, biodegradable polymers based on plant raw materials, polyurethane foams on melamine basis)
- biotechnology (extraction of plant products with CO_2 under supercritical conditions)
- applied catalysis - heterogeneous catalysts, sorbents, catalyst supports
- environmental protection
- unit operations: granulation, absorption, adsorption, crystallization, filtration.

Research services

- technical assessment of industrial plants
- chemical process design
- expert opinions (fertilizer and inorganic industries)
- micronization
- chemical analyses, environmental research

Experimental production

- catalysts and sorbents
- hop pellets and hop extracts
- bioactive extracts from plants
- high pressure research apparatus
- chemicals for fertilizer conditioning, impregnation (fire retardants), steel degreasing and steel phosphating

Жешувський політехнічний університет

Кафедра хімічної інженерії та процесів

Факультет хімії, ал. Повстанців Варшави 6, 35-959, Жешув, Польща

E-mail: chemia@prz.rzeszow.pl

www.prz.edu.pl

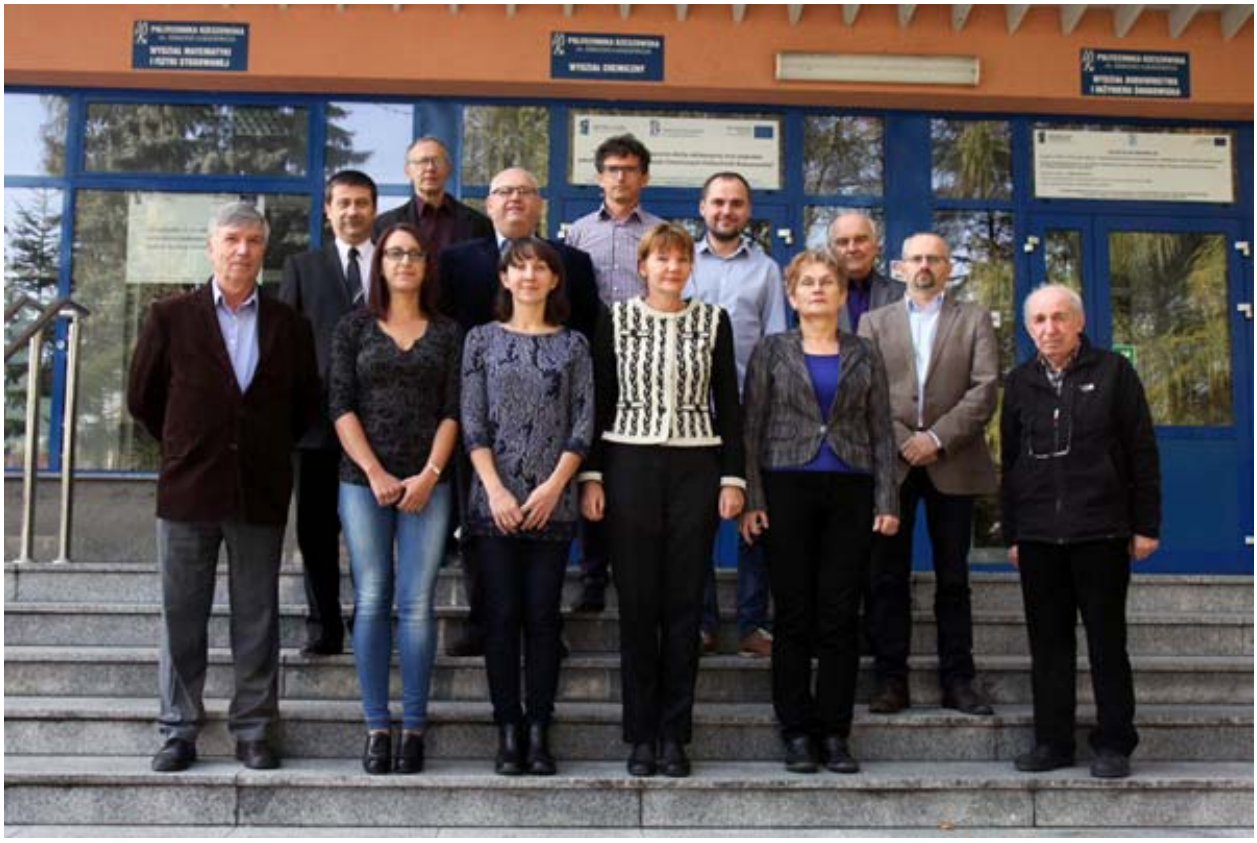
Rzeszow University of Technology

Department of Chemical and Process Engineering

Faculty of Chemistry, Al. Powstańców Warszawy 6, 35-959, Rzeszów, Poland

E-mail: chemia@prz.rzeszow.pl

www.prz.edu.pl



Академічні викладачі кафедри хімічної інженерії та процесів

Професор Дорота Антос – завідувач кафедри
Професор Кшиштоф Качмарскі
Професор Роман Петрус
Професор Айренеуш Опалінські

Academic teachers of Department of Chemical and Process Engineering

Prof. Dorota Antos - Head of the Department
Prof. Krzysztof Kaczmarski
Prof. Roman Petrus
PhD. DSc. Ireneusz Opaliński, prof of RUT

Професор Войцех Пьонтковскі
Професор Мірослав Шушкєвіч
Професор Войцех Запала
Роман Бошенек
Марцін Чутковскі
Войцех Марек
Рената Мука
Ізабела Поплевска
Гжегож Поплевскі
Кароліна Лесь
Гжегож Круль

Дослідження, проведені на кафедрі

- Процеси розділення (хроматографія, адсорбція, кристалізація) мікро- і макромолекул
- Оптимізація та інтеграція технологічних процесів
- Проектування технологічних систем (програмами можелювання: ASPEN PLUS, HYSYS, HX-NET, FLUENT)
- Дослідження і моделювання процесів в реакторі в гомо- і гетерофазних системах, (гетерогенний каталіз)
- Експериментальне дослідження та комп'ютерне моделювання операцій, пов'язаних із сипучими матеріалами

Міжнародне наукове співробітництво

- Університет Отто фон Геріке, Магдебург, Німеччина
- Університет BOKU, Відень, Австрія
- Університет Вірджинії – Шарлотсвілл, США
- Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна
- Берлінський технічний університет, Німеччина
- Університет Аристотеля, Салоніки, Греція
- Університет Ов'єдо, Іспанія
- Університет Лапеенранта, Фінляндія
- Коледж КАНО Сен-Лівни - Гент, Бельгія

PhD. DSc. Wojciech Piątkowski, prof of RUT
PhD. DSc. Mirosław Szukiewicz, prof of RUT
PhD. DSc. Wojciech Zapała, prof of RUT
PhD. Roman Bochenek
PhD. Marcin Chutkowski
PhD. Wojciech Marek
PhD. Renata Muca
PhD. Izabela Poplewska
PhD. Grzegorz Poplewski
MSc. Karolina Leś
MSc. Grzegorz Król

Research conducted at Department

- Separation processes (chromatography, adsorption, crystallization) of micro- and macromolecules
- Optimization and integration of technological processes
- Design of technological systems (simulation programs: ASPEN PLUS, HYSYS, HX-NET, FLUENT)
- Research and modeling of reactor processes in homo- and heterophasic systems, (heterogeneous catalysis)
- Experimental research and computer modeling of operations involving loose materials.

International Scientific Cooperation

- Otto von Guericke University, Magdeburg, Germany
- BOKU University, Vienna, Austria
- University of Virginia – Charlottesville, USA
- Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
- Technical University of Berlin, Germany
- Aristotle University, Thessaloniki, Greece
- Oviedo University, Spain
- Lappeenranta University, Finland
- College KaHo Saint-Lieven – Gent, Belgium

COMPUTER SIMULATION IN THE CHEMICAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING

КОМП`ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ХІМІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЇ

Dyes used in dye- sensitized solar cells

Roma Musik[(1)], Szczepan Roszak[(2)]

1. Wroclaw University of Science and Technology, Faculty of Chemistry,POLAND,
ul. Norwida 4/6, 50-373 Wroclaw roma.musik@pwr.edu.pl

2. Wroclaw University of Science and Technology, Faculty of Chemistry, POLAND,ul. Norwida 4/6, 50-373 Wroclaw
szczepan.roszak@pwr.edu.pl

Abstract- The selection of appropriate dye is one of the most important stages of design dye-sensitized solar cells. The following paper describes the most important parameters which should have a dye used in dye solar cells. To carry out the study used quantum chemical computational methods (DFT and TD-DFT) and topological analysis method were used.

Keywords- Dye Sensitized Solar Cells, DFT method, TD- DFT method, Quantum Theory Atoms in Molecules, Topological Analysis of the distribution of electron density

Introduction

The dyes used in this type of cell must meet the following criteria:

- broad spectrum of absorption of solar radiation
- presence groups to allow permanent bonding of the dye to the oxide surface (used functional of groups (COOH, $-H_2PO_3$, $-SO_3H$))
- higher energy excitation dye than the edge of the conduction band of the semiconductor, so that it could become an effective process of electron transfer between the excited dye and the conduction band of the semiconductor;
- more positive than the vertical state of the oxidized redox potential of the electrolyte, which provides regeneration of the dye;
- resistance to the photodegradation, thermal and electrochemical stability [1].

The aim of this paper is to determine the most important parameters to meet by the dye in the dye-sensitized solar cells. These parameters include:

- extent of absorption of dye;
- absorption energy of dye;
- ionization energy of dye;
- the distribution of the electron density of the ground state and the excited dye
- the energy level of ground state and excited state;
- the time of transition from the excited state to the ground state, the lifetime of the excited state.

Five different dyes including: complexes of copper, zinc, osmium, and platinum were considered. To each dye, three functional groups were attached: carboxyl, phosphate and sulfate. The structures of molecules were optimized and applied for the simulation of excited states UV-Vis spectra (e.g. fig. 1.) The final stage of the study was the comparison of obtained spectra with the spectrum of solar radiation. For each pf the dye concerned, ionization energy and electron density distribution were also determined.

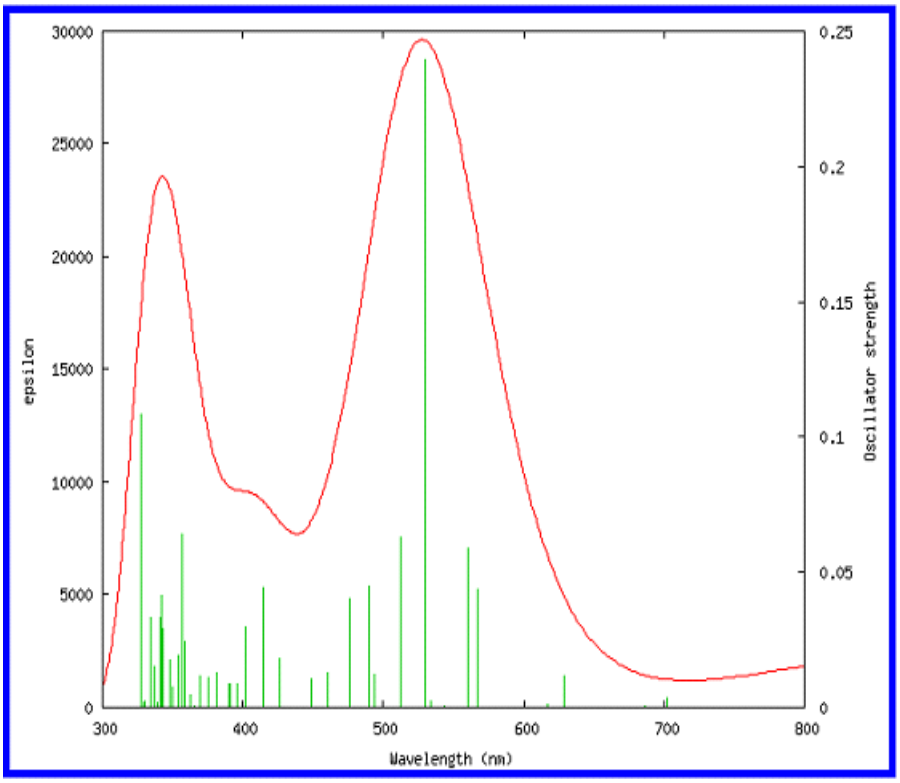


Fig.1. UV- Vis spectrum of osmium complex.

Conclusions

Selection of an appropriate dye is one of the most important stages of design of dye sensitized solar cells. The presented paper describes the most important properties of the dye such as: ionization energy, electron density distribution, range of UV- Vis spectrum and effect of functional groups on the UV-Vis spectrum. To carry out the study quantum chemical computational methods (DFT [2] and TD-DFT [3]) were used. Topological Analysis of the distribution of electron density was conducted using Quantum Theory of Atoms in Molecules (QTAIM) created by Bader [4]. For calculations the Gaussian 09 code [5] was used. The absorption spectra were obtained using the GaussSum [6] program. Calculations were performed at the Wroclaw Centre for Networking and Supercomputing.

References

[1] A. Hagfeldt, G. Boschloo, L. Sun, L. Kloo, H. Pettersson, „ Dye-Sensitized Solar Cells", *Chem. Rev.*, 2010, *110* (11), pp 6595–6663[2] W. Kohn, L.J. Sham, Phys. Rev. A 1965, 1133, 140

[2] W. Kohn and L. J. Sham, "Self-Consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects," *Phys. Rev.*, 140 (1965) A1133-A38

[3] Runge, Erich; Gross, E. K. U. (1984). "Density-Functional Theory for Time-Dependent Systems". Physical Review Letters **52** (12)

[4] R.F.W. Bader, „Atoms in Molecules. A Quantum Theory", Clarendon Press, Oxford, 1994

[5] Gaussian 09, Revision E.01, M. J. Frisch et al. Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2013.

[6] N.M. O'Boyle, A.L. Tenderholt i KM Langner. J. Comp. Chem., 2008, 29, 839-84

Simulation of the adsorption of acidic gases on K_2CO_3-modified – γ –Alumina

S. Prymyska[1], Yu. Beznosyk[2]

1. Department of Cybernetics Chemical Technology Processes, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", UKRAINE, Kyiv, Permohy ave. 37, E-mail: prymyska@ukr.net
2. Department of Cybernetics Chemical Technology Processes, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", UKRAINE, Kyiv, Permohy ave. 37, E-mail: yu_beznosyk@ukr.net

– The adsorption process of SO_2, NO, and CO_2 on K_2CO_3-modified – γ -alumina were theoretically studied and simulated by computer-mathematic methods. The model is presented by a normal linear system of differential equations with variable coefficients, the data obtained by the theoretical study are in agreement with data obtained in the simulation.

– Keywords: adsorption, acidic gases, K_2CO_3-modified – γ -alumina, simulation, model.

Adsorption is of great importance. For an adsorption process to be developed on a commercial scale, the availability of a suitable adsorbent in tonnage quantities at an economic cost is required. The purpose of this work is a theoretical study of the adsorption of acidic gases on K_2CO_3-modified – γ -alumina and simulation of these processes in order to conduct further experiments and to reach the industrial level.

In isothermal adsorption systems, the equilibrium relationship between the adsorbent and adsorbate can be characterized by single curve or isotherm, where the solid phase solute concentration is a function of the gaseous phase solute concentration characterized by the mass balance in the gas and solid phase [1, 2]. The fixed bed model is derived from the mass balance in gas and solid phase and from the experimental saturation capacities, with the following assumptions: no temperature gradients and no concentration gradients in a bed section is perpendicular to gas flow direction, the regime is isothermal; the temperature gradients are absent; the diffusion of species is negligible, there is no deactivation of the adsorbent during the experiments [3] considering the activity of the adsorbent with respect to the gas by variable coefficients.

$$\frac{dy_{out,i}^{NO}}{dt} = \frac{2RT}{\varepsilon V_i P_t}\left[\frac{FP_t}{RT}(y_{in,i}^{NO} - y_{out,i}^{NO}) - k^{NO}\cdot\overline{y_i}\cdot\theta_{V,i}\cdot q_{0\lambda}\cdot w_i\right],$$

$$\frac{dy_{out,i}^{SO_2}}{dt} = \frac{2RT}{\varepsilon V_i P_t}\left[\frac{FP_t}{RT}(y_{in,i}^{SO_2} - y_{out,i}^{SO_2}) - k^{SO_2}\cdot\overline{y_i}\cdot\theta_{V,i}\cdot q_{0\gamma}\cdot w_i\right],$$

$$\frac{dy_{out,i}^{CO_2}}{dt} = \frac{2RT}{\varepsilon V_i P_t}\left[\frac{FP_t}{RT}(y_{in,i}^{CO_2} - y_{out,i}^{CO_2}) - k^{CO_2}\cdot\overline{y_i}\cdot\theta_{V,i}\cdot q_{0\beta}\cdot w_i\right],$$

$$\theta_{V,i} = \frac{FP_t}{m_{ad}RT}(M^{NO}\cdot y_{in,i}^{NO}\cdot t_s + M^{SO_2}\cdot y_{in,i}^{SO_2}\cdot t_s + M^{CO_2}\cdot y_{in,i}^{CO_2}\cdot t_s -$$

$$- M^{NO}\cdot\sum_0^{t_s}\frac{\overline{y_i}}{y_{in,i}^{NO}}dt - M^{SO_2}\cdot\sum_0^{t_s}\frac{\overline{y_i}}{y_{in,i}^{SO_2}}dt - M^{CO_2}\cdot\sum_0^{t_s}\frac{\overline{y_i}}{y_{in,i}^{CO_2}}dt),$$

where F – gas flow rate, [l/h], y_{in}, y_{out} – inlet and outlet mole fractions of adsorbate, [–], $\overline{y_i}$ – the average gas mole fraction in the i layer, [–], P_t – total pressure, [Pa], R – ideal gas constant, [Pa*m^3/(kmol·K)], T – temperature, [K], V_i, w_i – volume and weight of the layer, [l, kg], k – rate constant, [s^{-1}], α, β, γ – species coefficients, [–], q_0 – saturation amount of gas per kg.

A normal linear system of differential equations with variable coefficients was solved by Taylor collocation method. Using the Taylor collocation points, this method transforms the ODE system and the given conditions to matrix equations with unknown Taylor coefficients. By means of the obtained matrix equation, a new system of equations corresponding to the system of linear algebraic equations is obtained.

As a result of the calculation of the model, concentrations of nitrogen monoxide, sulfur dioxide, carbon dioxide in the adsorbent in time for each new calculation, mass adsorbed oxides and the saturation capacity of the adsorbent were obtained. The calculation was performed under the same conditions as in theoretical studies. The adequacy of the data obtained as a result of the simulation is verified by the Fisher test. As a result, the model is adequate in 90% of cases for the modified zeolite.

The adsorption process SO_2, NO, and CO_2 on K_2CO_3-modified – γ -alumina were theoretically studied and simulated by computer-mathematic methods. The developed mathematical model is based on the mass balance in gas and solid phase, the experimental saturation capacities, considering the activity of the adsorbent with respect to the gas by variable coefficients. The model is presented by a normal linear system of differential equations with variable coefficients, it was solved by Taylor collocation method. The breakthrough curves of SO_2, NO, CO_2 adsorbed on alkalized alumina were reasonably well reproduced by the model (the adequacy of the model to the experiments result was carried out by Fisher Criterion, the expected value of which appeared far fewer than theoretical). As a result, the model is adequate in 90% of cases. Thus, there is a great sense to conduct further researches and simulations to reach the industrial level.

References

[1] Prymyska, S., Reschetilowski, W., Beznosyk, Yu., Simulation the gas simulataneous adsorption over natural and modified zeolite. East European Journal of advanced technologies, 2015, 2/6 (74), pp. 34–37.

[2] Prymyska, S., Beznosyk, Yu., Reschetilowski, W. Numerical study of the nitrogen oxides adsorption and storage, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2014, Vol. 2, Issue 6 (68), pp. 46–49.

[3] H. Yi, B. Huang, X. Tang, K. Li, Q. Yuan, R. Lai, P., Simultaneous Adsorption of SO_2, NO, and CO_2 by K_2CO_3-Modified γ-Alumina, Chemical Engineering & Technology, 2014, Vol. 37, Issue 6, pp. 1049–1054

Моделювання процесу функціоналізації поверхні кремнезему у мікрореакторі

Ю.А. Мірошниченко[1]

1. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр. Перемоги, 37,
E-mail: Ju1ianna@ukr.net

Abstract – In this paper, CFD-modelling of fluid dynamics of the silica surface functionalization process in the microvolume reactor channel was studied. Based on the theoretical experiments, the optimal parameters of the synthesis were determined and the scheme of sol-gel technology in the microreactor was developed.

Ключові слова – CFD-моделювання, функціоналізовані полісилоксанові ксерогелі (ФПК), мікрореактор, золь-гель технологія, (ад)сорбент.

Вступ

Функціоналізовані матеріали на основі кремнезему привертають увагу дослідників високим потенціалом специфічної сорбції, обумовленим можливістю введення функціональних груп або їх комбінацій конкретного спектру дії. Лабораторний синтез та дослідження властивостей таких (ад)сорбентів проводиться в Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України. Інтеграція даного експерименту в промисловий масштаб потребує залучення нових технічних засобів. Сьогодні найбільш перспективним в цьому плані обладнанням є мікрореакційна техніка [1]. В даній роботі показано моделювання процесу функціоналізації поверхні кремнезему у мікрореакторі з метою формулювання чітких рекомендацій для спрямованого синтезу інноваційних сорбційних матеріалів.

Математична модель

Математичну модель створено на основі рівняння Нав'є-Стокса для нестискуваної рідини:

$$\rho(u\cdot\nabla)u = \nabla\cdot\left[-pI + \mu(\nabla u + (\nabla u)^T) - \frac{2}{3}\mu(\nabla\cdot u)I\right] \quad (1)$$

та рівняння неперевності:

$$\nabla\cdot(\rho u) = 0, \quad (2)$$

де ρ – густина, кг/м^3, u – вектор швидкості, м/с, μ - в'язкість, Па·с, p – тиск, Па, T – температура, К, I – одинична матриця.

Оскільки розміри каналу вимірюються у мікроодиницях, то вважається, що перенос маси відбувається за рахунок дифузії і відповідне рівняння масового балансу має вигляд:

$$-\nabla\cdot(-D\nabla c + cu) = 0, \quad (3)$$

де D – коефіцієнт дифузії, м^2/с, c – концентрація, моль/м^3.

Результати та їх обговорення

Моделювання золь-гель синтезу функціоналізованих полісилоксанових ксерогелів було досліджено в Т-подібному мікроструктурному реакторі. В середовищі мікроканалів було відтворено умови формування крапельного реакційного потоку [2].

Фізичні розміри мікроканалу (Рис. 1) обрано на основі даних, отриманих в результаті квантово-хімічного моделювання [3]. Для досягнення кращого перемішування компонентів зону змішування та перебігу реакції відтворено у зигзагоподібному вигляді. Обчислення математичної моделі було проведено на тетраедральній сітці розміром 0,001 мм.

Рис. 1. Загальна схема процесу функціоналізації кремнезему в мікрореаторі.

Профіль концентрацій було досліджено при різних значеннях коефіцієнта дифузії: $D_m=10^{-9}$ м^2/с, $D_m=10^{-10}$ м^2/с, $D_m=10^{-11}$ м^2/с. У двох останніх випадках спостерігається зміщення зони змішування з подальшим зниженням кількості цільового компонента у вихідному потоці. При $D_m=10^{-9}$ м^2/с гомогенність потоку досягається на довжині, рівній 0,002 м. При цьому швидкість потоку біля стінок рівна 0 мм/с, а максимальна швидкість потоку спостерігається в центрі й складає 3,7 мм/с (Рис. 2).

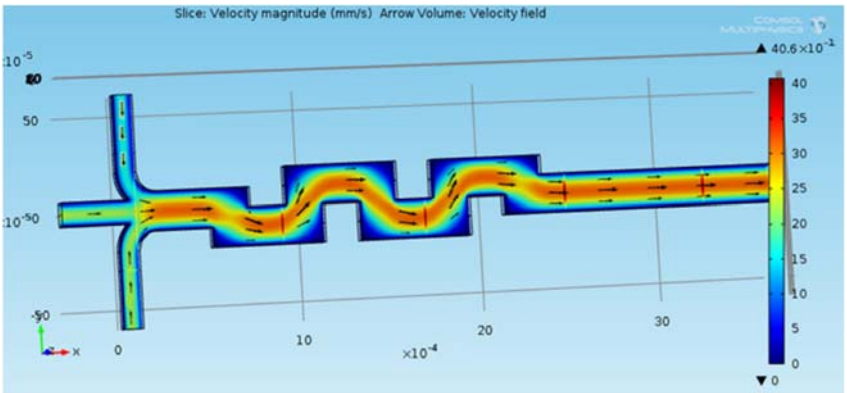


Рис. 2. Поле швидкостей реакційного потоку в мікроканалі.

Висновки

В даній роботі виконано серію віртуальних експериментів та встановлено оптимальні умови проведення синтезу сорбційних матеріалів на основі кремнезему в мікрореакторі. Результати математичного моделювання показали, що процес формування монодисперсного силікагелю на описаній мікрореакційній установці триватиме блицько 3,3 с при $D=1\cdot10^{-9}$ м^2/с. Проведений теоретичний дослід може бути використаний для практичної реалізації синтезу нових сорбційних матеріалів.

Список літератури

[1] H. Löwe, "State-of-the-art in microreaction technology: concepts, manufacturing and applications", Electrochim. Acta, vol. 44, pp. 3679-3689, July 1999.

[2] V. Chokkalingam, "A droplet-based microfluidic scheme for complex chemical reactions", Ph.D. dissertation, Physics Dept., Saarland Univ., Saarbreucken, DE, 2010.

[3] Yu. Miroshnychenko, "Quantum-chemical calculation of fragments of silica functionalized by nitrogen-, phosphorus- and sulfur-containing groups", EEJET, vol. 2, no. 14(56), pp. 49-51, 2012.

Ефективність вловлювання твердих часток у відцентровому фільтрі

Т.В.Бойко[1], М.В.Семенюк[2]

[1,2]Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, м. Київ, пр. Перемоги, 37, ko_s@meta.ua

Computer modeling of trapping efficiency of solid particles of different materials in eight-channels centrifugal filter with connected in series curved channels system was performed.

– Ключові слова: комп'ютерне моделювання, відцентровий фільтр, тверді частки.

Вступ

Необхідним етапом сучасних наукових досліджень є застосування новітніх комп'ютерних технологій, що забезпечують визначення необхідних характеристик апаратів на стадії проектування [1].

Метою комп'ютерного моделювання апарату є визначення ефективності вловлювання твердих часток різного матеріалу у восьмиканальному відцентровому фільтрі [2...3].

Основний текст

В якості граничних умов аеродинамічних характеристик відцентрового фільтра на вході задавалися витрати повітря $Q_{вх}$, м^3/год, температура газового потоку t, °С, густина газового потоку ρ, кг/м^3, динамічна в'язкість газового потоку $\mu \cdot 10^{-5}$, Па/с, а на виході задавався статичний тиск $P_{ст.вих}$, МПа. Вихідні умови до розрахунків наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні умови до розрахунку аеродинамічних характеристик апарата.

$Q_{вх}$, м^3/год	t, °С	$\rho_{газу}$, кг/м^3	$\mu_{газу} \cdot 10^{-5}$, Па·с	$P_{ст.вих}$, Па
200	20	1,9	1,32	101325

При проведенні досліджень через апарат пропускався потік повітря з витратою 200 м^3/год та подачею твердих часток 300 г/хв. Дослідження проводились при стаціонарній концентрації суміші 100 г/м^3. Вловлювання часток відбувалося в 4 парах каналів різного радіуса кривизни.

В якості матеріалів в моделюванні були використані тверді частинки коксу, каоліну, вапна, цементу, лігніну та піску. Матеріали, що використовувались при проведенні комп'ютерного моделювання, мають діапазон медіанного діаметра (d_{50}) 12…50 мкм і густини ($\rho_п$) 1800…3450 кг/м^3. В Таблиці 2 показано характеристики матеріалів та наведені результати комп'ютерного моделювання ефективності вловлювання часток за допомогою сучасного програмного комплексу *SolidWorks*.

Таблиця 2

Характеристики матеріалів та результати комп'ютерного моделювання ефективності вловлювання часток.

Параметри	кокс	каолін	вапно	цемент	лігнін	пісок
Густина ($\rho_п$), кг/м^3	3450	3300	3260	3200	2300	1800
Медіанний діаметр часток (d_{50}), мкм	12	15	17	20	30	50
Ефективність вловлювання, %	87,4	90,3	95,8	97	98,5	99,9

З Таблиці 2 видно, що при збільшенні медіанного діаметра часток від 12 до 50 мкм і густини від 1800 до 3450 кг/м^3, ефективність вловлювання твердих часток зростає від 87,4% до 99,9%. Висока ефективність вловлювання часток відбувається за рахунок розвиненої площі осадження в сепараційній камері та рециркуляції матеріалу між каналами відцентрового фільтра.

На Рис. 1 показано міграцію та швидкість руху твердих часток в об'ємі восьмиканального відцентрового фільтра.

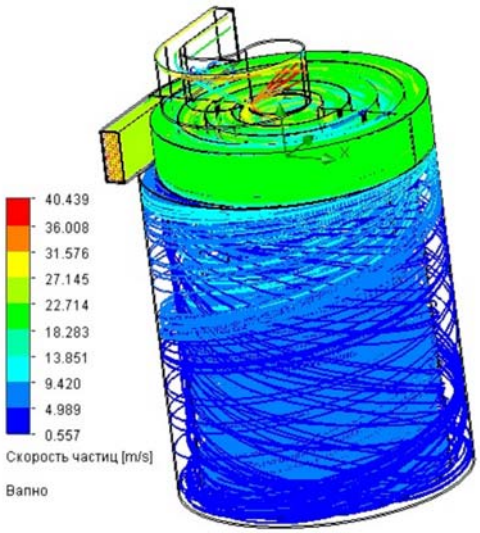


Рис.1. Візуалізація міграції та швидкості руху часток вапна в об'ємі апарата.

Аналіз отриманих результатів (Рис. 1) дозволив зробити висновки щодо руху твердих часток вапна в сепараційній камері: швидкість майже не змінюється і складає 18…25 м/с, досягаючи бункеру, частинки різко втрачають швидкість до 5…10 м/с і осідають під дією сили тяжіння, на виході частинки розкручуються і мають швидкість 30…40 м/с.

Висновки

1. Проведено комп'ютерне моделювання вловлювання твердих часток різного матеріалу у восьмиканальному відцентровому фільтрі та визначено його ефективність.
2. Виявлено, що при збільшенні медіанного діаметра часток від 12 до 50 мкм і густини від 1800 до 3450 кг/м^3, ефективність вловлювання твердих часток зростає від 87,4% до 99,9%.

List of references

[1] A. A. Alyamovsky, A. A. Sobachkin, E. V. Odintsov, A. I. Kharitonovich, N. B. Ponomarev, "SolidWorks. Computer modeling in engineering practice", St. Petersburg: BVH-Petersburg, 2005.

[2] D. A. Serebryanskiy, N. V. Semenyuk, S. V. Plashyhin, "Investigation of the distribution of concentration and dispersion composition of particulate matter in the gas flow channel system with closed contour", International scientific-applied journal "Industrial heat", Thermal Physics Institute of Engineering Sciences of Ukraine. Part 6, 2014.

[3] D. A. Serebryanskiy, N. V. Semenyuk, S. V. Plashyhin, "Study of the magnitude of the aerodynamic drag of an eight-channel centrifugal filter", Engineering and Physical Journal. Institute of heat and mass transfer behalf of A. Lykov, NAS of Belarus, Minsk, Belarus. Volume 88, number 2, 2015.

Hydrogen in nanoporous materials – theoretical studies

Justyna Rogacka[1], Filip Formalik[1], Bogdan Kuchta[1,3,4], Lucyna Firlej[2,4]

1. Group of Bioprocess and Biomedical Engineering, Department of Chemistry, Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, POLAND

2. Laboratoire Charles Coulomb (L2C), UMR 5221 CNRS-Université de Montpellier, Montpellier, France

3. Department of Physics and Astronomy, University of Missouri, Columbia, USA

4. Laboratoire MADIREL, Aix-Marseille Université-CNRS UMR 7246, 13396 Marseille, FRANCE

The Grand Canonical Monte Carlo simulations of adsorption of hydrogen gas in the porous carbon material is shown. The study was carried out among other reasons to get the answer to the question whether nanoporous materials are suitable material for hydrogen adsorption.

Keywords – molecular modeling, hydrogen, storage, Monte Carlo

Introduction

Molecular modeling is a group of calculation methods which allow us to simulate chemical particles and systems on atomic level [2]. The Grand Canonical Monte Carlo ensemble simulation generates random configurations of system, by changing the position atoms and molecules. Interaction model for graphene slits: H_2 molecules were considered as united atoms or as all atom model interacting by 6-12 potential. Model of H_2–graphene interaction assumes that a H_2 molecule interacts with carbon atoms in the graphene sheet through Lennard-Jones potential. The binding energy of carbon atoms is an integral over the whole graphene wall [1].

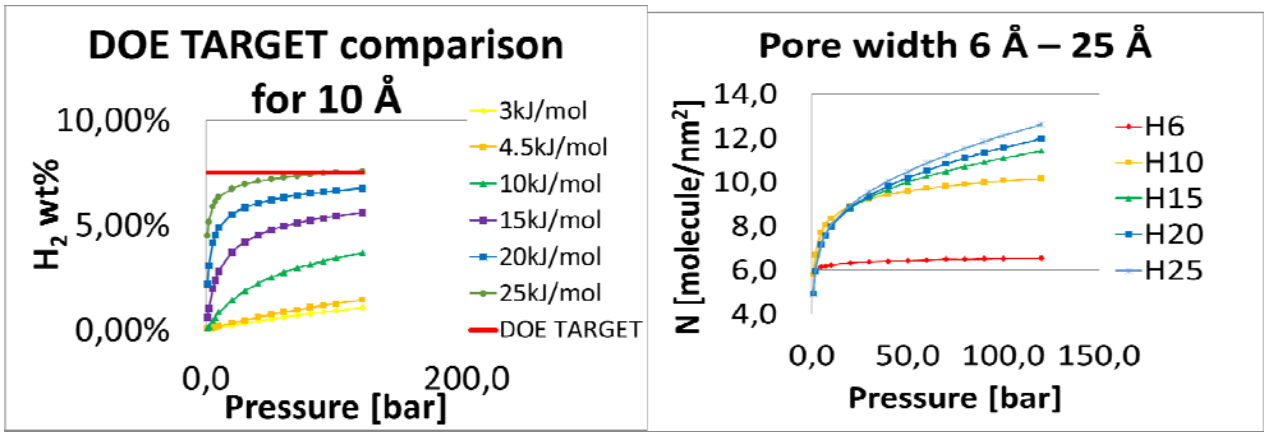


Fig. 1. Isotherms of adsorption (gravimetric uptake) for pore width 10 Å and different binding energies (left). Isotherms of adsorption for pore different pore width 6 Å – 25 Å and different binding energies 3 kJ/mol – 25 kJ/mol (right).

Description of a problem

An important problem that has not been solved so far is the so-called "clean" energy resource, for use in the automotive and power industries. The gas, which is currently under consideration is hydrogen. Hydrogen gas generates water during combustion, which seems to be ideal because it would not pollute the environment. However, as a compressible gas, it must be subjected to high pressure and low temperatures to collect it in large quantities in the tank [3]. The US Department of Energy announced the requirements for tanks to store hydrogen in cars, by 2020 it should be 5.5% by weight per 1 kg of storage system [1].

Conclusion

In our work we calculated isotherms of adsorption (Fig. 1) for hydrogen gas in carbon nanopores. We considered ambient temperature and also 77 K for the isotherms which allows for the overall view of the phenomenon of hydrogen adsorption on porous materials [4].

Acknowledgments

Support from French National Research Agency (ANR) grant No. ANR-14-CE05-0009 HYSTOR is acknowledged. JR is partially supported by the Polish National Science Center (NCN, grant no. 2015/17/B/ST8/00099. The calculations have been partially performed at the WCSS computer center of The Wroclaw University of Science and Technology, grant no 33.

References

[1] B. Kuchta, L. Firlej, P. Pfeifer, C. Wexler, „Numerical estimation of hydrogen storage limits in carbon-based nanospaces" , CARBON 48 (2010) pp. 223 – 231

[2] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, „Chemia fizyczna T.2 - fizykochemia molekularna", Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, (2011) pp. 206

[3] V.P. Ting, A.J. Ramirez-Cuesta, N. Bimbo „Direct evidence for solid-like hydrogen in a nanoporous carbon hydrogen storage material at supercritical temperatures." ACS Nano (2015) pp. 8249–8254

[4] J. Rogacka, L. Firlej, B. Kuchta. "Modeling of low temperature adsorption of hydrogen in carbon nanopores." Journal of Molecular Modeling 23.1 (2017) pp. 20.

CFD simulation of emulsion flow through filter medium

Andrzej Kołek[1], Janusz Dziak[1]

1. Department of Chemistry, Wroclaw University of Technology, POLAND, Wroclaw, Norwida 4/6,
E-mail: janusz.dziak@pwr.edu.pl

Abstract – During the process of crude oil desalination one stage is a separation of oil from water. Separation is difficult because droplets of dispersed phase possess diameter of several µm. It could be done with the use of microfilter. The numerical simulation of such a process is presented in the paper.

Keywords – microfilters, emulsion, separation, interfacial tension.

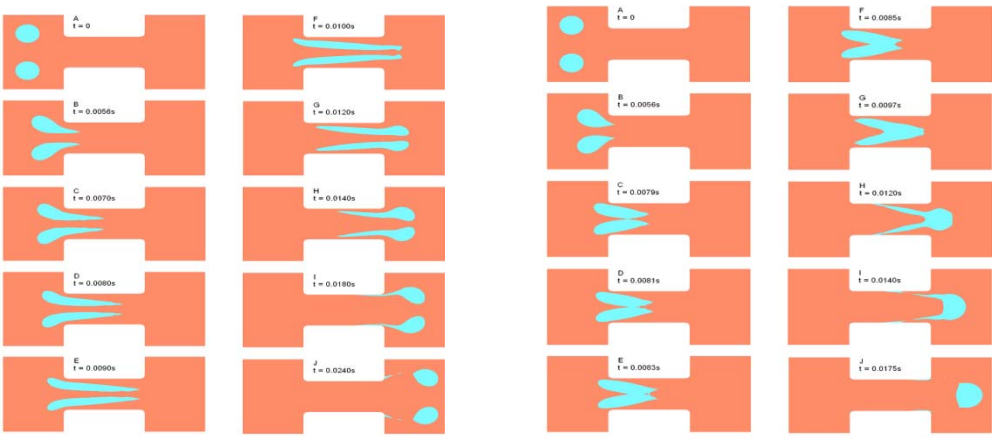
Introduction

One of the methods used for emulsion separation is application of the process called filter coalescence. After the flow of the emulsion through filter medium the emulsion possesses droplets of much bigger size than before filter, which makes possible separation of the emulsion constituents by gravity force. The authors of this paper dealt with process of crude oil desalting [1]. In that process one of stages is separating of the oil from washing water. It was found that this process is difficult, because the droplets of water in oil are of the magnitude of several µm. It was decided to apply microfilter medium as the emulsion separating material. The purpose of the work presented below was modelling of the process of flow of emulsion through filter medium and recognition the conditions when the coalescence of droplets takes place. Simulation attempts of droplets deformation and possible droplet coalescence during flow in capillary systems one can find in the literature [2], [3].

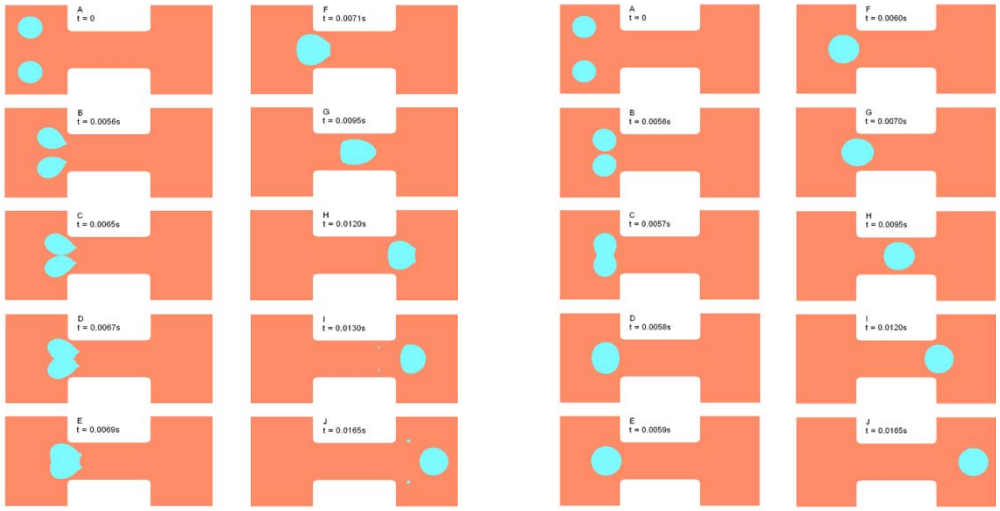
Calculations results

The results of of simulation of the process of water in oil emulsion flow in capillary material are presented in Fig.1. The results were obtained for constant values of velocity of continuous phase, capillary diameter, length of capillary, droplets diameter, density and viscosity of the dispersed and continuous phases. Interfacial tension was changed 1-25 Nm/m.

Velocity of continuous phase 1 mm/s, inner diameter of the capillary 20 µm, length of capillary 40 µm, droplets diameter 12 µm. Density and viscosity of the dispersed phase 1040 kg/m3, 0.0015 Pa·s and of the continuous phase 880 kg/m3, 0.1 Pa·s. Interfacial tension: a/ 1 mN/m, b/ 2 mN/m, c/ 5 mN/m, d/ 25 mN/m



a/ b/



c/ d/

Fig.1. Flow of the couple of droplets through filter medium

Conclusions

Interfacial tension is the most important parameter determining the results of coalescence of the droplets flowing in the filter medium, which is made of the material not wetted by the dispersed phase. The higher is interfacial tension the easier the coalescence proceeds. Low values of interfacial tension exclude the coalescence of dispersed phase droplets.

References

[1] Dziak J., Crude oil desalination with the use of hybrid system: jet pump mixer-microfilter, Chem. Eng. and Equip., 52, 4, 2013, 302-303

[2] Harvie D.J.E., i in., A parametric study of droplet deformation through a microfluidic contraction, Chem. Engng. Sci., 61, 2006, 5149-5158

[3] Yan L., i in., A numerical study on the coalescence of emulsion droplets in a constricted capillary tube, J. Coll. Interf. Science, 298, 2006, 832-844

Heat transfer intensification in exchaneger equipped with turbulizer

Janusz Dziak[1], Beata Opiela[2]

1. Department of Chemistry, Wroclaw University of Technology, POLAND, Wroclaw, Norwida 4/6, 50-373 Wrocław, E-mail: janusz.dziak@pwr.edu.pl

2. Tarczynski S.A., POLAND, Ujeździec Mały 80, 55-100 Trzebnica

Abstract – Heat transfer in an exchanger could be intensified by application of special packing inserted into the apparatus. Białecki rings and twisted metal coils were used for heat transfer enhancement. The dependences between heat transfer coefficient, pressure drop and mass flowrate of liquid were presented for different configurations of turbulizers applied in examinations.

Keywords – heat transfer, intensification, pressure drop, turbulizers.

Introduction

There are situations when heat exchanger which is on stock could not be used in specified process because it is not possible to exchange enough heat in the apparatus possessing exactly defined heat transfer area. In such cases some packing could be employed in the exchanger that causes creation of turbulence of the flowing fluid and improves, in that way, heat transfer conditions. Heat transfer coefficient are augmented and the apparatus allows obtaining the desired heat transfer. Different types of inserts applied for augmentation of heat transfer are presented in the literature [1],[2],[3]. Combination of Białecki rings with the twisted coils of metal were applied as turbulizers in the experimental examination, which results are presented in the paper.

Experimental installation

A picture of an exemplary set of turbulizers used during experiments and the schemes of installations for pressure drop and heat transfer measurements are presented below.

Fig.1. 13 Bialecki rings, 7x2cm long right twisted and 7x2cm long left – twisted metal coils

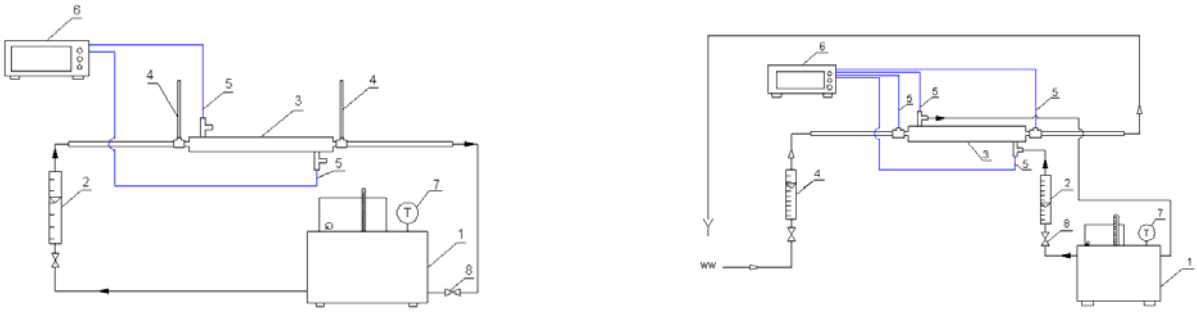


Fig. 2. Installations for pressure drop (left side) and heat transfer (right side) examination.
1 – thermostat, 2 – rotameter (1), 3 – insulated double pipe heat exchanger, 4 – piezometric pipe (left scheme), rotameter (2) (right), 5 – thermocouples, 6 – 44lectronical temperature gauge, 7 –temperature of water in thermostat gauge, 8 – throttle valve, WW – water supply

Results of examination

The results of examination of pressure drop in heat exchanger and overall heat transfer coefficients as a function of liquid mass flowrate are presented in Fig. 3 and Fig. 4. Different combinations of turbulizers were applied as it is presented in the Figures.

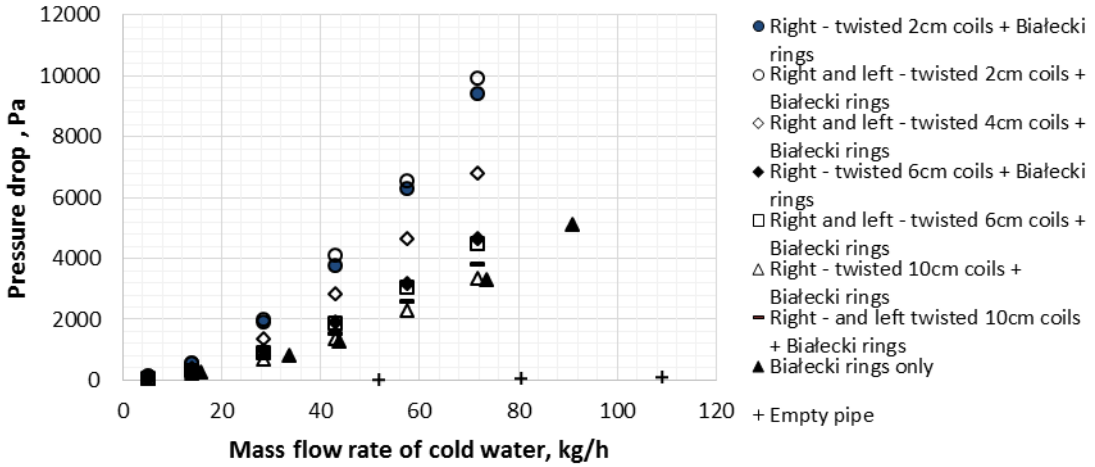


Fig.3. Pressure drop as a function of mass flowrate. Different combination of turbulizers

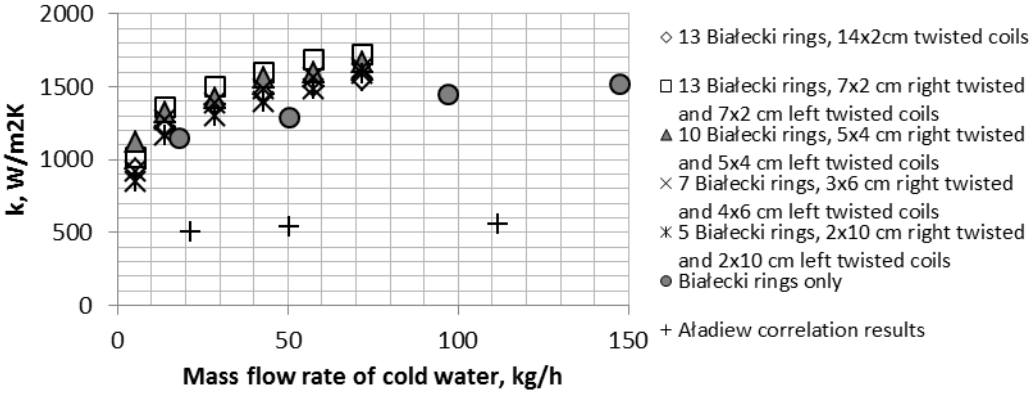


Fig.4. Overall heat transfer as function of mass flowrate. Different combination of turbulizers

Conclusions

Introduction of turbulizers into heat exchanger augments significantly the pressure drop. Application of Białecki rings solely gives lower pressure drop than application of combination of Białecki rings and twisted coils.

Combination of Białecki rings and twisted coils improves significantly heat transfer conditions in comparison with the results obtained for only Białecki rings application and especially in comparison with the results calculated from Aładiew correlation.

References

[4] Charun H., 2008, Heat transfer and pressure drop in a vertical tube with a nodular turbulizer, Applied Thermal Engineering, 28, 2008, 1984-1994.

[5] Mikielewicz D., Stasiek A., Jewartowski M., Stasiek J., Measurements of heat transfer enhanced by the use of transverse vortex generators, Applied Thermal Engineering 49, 2012, 61-72.

[6] Dziak J., Ratajczak K., Application of Białecki rings as turbulizers augmenting efficiency of heat exchanger, Chem. Eng. and Equip., 53, 1, 2014, 17-18.

Моделювання процесу відновлення кетонів

І. Скорецька[1], Ю. Безносик[2]

1. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр.Перемого, 37, E-mail: ninyovska@mail.ua
2. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр.Перемого, 37, E-mail: yu_beznosyk@ukr/net

Abstract – The article considers the mathematical model of the reduction reaction of cyclohexanol by the Meerwein-Ponndorf-Verley mechanism. The activity of the three catalysts with the assistance of which the reaction took place has been analyzed and selected the most active for further calculations.

Key words – Meerwein-Ponndorf-Verley mechanism, mathematical model, heterogeneous catalysis, zeolites, ketones

Вступ

На сьогодні набула широкого розповсюдження така область хімії як зелена (екологічна), актуальним завданням в області якої є розробка технологій отримання цінних продуктів для фармацевтичної і косметичної промисловості шляхом заміни гомогенних процесів на гетерогенно-каталітичні, які є більш екологічно прийнятними.

Гетерогенний каталізатор можна використовувати в процесах синтезу багато разів, на відміну від гомогенного, який витрачається в наслідок побічних реакцій за один цикл роботи. Також простим є відділення гетерогенного каталізатора від органічних субстратів.

Отже, реалізація процесів відновлення кетонів в присутності гетерогенних каталізаторів є важливим науково-технічним завданням.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Цеоліти широко використовуються в якості перероблюваних гетерогенних каталізаторів в багатьох хімічних реакціях. У зв’язку з їх унікальною мікро-пористою структурою цеоліти показують різну селективність. Зараз відомо декілька прикладів використання цеолітів в реакції, що протікає за механізмом Меервейна-Понндорфа-Верлея (МПВ). Принципова можливість гетерогенно-каталітичного процесу одержання спиртів за механізмом МПВ показана в роботах [2,6]. Перспективними каталізаторами даного процесу можуть бути цеоліти, мікро-мезопористі і мезопористі силікатні та алюмосилікатні матеріали. В даній роботі розглянуто реакцію відновлення циклогексанону до відповідного спирту на гетерогенних каталізаторах за механізмом МПВ.на цеолітах.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі: проведено лабораторний експеримент з проведення реакції відновлення циклогексанону до циклогексанолу у присутності різних цеолітних каталізаторів; проведено обробку отриманих експериментальних даних в автоматизованому математичному пакеті MathCad 15.0; проаналізовано отримані результати розрахунків та обрано найефективніший каталізатор.

Математична модель процесу

Досліджено реакцію відновлення циклогексанону до циклогексанолу за МПВ, що протікає за наступним механізмом:

$A \xrightarrow[-H_2O]{+ізо\ пропанол} B$, де A – циклогексанон, B – циклогексанол.

Реакція (1) проводилась на трьох різних цеолітних каталізаторах, основною відмінністю яких є тип мінералізуючого агенту (вказано в дужках біля типу каталізатору), які

визначають тип і вміст кислотних центрів та величину зовнішньої поверхні цеоліту: n-MgAl(C4H10O); Sn-MgAl(SiO4); Sn-MgAl(CO3).

Припущення, які були висунуті при побудові математичної моделі процесу відновлення циклогексанону: шар каталізатора – квазігомогенне середовище, тому в математичній моделі площу поверхні каталізатору можна не враховувати; шар каталізатора ізотермічний; оскільки ізопропанол надходить в реактор у надлишку, то зміну його концентрації можна вважати незначною і нею можна знехтувати; Переміщення речовини відбувається в режимі ідеального перемішування.

Математична модель процесу відновлення циклогексанону до циклогексанолу має наступний вигляд:

$$\begin{cases} \dfrac{dCa}{dt} = -k_1 \cdot Ca \\ \dfrac{dCb}{dt} = k_1 \cdot Ca \end{cases}$$

Варто зауважити, що виконуючи розрахунок констант швидкості реакції по моделлю для різних каталізаторів, будуть отримані різні значення констант швидкості, так як чим ефективніший каталізатор, тим значення константи буде більшим.

В Таблицю 1 зведено розраховані значення концентрацій циклогексанону та циклогексанолу.

Таблиця 1

Результати розрахунку концентрацій компонентів реакції

	t,год	*Ca, кмоль/м^3*	*Cb, кмоль/м^3*
Sn-MgAl(CO_3)	10	0,03240	0,2676
Sn-MgAl(ізо-бутанол)	10	0,0985	0,2015
Sn-MgAl(SiO_4)	10	0,1134	0,1866

Як видно з Таблиці 1 максимальна концентрація продукту реакції (0,2676 кмоль/м3) та ступінь конверсії циклогексанону досягається з використанням каталізатору Sn-MgAl(CO_3). Найгіршим виявився каталізатор з мінералізуючим агентом SiO_4 (Sn-MgAl(SiO_4)).

Висновки

Отримані значення концентрацій компонентів можна використовувати для розрахунку констант швидкості даної реакції, а також для моделювання хімічних реакторів з різними режимами роботи – перемішування та витіснення.

Список літератури

[1] E. J. Creyghton, S. D. Ganeshie, R. S. Downing, H. Van Bekkum, “Stereoselective Meerwein–Ponndorf–Verley and Oppenauer reactions catalysed by zeolite BEA”, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 1997,pp. 457-472.

[2] L. Bugaieva, Y. Beznosyk, T. Boiko, D. Vashchuk, I. Skoretska, “Modeling of kinetics of aldehydes and ketones oxidation”, SSCHE16 — 43st International Conference of SSCHE, Slovak Republic, May 23 - 27, 2016, p. 92.

Моделювання процесу концентрування сульфатної кислоти випаровуванням у потік нейтрального газу.

Володимир Лукашов[1], Сергій Романько[1], Сергій Тимофіїв[1]

1. Кафедра хімічної технології високомолекулярних сполук, Шосткінський інститут Сумського державного університету, УКРАЇНА, м. Шостка Сумської обл., вул. Гагаріна 1, E-mail: khtms@ishostka.sumdu.edu.ua

Annotation – There has been developed the mathematical model of the process of sulfate acid concentration by vaporization towards the neutral gas flow at its being heated through the wall of the apparatus, on which a few researches of this process has been conducted. As a result of these researches, the regularities of the acid composition change during concentration at various process parameters have been determined.

Ключові слова – моделювання, сульфатна кислота, концентрування, нейтральний газ, швидкість випаровування, массовіддача води, моногідрат.

Вступ

В багатьох галузях хімічної промисловості (виробництвах соляної кислоти, вибу-хових речовин та ін.) утворюється велика кількість розведеної сульфатної кислоти, яку необхідно концентрувати. Найбільше розповсюдження отримав спосіб концентрування який полягає в барботуванні через кислоту високотемпературних (600-1000°C) топкових газів. При цьому ці гази служать не тільки теплоносієм, а являються, також, додатковим компонентом, подібно до перегонки з інертним газом [1]. Використовуючи ефект інертного (нейтрального по відношенню до компонентів кислоти) газу процес концентрування можна організувати наступним чином: нагрівання кислоти здійснювати через стінку апарата, а через кислоту барботувати нейтральний газ, наприклад, повітря [2]. Це дозволяє використовувати теплоносії з більш низькою температурою (100-200°C), такі як водяний пар або електронагрів. Метою даної роботи є моделювання такого процесу.

I Фізичні передумови моделювання

При моделюванні сульфатну кислоту розглядали як суміш води та моногідрату H_2SO_4 (гідрату сульфатного ангідриду $SO_3 \cdot H_2O$), а її концентрування – як процес випаро-вування цих компонентів, що мають різну летючість, та виходили з закону Дальтона, згідно якого наявність в системі інертного газу призводить до ефекту, якій діє аналогічно зниженню тиску. Це дозволяє проводити процес концентрування при температурі нижче за температуру кипіння кислоти. Також приймали наступні допущення:

- відсутність опору масопереносу з боку рідкої фази;
- швидке змішування пару кислоти, що утворюється при випаровуванні, з нейтральним газом.

II Математичне описання процесу концентрування

Математичне описання включало наступні рівняння:

– матеріального балансу кислоти в цілому

$$-dL = dM, \quad (1)$$

де L–маса рідкої кислоти, кг; M–маса пари компонентів кислоти, що утворилась, кг;

– матеріального балансу води

$$-d(Lx) = y_в dM, \quad (2)$$

де x– масова частка води в рідкій кислоті; $y_в$– масова частка води в парах кислоти;

– масовіддачі води у газову фазу

$$\beta(P_{вн} - P_в)Fd\tau = y_в dM, \quad (3)$$

де β– коефіцієнт масовіддачі води, $кг/м^2 \cdot с \cdot Па$; $P_{вн}$– тиск насиченої водяної пари при температурі газової фази (парогазової суміші), Па; $P_в$– парціальний тиск водяної пари в газовій фазі, Па; F –площа поверхні випаровування, м^2; τ–час, с;

– матеріального балансу води для потоку нейтрального газу

$$y_в dM = G_г(d_г - d_{го})d\tau, \quad (4)$$

де $G_г$–масовий потік абсолютно сухого нейтрального газу, кг/с; $d_г$–вологовміст нейтрального газу, кг води/кг сух.газу; $d_{го}$–вологовміст нейтрального газу на вході в апарат (початковий вологовміст), кг води/кг сух. газу.

Крім того в математичне описання входять рівняння відносного вмісту компонентів кислоти в газовій фазі, а також емпіричні рівняння що пов'язують швидкість випаровування кислоти та коефіцієнт масовіддачи води в газову фазу зі складом кислоти, які були отримані на базі раніш проведених експериментальних досліджень. В результаті інтегрування зазначених рівнянь та проведення відповідних перетворень отримані розрахункові залежності, на основі яких розроблено алгоритм розрахунку процесу концентрування.

III Результати моделювання

За розробленим алгоритмом були проведені розрахунки процесу концентрування сульфатної кислоти, результати яких представляли у вигляді залежностей масової частки води в кислоті від різних параметрів процесу. Їх аналіз показав, що з підвищенням температури кислоти та швидкості нейтрального газу в апараті інтенсивність концентрування збільшується. При цьому вплив швидкості нейтрального газу можна порівняти з впливом температури кислоти, що дозволяє зазначеним параметром регулювати процес концентрування. Температура нейтрального газу дуже мало впливає на зміну складу кислоти. Чим більша початкова концентрація кислоти, тим повільніше проходить процес концентрування. Відповідно, для досягнення більш низького місту води в кислоті процес концентрування необхідно проводити у декілька стадій.

Висновки

Результати досліджень, отриманих на розробленій моделі, дозволили встановити залежності зміни складу кислоти під час концентрування від параметрів процесу. Отриманий алгоритм розрахунку процесу може бути використаний для визначення раціональних режимів концентрування.

Список літератури

[1] Kasatkin A.: Osnovnie Protsessy i Apparaty Khimicheskoy Tehnologiyi. Chemistry, Moscow 1971.

[2] Lukashev V., Romanko S., Timofeev S., and Gudzovskiy A.: Pat. UA 97392, Publ. Mar. 10, 2015.

Molecular modeling of collector-water-vacuum interfaces in flotation process

Lukasz Radosinski[1], Marcin Achremowicz[2], Bruno Czarnecki[2]

1. Group of Bioprocess and Biochemical Engineering, Chemistry Department, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, Wybrzeze Wyspianskiego 27, 50-370 Wroclaw
E-mail: Lukasz.radosinski@pwr.edu.pl

2. Chemistry Department, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, Wybrzeze Wyspianskiego 27, 50-370 Wroclaw

Traditional approach to optimization of flotation process using computational methods is by means of Computational Fluid Dynamics. We propose a supporting methods fascilitating molecular modeling simulations giving possibility of enhancing design process by chemical structure-property dependence.

Keywords – flotation, CFD, QSAR, MLR, Molecular Dynamics, Montel Carlo, INTERFACE

Introduction

Flotation [1] is an important industrial process widely used to remove impurities from the solution. The optimization of the process may be proceed by both flotation tank design increasing the bubble particle frequency of collision and chemical composition of colectors increasing hydrophobicity of the collected particle [1], [2]. So far however experimental methods to measure hydrophobicity and particle bubble heat of adsorption on molecular level were limited.

In our work we present initial result of molecular dynamics simulations [3] using newly developed an INTERFACE forcefield [4] of various colectors (dodecyl sulfate ion and LichenysinA) interaction energies usefuleness of the method as alternative for the experiment. We also show the calculations of heat of adsorption of chosen colectors of water bubble interface and the concept how to combine this result with Computational Fluid Dynamics calculations. The presented method offers possibility of optimizing flotation process both on tank design level and chemical composition of the analyzed system greatly improving the overall efficiency. We also present the concept of QSAR analysis [5] to screen collectors descriptors in order to evaluate MLR model between collector molecular properties and the collector's heat of adsorption.

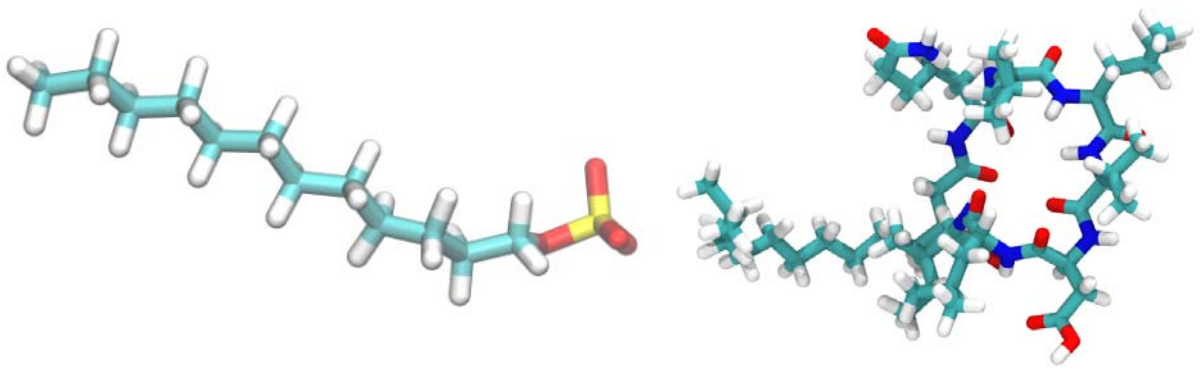


Figure 1. Dodecyl sulfate ion (left) and LichenysinA (right) collectors structures as used in thecalculation.

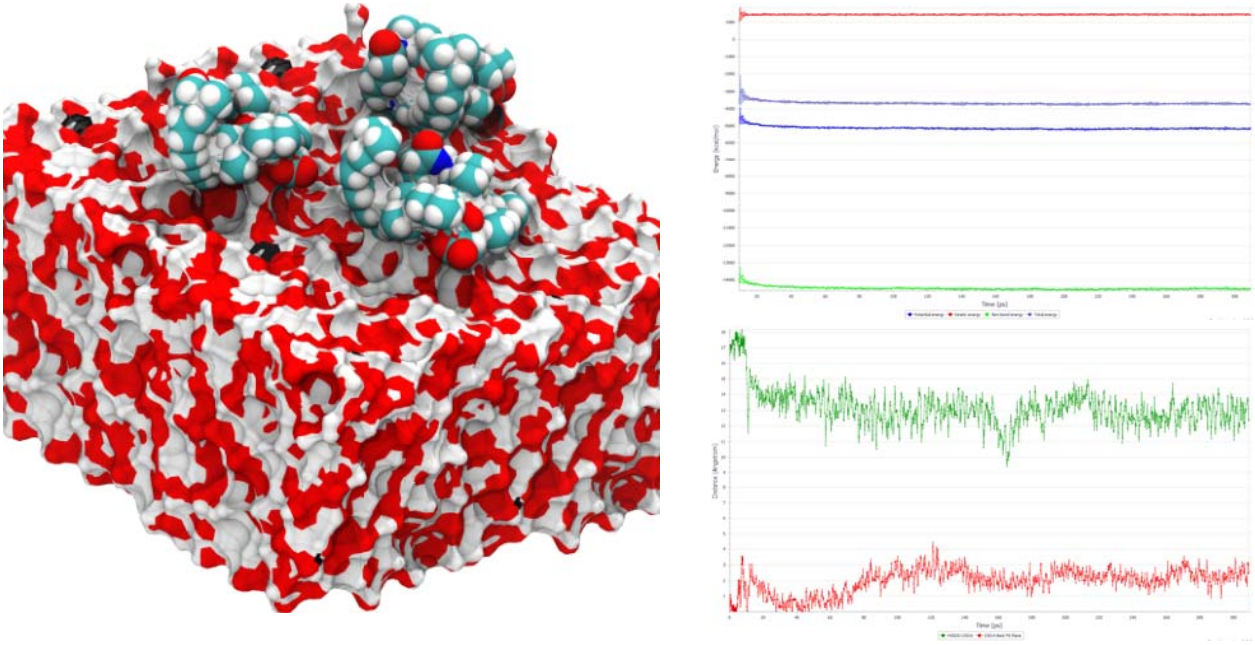


Figure 2. Three LichenysinA molecules on water-vacuum interface (left) and interaction and spatial parameters of LichenysinA during the simulation.

Conclusion

In this paper a concept of combining molecular level simulations with CFD methods has been provided together with compuational results concering interaction energies of collector-water-vacuum interface.

Acknowledgments

The calculations has been performed using Wroclaw Networking and Supercomuting Centre under grant no. 172 and BIOVIA Materials Studio 8.0 software.

References

[1] M. Kostoglou Karapantsios,T. D., Matis, K. A., "CFD model for the design of large scale flotation tanks for water and wastewater treatment," Ind. Eng. Chem. Res., vol. 46, pp. 6590–6599, 2007.

[2] A. I. Zouboulis, K. A. Matis, N. K. Lazaridis, and P. N. Golyshin, "The use of biosurfactants in flotation: Application for the removal of metal ions," Miner. Eng., vol. 16, no. 11, pp. 1231–1236, 2003.

[3] A. L. Doadrio, J. M. Sánchez-Montero, J. C. Doadrio, A. J. Salinas, and M. Vallet-Regí, "A molecular model to explain the controlled release from SBA-15 functionalized with APTES," Microporous Mesoporous Mater., vol. 195, pp. 43–49, 2014.

[4] T. J. Lin and H. Heinz, "Accurate Force Field Parameters and pH Resolved Surface Models for Hydroxyapatite to Understand Structure, Mechanics, Hydration, and Biological Interfaces," J. Phys. Chem. C, vol. 120, no. 9, pp. 4975–4992, 2016.

[5] P. Liu and W. Long, "Current mathematical methods used in QSAR/QSPR studies," Int. J. Mol. Sci., vol. 10, no. 5, pp. 1978–1998, 2009.

Information Technology Design and Modeling Chambers Drying of Capillary-porous Materials by Using SolidWorks Flow Simulation

Yaroslav Sokolovskyy [1], Oleksiy Sinkevych [1], Iryna Boretska [1]

1. Department of IT, NLTU Ukraine, UKRAINE, Lviv, st. Gen. Chuprynky 103, of.45,
E-mail: sokolowskyy@ukr.net; oleksiy1694@gmail.com; iryna.boretska@gmail.com

– Abstract – The work involves development of software for design and research of wood drying chambers. Also, the software can determine and forecast parameters of agent timber and heat mass transfer processes in the wood.

– Keywords – SolidWorks Flow Simulation, SolidWorks API, CAE/CAD/CAM, Chambers wood drying, Visual Studio C +, artificial neural network, Matlab.

Introduction

The purpose of the work is in developing software for automated design chambers drying wood with technology .NET, programming language C + and application interface SolidWorks API. With this software you can make a simulation of aerodynamic flows among SolidWorks Flow Simulation, in order to obtain values of agent wood drying parameters. On the basis of the results was created training sample for radial basic artificial neural network (ANN), which allows forecasting parameters of wood drying agent. To perform the tasks are used methods of object-oriented analysis and design software, statistical modeling methods to verify the adequacy of models, finite difference and approximation methods.

Software development

The developed software consists of five main tabs, each responsible to solve a particular problem. One of the objectives of priority tasks is incoming data that entered bu users. In the future, these data are used to calculate the results of which will allow choose options of drying wood chambers components. Input data is introduced into the first tab of the program (Fig.1). The second tab contains the results of the calculations and allows you to start the design process of chamber drying wood or its components [1].

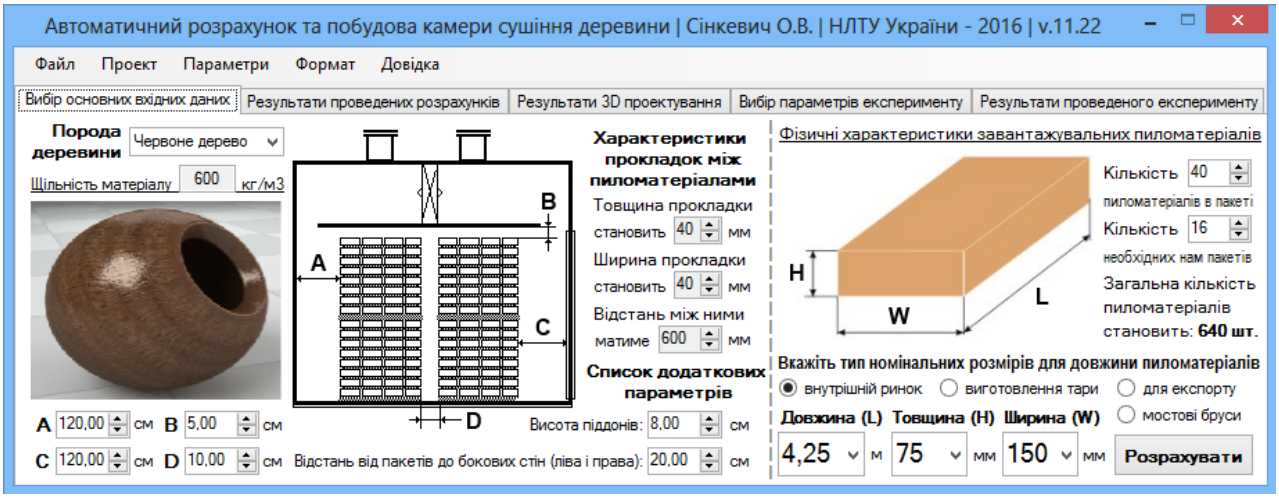


Fig.1. View graphical user interface of the developed software

The results for design you can see in the third tab. By using this tab you can also download earlier designed components of drying chambers or delete existing ones. The following tabs contain the information necessary to create and configure the project in SolidWorks Flow Simulation. They also contain some findings results [2].

Information support

Using wood drying chambers, was conduct a several studies that are the basis for further calculations. Through the carried experiments were obtained values for the agent drying wood. Based on the obtained data was made fixation of output results in the form of surfaces, iso-surfaces, trajectories and graphs that clearly show a change parameters of wood drying agent. The example of obtained graphs are shown in Fig.2.

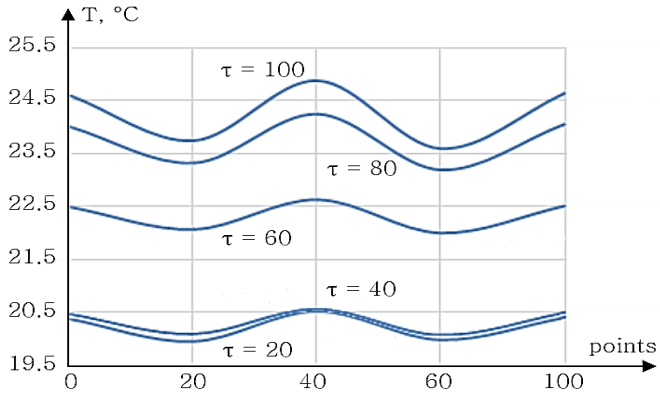


Fig.2. View graph of temperature changes

Use of radial-basis artificial neural network

After all necessary investigations in an environment SolidWorks Flow Simulation parameters were obtained wood drying agent, which include speed of air circulation, the temperature and relative humidity [3]. Based on the obtained values was formed to study the sample radial-basis artificial neural network, which consists of four arrays. Then it was developed function that allows the use of radial-basis artificial neural networks. This is called 'Mynetwork' and it takes the following parameters:

- X, Y, Z, T – coordinates of the desired point in a given time.
- Type – the type of parameter agent drying wood (V, T, H).
- Input, Vel, Tem, Hmd – the training sample on which ANN will be trained.

As a result of using 'Mynetwork' function was return the required value of wood drying agent parameter in a given point and a given time.

Conclusions

The developed software allows you to design the chamber drying wood or their components of different sizes without changing the developed programming code that in turn can significantly save time and material resources in the preparation of real industrial projects to their implementation on the Ukrainian and foreign markets. This has been achieved through the implementation of well-designed algorithms of design by using SolidWorks API.

References

[1] Y.I. Sokolovskyy and O.V. Sinkevych, “Software for Automatic Calculation and Construction of Chamber Drying Wood and its Components”, XII International Conference, The advanced technologies and methods for design MEMS, Lviv, MEMSTECH-2016, 2016, pp. 112-119.

[2] Y.I. Sokolovskyy and O.V. Sinkevych, “Automated System for Modeling and Optimization Aerodynamic Processes in CAD of Drying Chambers”, XXIV International Ukrainian-Polish scientific technical conference, Lviv, CADMD 2016, pp. 31-38.

[3] Y.I. Sokolovskyy and O.V. Sinkevych, “Calculation of the Drying Agent in Drying Chambers”, XIV-th International scientific conference, The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, Polyana, CADSM-2017, pp. 27-31.

[4] Y.I. Sokolovskyy et al., “Development Software for Calculation Parameters of Drying Agent in Environment SolidWorks Flow Simulation”, VII International scientific technical conference, Complex quality assurance processes and systems, Chernihiv, pp. 169-171.

До впровадження сталих схем водного господарства на рівні промислового підприємства

Аркадій Шахновський[1], Олександр Квітка[1], Гжегож Поплєвскі[2], Роман Бохенек[2]

1. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, НТУУ "Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського", УКРАЇНА, Київ, пр.. Перемоги 37, AMShakhn@xtf.kpi.ua

2. Кафедра хімічної інженерії та процесів, Жешувський політехнічний університет, ПОЛЬЩА, Жешув, Al. Powstańców Warszawy 6, ichrb@prz.edu.pl

The paper addresses some approaches for assessing the sustainability of industrial water networks (WN) as well as estimation of industrial implementation of optimized WN efficiency. The presented approaches can be applied to different levels of the hierarchy of industrial WN.

Ключові слова – сталий розвиток, ресурсоефективність, водне господарство, оптимізація, промислове впровадження

Суттєвим аспектом у комплексі заходів із імплементації сталого розвитку є раціональна експлуатація природних ресурсів, ресурсоефективність. Розглядаючи керування сталим розвитком як комплекс взаємопов'язаних соціально політичних, фінансово-економічних та техніко-екологічних рішень, можна бачити, що дії задля впровадження ресурсоефективності, суттєво різняться в залежності від масштабу об'єкту впровадження. Під масштабом тут розуміємо місце об'єкту у господарчій ієрархії – від світового рівня, рівня континенту, тощо аж до індивідуального господарства. Зокрема, на рівні краю, держави, специфічного регіону необхідне впровадження політичних рішень, прийнятих за результатами аналізу певних узагальнених, неминуче позбавлених конкретизації показників (наприклад, індексних – [1]). Задачі раціонального використання ресурсів на протилежному рівні масштабної шкали (особа, невеликий колектив; особисте помешкання, домогосподарство і т.ін.) виникають під дією економічних стимулів (обмежених небезпекою соціальної напруженості). Для вирішення таких задач зазвичай достатньо організаційно-інженерних заходів (посилення контролю над витратою води, усунення витоків і т. п.).

Натомість, на «середньому» рівні ієрархії (рівні підприємства, виробничого об'єднання, еко-промислового парку) екологічна та соціальна складові критерію сталого розвитку часто є функцією науково-технічних рішень, прийнятих при виробництві та експлуатації підприємства. Стосовно водного господарства промислового підприємства, застосування сучасних засобів обчислювальної техніки і математичних методів оптимізації дозволяє розробити ефективні технічні рішення з повторно-багатократного водоспоживання і розподіленого очищення природних та стічних вод [2]. Запропоновані алгоритмічні процедури підтримки ухвалення оптимальних проектних рішень з водоспоживання, водовідведення і водоочищення пройшли теоретичну перевірку і довели свою ефективність на практиці. Проте ефективні в математичному, технологічному сенсі проектні рішення подекуди не відповідають критеріям сталого розвитку.

Представлена робота присвячена розвиненню підходів для оцінювання сталості проектованих схем водного господарства (СВГ) промислового підприємства, а також методів обґрунтування доцільності впровадження оптимізованих СВГ у промислову експлуатацію (насамперед, при реконструкції технологічної схеми). Було використано такі засновані на моделюванні підходи: 1. Багатоваріантний розрахунок економічного ефекту (ЕЕ) шляхом варіювання в деякому діапазоні показників, що визначають ЕЕ; побудова «поверхонь відгуку» ЕЕ та прийняття рішень на їх основі; 2. Технологічний підхід –моделювання роботи

схем водного господарства і (або) технологічного процесу в цілому; 3. Формулювання і розрахунок індикаторів водо-ефективності.

Зокрема, технологічний підхід передбачає порівняльний аналіз результатів комп'ютерного моделювання роботи СВГ і (або) технологічного процесу в цілому у певні проміжки часу до та після впровадження оптимізованої СВГ, у режимі нормальної експлуатації і при порушенні технологічного режиму. Задача даного етапу дослідження – перевірка робастності (запасу міцності) оптимізованих СВГ [3].

Для моделювання складу потоків в СВГ використовувалися унверсальні моделюючі пакети Hysys/UniSim Design, Aspen Plus. Комп'ютерне моделювання передбачає наступні стадії: 1) Представлення технологічних одиниць у складі СВГ (специфічні для даної схеми технологічні апарати-водоспоживачі, а також дільники і змішувачі потоків, збірники води тощо), у форматі моделюючої програми; 2) Моделювання пуску і роботи СВГ у нормальному режимі; 3) Власне, вивчення надійності СВГ шляхом нанесення випадкових збурень імпульсного і східчастого характеру по різних каналах.

Підхід забезпечує також вирішення зворотної проблеми: визначення максимальних можливих концентраційних змін в кожному водному користувачі, які не здійснюють значимого впливу на технологічний режим СВГ при даному значенні коефіцієнта запасу.

Висновки

Обґрунтування доцільності впровадження оптимізованих СВГ може бути здійснене відповідно до сценарійного підходу – багатоваріантного імітаційного моделювання СВГ (включно з насосами, трубопровідною арматурою, тощо) у нестаціонарних режимах роботи, із використанням пакетів універсальних моделюючих програм.

Успішне вирішення вказаних задач у комплексі з ефективною процедурою технологічного проектування СВГ покликане забезпечити створення надійних, оптимальних в економічному, екологічному та еколого-технологічному сенсі схем водного господарства промислових підприємств.

Серед перспектив наступних досліджень слід назвати подальший пошук шляхів збільшення точності розрахунків безпосередньо на етапі синтезу СВГ, зокрема, перспектив використання специфічних моделей процесів-водоспоживачів

Присвята

Автори присвячують цю роботу світлій пам'яті професорів Яцека Єжовського (Жешувський політехнічний університет) та Геннадія Статюхи (НТУУ «КПІ»).

Список літератури

[1] M. Z. Zgurovsky at al., " Assessment of sustainable development of the environment at the subnational level in Ukraine ", *Syst. Res. & Inform. Technol.*, no 4, pp. 7-20, 2008 (in Russian).

[2] J. Jeżowski, "Review of Water Network Design Methods with Literature Annotations", *Industrial & Engineering Chemistry Research,* no 49 (10), pp. 4475-4516, 2010.

[3] A. M Shakhnovsky at al., "Computer simulation of water usage processes", *Visn. of Cherkassy State Univ.*, no 4, pp. 67-71, 2008 (in Ukrainian).

Numerical Modeling of Polymer Suspension Spray Drying Process Based on Isothermal and Nonisothermal Thermogravimetric Analysis

Roman Havryliv [1], Volodymyr Maystruk[2]

1. Department of chemical engineering, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE , Lviv, St. Yura square, 9, E-mail: havrilivroman@gmail.com
2. Department of design and operatin of machines, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE , Lviv, Profesorska str., 1, E-mail:vmaistruk@gmail.com

The CFD-modeling results of a spray dryer process based on laboratory thermogravimetric experiments are presented. It was shown that TGA techniques could be used as a powerful tool to determine the mechanism and kinetic parameters of polymer dispersion drying. This comprehensive approach offers substantive advantages over traditional process-development methods, which are often empirical and require long development times.

Keywords: computation fluid dynamics (CFD), drying kinetics, drying mechanism, droplet, moisture content.

Introduction

Spray drying is a widely used industrial process to produce powders from liquid feedstocks in a single step. This process is especially prevalent in the chemical, pharmaceutical and polymer industries. It involves complex multiphase transport phenomena between the drying agent, chamber boundaries and droplets.

Recently for design and developments of spray drying equipment incorporating CFD modeling have been used [1], [2]. Many CFD models to simulate high-temperature and low-temperature co-current spray dryers with reasonable success. This tool includes very detailed flow and heat and mass transfer analysis. This requires selecting the appropriate turbulence model and understanding the drying drops kinetics of material that is critical in choosing of optimum process parameters, which optimize drying process.

In this study, a thermogravimetric approach was applied to study the polymer suspension drying to determine the drying kinetics under isothermal and nonisothermal drying conditions.

Modeling Approach

Numerical simulation was carried out to predict the spray evaporation performance in a co-current spray dryer chamber. The continuous phase modeling is performed using a Reynolds Averaged Navier Stokes (RANS) approach. The RNG k-epsilon model was used to simulate the turbulent flow in spray dryer. The droplets are modeled using the Lagrangian technique and iterative coupling between the conservation equations for mass, momentum and energy. The numerical method used in the study was the DPM.

The main focus here is on the mass transfer from the droplet to gas phase. Results showed that there are two drying rate periods, i.e., constant drying rate period (CDRP) and falling drying rate period (FDRP) during droplet drying.

The mass transfer between droplets and gas phase was modeled by concentration gradient diffusion between droplet surface and gas phase from the following equation:

$$N_i = k_c (C_S - C_g) \text{ , (1)}$$

where Ni – molar flux of vapor mol/(m^2·s); k_c – mass transfer coefficient (m/s); Cs – vapor concentration at the droplet surface, kmol/m^3; Cg – vapor concentration in the bulk gas phase, mol/m^3; Cs and Cg are given by:

$$C_s = \frac{p_{sat}(T_p)}{RT_p}, C_g = X\frac{p_{op}}{RT_\infty} \quad (2)$$

The mass transfer coefficient in equation (1) is calculated using analogy between heat and mass transfer from the classical Nusselt number correlation:

$$Nu = \frac{k_c d_p}{D_m} = 2.0 + 0.6\mathrm{Re}^{1/2}\mathrm{Sc}^{1/3}, \quad (3)$$

where Dm − diffusion coefficient of vapor in the bulk, m^2 / s; Sc- the Schmidt number.

The heat transfer between the droplet and the hot gas is updated after each time step according to the heat balance as follows:

$$m_p c_p \frac{dT_p}{dt} = hA_p(T_g - T_p) + \frac{dm_p}{dt}h_{fg}, \quad (4)$$

The heat transfer coefficient, h, is evaluated using the correlation of Ranz and Marshall:

$$Nu = \frac{h \cdot d_p}{k_g} = 2.0 + 0.6\mathrm{Re}^{1/2}\mathrm{Pr}^{1/3}, \quad (5)$$

To determination of the Dm − diffusion coefficient in Eq.(3), the drying kinetics of polymer suspension under isothermal and nonisothermal drying conditions were studied using a thermogravimetric analyzer. With online weight measurements and precise temperature control as well as minimal material mass, the thermogravimetric approach was suitable for determining the drying kinetics and effective moisture diffusivity of droplets.

The drying process under both conditions mainly occurred during the constant drying rate period (CDRP), in which moisture transfer was dominated by external diffusion. On the basis of some widely used isothermal models, the nonisothermal drying models were developed in order to describe the nonisothermal drying characteristics of polymer suspension. The Logarithmic model was found to be the best for describing isothermal drying, whereas the nonisothermal Henderson model gave the best fit to experimental results under nonisothermal conditions.

Based on CFD modeling results the droplets trajectories, velocity and temperature fields were obtained. Therefore, the utilized drying kinetics model plays important role in the prediction of heat and mass transfer and flow regimes in the drying chamber.

Conclusion

In this study it was demonstrated that the CFD modeling is suitable for fast and low-resource numerical calculations of the spray-drying process.

The numerical model was based on a comprehensive formulation of polymer dispersion drying mechanism and kinetics. The thermogravimetric approach was used for determining the effective moisture diffusivity and drying kinetics. The effective moisture diffusivity varied from 4.35×10^{-8} to 5.13×10^{-8} m^2/s, and the drying activation energy values were 5.3 and 6.5 kJ/mol under isothermal drying conditions and nonisothermal drying conditions, respectively.

References

[1] Kota, K.; Langrish, T., Prediction of Deposition Patterns in a Pilot-Scale Spray Dryer Using CFD Simulations, *Chem. Prod. and Proc. Modeling*, 2(3), 26, 2007.

[2] Li, X. CFD modeling of spray drying processes: Ph. D. Thesis / Xuanyou Li. – Lodz, Poland, 2004. – 143 p.

Potential energy surfaces of 2,3-dimethylbuta-1,3-diene and methyl acrylate cyclization

Kovalskyi Y.P.[1], Kostiv I.S.[2], Vytrykush N.M.[3], Marshalok H.O.[4]

1. Department of Physical and Colloid Chemistry, Ivan Franko National University of Lviv, UKRAINE, Lviv, 1, Universytetska St., E-mail: yakovalskyi@gmail.com

2. Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, 12, Bandera St., E-mail: kostiv.irina@gmail.com

3. Department of Civil Safety, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, 12, Bandera St., E-mail: nvytrykush@ukr.net

4. Jan and Jedrzej Sniadecki University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, POLAND, Bydgoszcz, 7, prof. S. Kaliskiego Al., E-mail: marescalcus@i.ua

Abstract – The mechanism of 2,3-dimethylbuta-1,3-diene with methyl acrylate cyclization was investigated by quantum chemical modeling. The calculation results of the activation parameters and analysis the obtained potential energy surfaces using unrestricted and restricted Hartree-Fock indicate the passage of the process according to the stepwise biradical mechanism.

– Keywords – 2,3-dimethylbuta-1,3-diene, methyl acrylate, potential energy surface, MOPAC, RM1.

Introduction

The reaction of 2,3-dimethylbuta-1,3-diene with alkyl methacrylates belongs to the electrocyclic [1] and the quantum-chemical modeling provide an opportunity to explore the theoretical aspects of it [2]. The quantum-chemical modeling mechanism of the reaction of 2,3-dimethylbuta-1,3-diene and methyl acrylate was conducted and allows us to analyze its qualitative aspects at the molecular level.

Results and Discussion

The quantum-chemical study of the mechanism of 2,3-dimethylbuta-1,3-diene (DMB) and methyl acrylate (MA) interaction was carried out using MOPAC2012 [3] and a graphic user interface Winmostar [4]. Reaction occurs between the frontier molecular orbitals an electron donor DMB and an electron acceptor MA at the supra placing reactants. In our case, multicenter interaction occurs between atoms C(1) and C(7) diene system of DMB with the atoms C(4) and C(8) π-system of MA (Fig. 1).

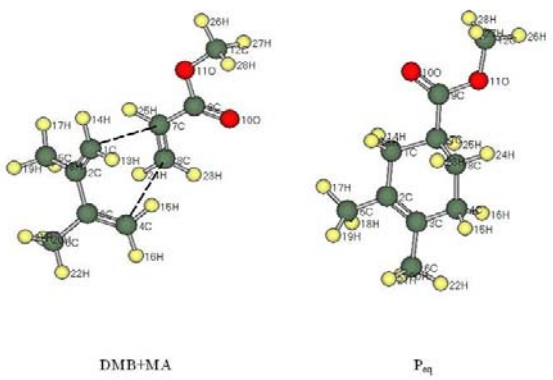
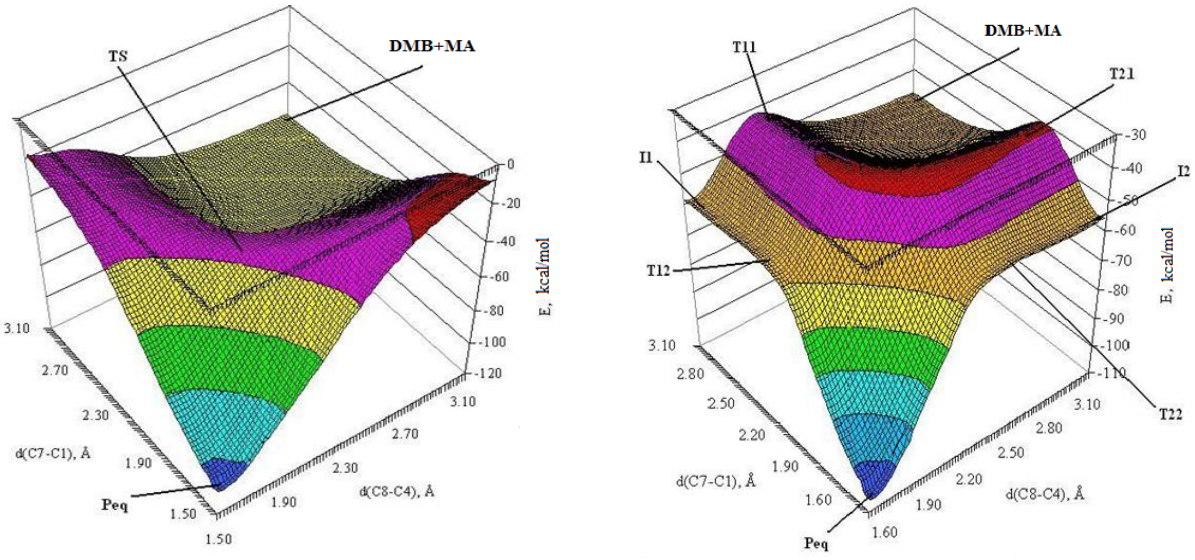


Fig.1. Optimized model of the initial state (DMB + MA) and the final product (R_{eq}) of DMB and MA [4+2]-cycloaddition

Construction of the potential energy surface (PES) DMB and MA interaction was carried by two reaction coordinates from 3.3 to 1.5 Å with step -0.02 Å and calculated the potential energy in a particular state of the reaction system. The potential energy surfaces of DMB and MA possible

reaction pathways were constructed on the results of calculations using the restricted (RHF) (Fig. 2a) and unrestricted (UHF) (Fig. 2b) Hartree-Fock approximation.



a b

Fig.2. Potential energy surface of DMB and MA reaction calculated by RHF (a);
potential energy surface of DMB and MA [4+2]-cycloaddition reaction calculated by UHF (b).

On the potential energy surfaces (Fig. 2a, 2b) are shown calculated maxima TS, T11, T12, T21 and T22 which are saddle points of the surface, and the points I1 and I2 - intermediate local minima, whose existence is confirmed by vibration analysis and calculation of the internal reaction coordinate.

In the case of one-step interaction DMB and MA reaction overcomes through transition state TS energy barrier 20.6 kcal/mol (Fig.2a). Analysis of the potential energy surface (Fig. 2b) indicates that the interaction of DMB as diene and MA as dienophile may extend two ways: with the priority of the interaction C(1) and C(7) atoms (T11-I1-T12 way) or priority between C(4) and C(8) atoms (T21-I2-T22 way) with energy barrier 16.2 and 18.2 kcal/mol respectively.

Conclusion

The calculation results of the activation parameters and analysis the obtained potential energy surfaces using unrestricted and restricted Hartree-Fock indicate the passage of the process according to the concerted two-step mechanism, rather than one-step concerted mechanism. With the passage of two-step process according to the concerted mechanism to overcome the energy barrier of the reaction requires less energy compared with one-step interaction.

References

[1] M. Morgan, "11 Reaction mechanisms. Part (iii) Pericyclic reactions," *Annu. Rep. Prog. Chem., Sect. B: Org. Chem.*, vol. 101, pp. 284-304, Sep. 2005.

[2] F. Jensen, *Introduction to Computational Chemistry*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, England, 2007.

[3] J.J.P.Stewart. (2012). Stewart Computational Chemistry [Online]. Available: http://openmopac.net.

[4] N.Senda. (2017) Winmostar [Online]. Available: http://winmostar.com.

Кібернетика у фармації

Євген Устянич[1], Анатолій Устянич [2]

1. Кафедра хімічної інженерії, Національний Університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, пл. Св. Юра 9

2. TechnoPharm Consultimg INC .Toromto. CANADA, e.mail: viratuz@gmail.com

Cybernetics is used in farmacy for the purpose of monitoring the process of manufacturing hard (dense) medical forms (HMF), in particular, tablets having protective orland functional film coatings that are laid on within the three – phase process; i. e., heat – bearing gas – drops of solution – HMF. The efficiency of the coating, the kinetics of the preparation release within the body depends on physical and chemical properties of the film, the changes of the reology of the drops during their free run up till their collision with the HMF surface, thickness of the film, hydrodynamic, heat – mass – exchange parameters, geometry of HMF, dispersity of the solution, ate.

Ключові слова - капсулювання, детермінація геометрії таблеток, золотий логарифм, комп'ютеризація процесу, тепло-масообмін, псевдо-зріджений шар (ПШ).

I. Нанесення плівкового покриття на таблетки в псевдо-зрідженому шарі.

Нанесення покриття заданої товщини, наприклад розчинного в кишечнику, вимагає вивчення колоїдних, хімічних та реологічних властивостей плівко-утворюючих систем-розчинів і дослідження технологічних параметрів процесу нанесення цього покриття. Особливо це важливо при використанні органічних розчинників з одночасною утилізацією їх парів у відпрацьованих газах.

Для приготування плівко-утворюючих розчинів розроблено гомогенізатор спеціальної конструкції, який створює розвинену систему мікро-турбулентних потоків у зоні механічного подрібнення згустків розчину спеціальними струнними лопатями, що в сукупності забезпечує високу ступінь гомогенності і в подальшому сприяє звуженню дисперсності розпилу такого розчину та одержанню однорідного по товщині покриття.

Результати досліджень ізотерм поверхневого натягу, електропровідності, в'язкості, а також реологічні властивості розчинів на основі простих ефірів целюлози і акрилових смол враховувалися при створенні математичних моделей гідродинаміки і тепло-масообміну в процесі капсулювання ТЛФ(твердих лікарських форм).

Детермінація геометрії таблеток на основі золотого поділу із застосуванням золотого логарифму [1-2], формули Устянича Є.П. для визначення довжини еліпса [3], з врахуванням стійкості таблетки [4] та енергії когезії плівко-утворюючого розчину [5] дало можливість розробити математичні моделі і комп'ютерні програми для оптимізації параметрів покриття, визначення витрати розчину певної концентрації для отримання покриття заданої товщини на таблетках буть якої форми, буть якої питомої густини. Нанесення плівкових покрить на таблетки здійснюють в установці УНП-25 з апаратом ПШ нашої конструкції, в якому передбачено управління в широкому діапазоні циркуляцією твердої фази по замкнутих траєкторіях, що запобігає утворення застійних і перезволожених зон, підвищує стабільність процесу капсулювання і якість покриття [6].

Оптимальний розмір апарата ПШ визначається геометрією факела розпилу і обмежується довжиною вільного пробігу краплі в псевдо-зрідженому шарі ТЛФ чи інших дисперсних зернистих, гранульованих чи порошкоподібних матеріалів. Траєкторія вільного руху крапель розчину в об'ємі апарату залежить від параметрів розпилювачів, гідродинаміки розпилу та гідродинаміки ПШ. [7-8].

ІІ. Тепло-масообмін при формуванні плівкової оболонки в ПШ.

При малих значеннях критерія Рейнольдса, що відповідає руху краплин у факелі розпилу, випаровування краплини можна розглядати як стаціонарний процес. Площа поверхні випаровування при цьому рівна поверхні краплини.

З моменту зіткнення краплини з поверхнею ядра краплина розплющується у тонкий шар, площа поверхні якого залежить від ряду факторів, які у переважній більшості незалежні між собою. Вони змінюються у часі і просторі, тому точний вираз для визначення площі відкритої поверхні, яка утвориться при зіткненні краплини з ядром однозначно записати неможливо. Однак цю площу можна прийняти еквівалентною площі поверхні краплини при певному коефіцієнті пропорціональності. Якщо цей коефіцієнт прийняти рівним одиниці, то утворений з краплини рівномірний шар розчину має відкриту площу поверхні рівну площі поверхні краплини. Ця площа не змінюється в процесі випаровування розчинника, а тільки зменшується товщина шару. Випаровування розчинника на другій стадії супроводжується явищем **синерезису**, що інтенсифікує випаровування розчинника, тому цей процес теж можна розглядати як стаціонарний аж до повного випаровування розчинника і твердіння плівки.

Для стабільного протікання процесу нанесення плівкового покриття в ПШ необхідно щоб перша і друга стадії тепло-масообміну одного циклу зрошення здійснювалися за проміжок часу між двома послідовними циклами зрошення.

Що лімітує випаровування розчинника на кожній стадії ?

Перша стадія дає можливість встановити границю переходу процесу капсулювання дисперсних матеріалів у режим розпилювальної сушки, виходячи з мінімального розміру краплин і максимальної довжини їх вільного пробігу.

Друга стадія лімітує початок злипання і агломерацію частинок, що свідчить про перехід процесу капсулювання в режим грануляції або повного злипання ПШ, виходячи з максимальних розмірів крапель і тривалості циклу зрошення.

На основі наших досліджень можна здійснювати оптимізацію технологічних параметрів процесу капсулювання в ПШ, розробляти алгоритми і блок-схеми розрахунку процесу і забезпечувати програмне керування процесом. Результати наших науково-дослідних робіт, а також промислові установки типу УНП-25 і їх модифікації впроваджені на фармацевтичних фірмах України, Білорусії, Молдови, Канади, США [8-9].

Література

[1] Ustyanych Ye.P. Zolotyy loharyfm i yoho zastosuvannya. Elips i rivnyannya yoho dovzhyny Seriya “Matematychni novynky”,2-e dop. Vydannya, L'viv: “Kamenyar”, 2013. 164 s.

[2] Ustyanych Anatoliy Yevhenovych, Ustyanych Yevhen Petrovych. Systema rozmirnykh ryadiv tverdykh likars'kykh form, pobudovana iz zastosuvannyam zolotoho loharyfma.Patent 62296, 2011.

[3] Ustyanych Yevhen Petrovych. Sposib vyznachennya dovzhyny krayiv eliptychnykh vyrobiv, otvoriv, liniy. Patent 74127, 2012.

[4] Ustyanych Yevhen, Ustyanych Oliver. Sposib vyznachennya stiykosti tverdykh likars'kykh form. Patent 53770, 2010.

[5] Ustyanych Anton, Ustyanych Yevhen. Sposib vyznachennya koheziynykh syl plivko-utvoryuyuchykh system (rozchyniv) Patent 27907, 2007.

[6] Ustyanych A.Ye., Ustyanych Ye.P. Ustanovka dlya nanesennya polimernoho plivkovoho pokryttya, Patent, 12463, 1997.

[7] Ustyanych Yevhen Petrovych. Kapsulyuvannya dyspersnykh materialiv Navch. posibnyk, zatverdzhenyy Ministerstvom nauky i osvity Ukrayiny.- Kyyiv: ISDO, 1994.- 200 s.

[8] Ustyanych Yevhen Petrovych. Teoretychni osnovy kapsulyuvannya dyspersnykh materialiv, Navchal'nyy. posibnyk, L'viv, “Akademiya drukarstv” - 2008. - 400 s.

[9] Ustyanych Anatoliy, Ustyanych Yevhen. Kibernetyka u farmatsiyi. Teoretychni osnovy optymizatsiyi, komp"yuteryzatsiyi i aparaturne oformlennya dlya vyhotovlennya tverdykh likars'kykh form, L'viv: “Kamenyar”, 2013. – 480 s.

Алгоритм чисельного визначення ізотерми адсорбції на базі інтегральної функції розподілу пір по розмірах

Микола Нікітенко [1], Наталія Сорокова [1], Юлія Кольчик [2], Родіон Сороковий [1]

1. Інститут технічної теплофізики НАН УКРАЇНИ, УКРАЇНА, м. Київ, 03164, вул..Булаховського, 2, E-mail: n.sorokova@yandex.ua

2. Теплотехніка, Київский національний університет будівництва та архітектури,, УКРАЇНА, 03680, Повітрофлотський проспект, 31, E-mail: yulia@orblink.kiev.ua

The method and algorithms numerical determine the isotherms of sorption and desorption based on the distribution function of the size now, formulas for thickness of the resulting condensate M. Nikitenko are presented. The method allows to determine the equilibrium moisture content for any porous material in the whole range of values of relative humidity environment. The results of numerical simulations correlate well with experimental data.

Ключові слова – ізотерми сорбції та десорбції, рівноважний вологовміст, пористі системи, інтегральна функція розподілу пір по розмірах, силікагель, окис алюмінію.

При розрахунках процесів тепломасопереносу при сушінні чи зволоженні пористих тіл, або тепловологістного стану огороджувальних конструкцій виникає необхідність знання рівноважного вологовмісту матеріалу $W_р$, що відповідає даній температурі та вологості навколишнього середовища. В даний час для визначення $W_р$ зазвичай використовуються емпіричні співвідношення, які апроксимують експериментально отримані графіки $W_р = f(\varphi)$. Нижче викладається алгоритм чисельного визначення ізотерм сорбції на основі даних про функцію розподілу пір по розмірах для даного матеріалу та отриманої М. Нікітенко формули для товщини шару конденсату. Рівноважна товщина шару рідини δ на стінках частково заповнених капілярів, як показано в [1], не залежить від радіуса капіляра і визначається по формулі

$$\delta = \delta^*(1-\sqrt{1-\varphi}). \qquad (1)$$

Тут δ* – середня довжина зміщення активізованої частки всередині конденсованого тіла, $\delta^* = A/(\xi\ \ n)$, де А – енергія активації, $\xi = \text{const}$ – коефіцієнт опору переміщенню частки, що випаровується, до вільної поверхні тіла, n – густина молекул, що випаровуються, $n = \rho_ж N_A/\mu$, N_A – число Авогадро; φ – ступінь насичення парогазової суміші при даній температурі, $\varphi = P_п / P_н(T)$. При φ = 1, δ* = δ. У відповідності до (1) при заданих значеннях температури T і відносній вологості φ товщина шару конденсату на стінках пір однакова і дорівнює δ для капілярів радіуса $r > \delta$, а капіляри радіуса $r \le \delta$ заповнені повністю. Про справедливість такого припущення свідчать результати спостережень в досліді [2] зі скляним капіляром по вивченню послідовності заповнення гофрованих пір при сорбції (рис.1, а – в) і звільнення при випаровуванні (рис.1, г – е).

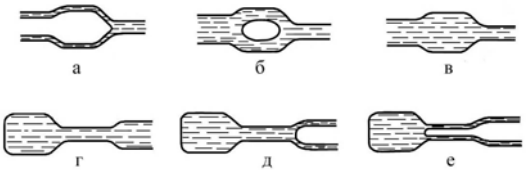


Рисунок 1. Послідовність заповнювання при адсорбції (а, б, в) і звільнення при десорбції (г, д, е) гофрованих пір

Описані механізми адсорбції і десорбції надав можливість визначати функції ізотерм адсорбції і десорбції на основі даних про функцію розподілу пір по розмірах.

Розполагаючи інтегральною функцією $V_r=F(r)$ на рівномірній різницевій сітці $r_i = i\Delta r$; $i = 0, 1, \ldots, I$; $\Delta r = (r_{\max} - r_{\min})/(I - 1)$, де $r_{\min}$ і $r_{\max}$ – мінімальний і максимальний радіуси капілярів для даного матеріалу, будується масив чисел $F_i = F(r_i)$. На введеній різницевій сітці обчислюється диференціальна функція розподілу пір по розмірах за наступними різницевими співвідношеннями

$$f_i = \frac{F_{i+1} - F_{i-1}}{2\Delta r}, \quad i = 2,3,\ldots,I-1; \qquad f_1 = \frac{F_2 - F_1}{\Delta r}; \qquad f_I = \frac{F_I - F_{I-1}}{\Delta r}. \tag{2}$$

Вводиться різницева сітка по товщині шару конденсату $\delta_m = m\Delta\delta$; $m = 0, 1, \ldots, M$; $\Delta\delta = (\delta^* - \delta_0)/(M - 1)$, де δ_0 – товщина шару конденсату, що відповідає вологості зовнішнього середовища в початковому рівноважному стані. З формули (1) обчислюються значення вологості газу φ_m, що відповідають значенням товщини шару δ_m: $\varphi_m = \frac{\delta_m}{\delta^*}\left(1 - \frac{\delta_m}{\delta^*}\right)$. Обчислюється радіус R_{im} внутрішньої циліндричної поверхні шару рідини товщиною δ_m в капілярі радіуса r_i: $R_{im} = r_i - \delta_m$, об'ємна частка рідини Ψ_{im} у цьому капілярі:

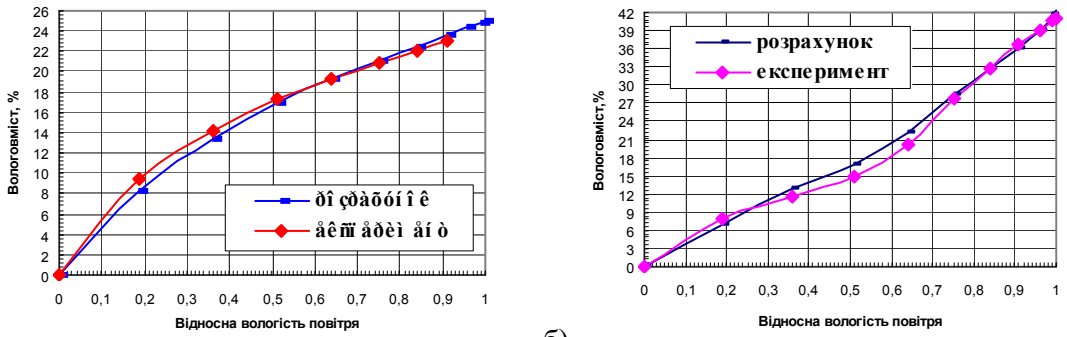
$$\Psi_{im} = [\pi r_i^2 - \pi(r_i - \delta_m)^2]/(\pi r_i^2) = 2\delta_m / r_i - \delta_m^2 / r_i^2, \tag{3}$$

а потім і вологовміст W_m пористого тіла при вологості середовища φ_m

$$W_m = \sum_{i=1}^{I} (f_i \Psi_{im} + f_{i-1}\Psi_{i-1,m})\Delta r / 2. \tag{4}$$

Знайдена в такий спосіб функція $W_m = f_\varphi(\varphi_m)$ при даній температурі є ізотермою адсорбції.

На рис. 2. представлено результати розрахунку та експериментальні дані [2]. Інтегральні функції V_r розподілу пір по розмірах для зазначених адсорбентів, що отримані методом ртутної порометрії, представлені в роботах [2, 3].



а) б)

Рисунок 2. Ізотерми сорбції парів води силікагелем (а) та активним окисом алюмінію (б) при температурі T=30 ºС

Висновки

Результати чисельного моделювання добре співвідносяться з експериментальними даними. Таким чином представлений алгоритм дозволяє визначати рівноважний вологовміст для будь-якого пористого матеріалу в усьому діапазоні значень відносної вологості зовнішнього середовища.

Список літератури

[1] Nykytenko N.Y. Yssledovanye dynamyky ysparenyya kondensyrovannыkh tel na osnove zakona yntensyvnosty spektral'noho yzluchenyya chastyts, YFZh., 2002, T.75, 3, s.128– 134.

[2] Rudobashta S.P. Massoperenos v systemakh s tverdoy fazoy, M.: Khymyya, 1980, 248 s.

[3] Kel'tsev N.V. Osnovы adsorbtsyonnoy tekhnyky. 2-e yzdanye. –M.: Khymyya, 1984, 590 s.

Density functionals theory methods in calculations of properites of nanoporous materials

Filip Formalik[1], Jusytna Rogacka[1], Michael Fischer[2], Bogdan Kuchta[1,3,4], Szczepan Roszak[5]

1. Group of Bioprocess and Biomedical Engineering, Faculty of Chemistry, Wroclaw University of Science and Technology POLAND, Wroclaw, filip.formalik@pwr.edu.pl
2. Crystallography Group, Department of Geosciences, University of Bremen, GERMANY, Bremen,
3. Department of Physics and Astronomy, Univeristy of Missouri, USA, Columbia
4. Laboratory MADIREL, Aix-Marseille University, FRANCE, Marseille
5. Advanced Materials Engineering and Modelling Group, Faculty of Chemistry, Wrocław University of Science and Technology, POLAND, Wroclaw

Abstract – Density functional theory calculations were performed to benchmark the methods used to describe metal-organic frameworks materials which can be potentially applied to adsorption, separation and sensing. Results allow to predict the properites of such materials with higher accuracy and greater computational efficiency.

Keywords – metal-organic frameworks, density functional theory, benchmarking

Introduction

Atomic level simulations, such as molecular dynamics (MD), Monte Carlo (MC) or DFT, recently became inseparable part of characterization of the properties of porous materials [1]. Computational methods are often used to study adsorption, diffusion, separation. Moreover electron density methods provide insight into the level which is not usually accessible for experimental methods. DFT calculations of structural characteristics of flexible MOFs were performed. We choosed materials from the family of MIL-53 (Fig. 1.) with different metallic centers (Al, Cr, Fe, Ga, Sc, V – MIL-47) and flexible materials from the group of zeolitic imidazolate frameworks (ZIF) - ZIF-7, ZIF-8, ZIF-9. Rigid MOFs were added to the benchmarking for comparison. To describe the interactions in our systems we used well-known generalized gradient approximation for exchange-correlation functionals proposed by Pedrew *et. al.* [2]. Empirical disspersion correction was added to properly describe breathing effect caused by interaction of aromatic rings in organic linkers of MOFs [3].

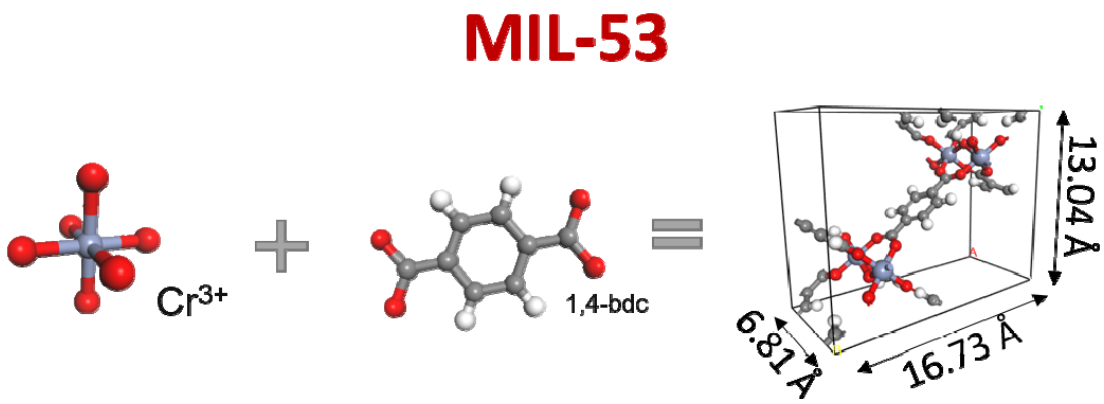


Fig.1. MIL-53(Cr) material with building blocks.

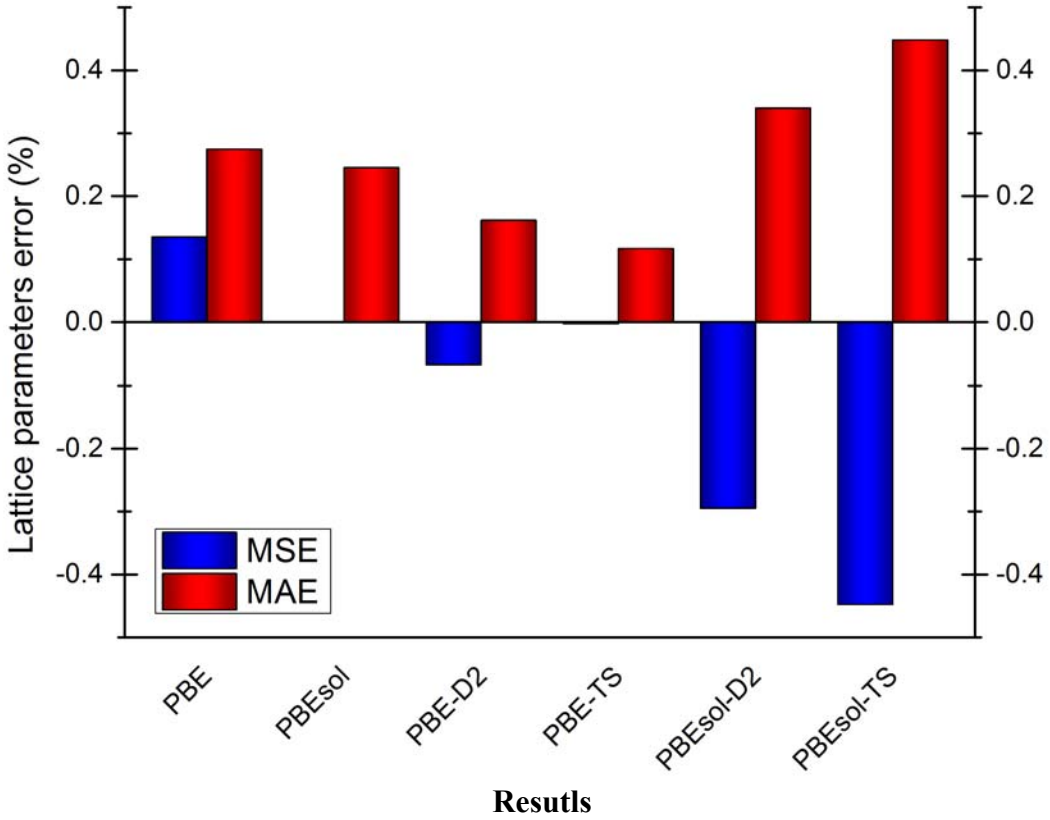


Fig.2. Mean average error and mean signed error for lattice parameters calculated with selected exchange-correlation functionals.

We calculated lattice parameters and bond lengths and angels, and compared them with well defined experimental structers obtained from low-temperature X-ray powder diffraction (Fig. 2.). Our analysis can be starting point for other applications of DFT methods such as construction of a force field for MD or MC calculations.

Acknowledgments

FF, JR and BK are partially supported by the Polish National Science Center (NCN, grant no. 2015/17/B/ST8/00099). The calculations have been partially performed at the WCSS computer center of The Wroclaw University of Science and Technology, grant no 33. We will acknowledge use of the Software: BIOVIA Materials Studio 2017 Module Castep.

References

[1] M. Fischer, F. O. Evers, F. Formalik, A. Olejniczak, "DFT-GGA calculations for the structure optimisation of neutral-framework zeotypes," Theor. Chem. Acc., vol. 135, p. 257, 2016.

[2] J. P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, "Generalized Gradient Approximation Made Simple," Phys. Rev. Lett., vol. 77, p. 3865, 1996,

[3] S. Grimme, "Semiempirical gga-type desnisty functional constructed with a long-range dispersion correction", J. Comp. Chem., vol. 27, p. 1787, 2006.

Аналіз моделей процесу отримання біодизельного палива

Олена Кукушкіна[1], Юрій Безносик[2]

1. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр.Перемого, 37, E-mail: ok_post@mail.ru

2. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр.Перемого, 37, E-mail: yu_beznosyk@ukr.net

Abstract – The analysis of existing models of the process of biofuel production was carried out. The mathematical model of kinetics of the transesterification process of the vegetable used oils was chosen. The software module for calculation by the model was implemented.

Key words – methyl esters, biodiesel, transesterification reaction, kinetic model

Вступ

Незважаючи на те, що важливість біодизеля як альтернативного палива зросла протягом останніх двадцяти років, хімічна кінетика реакції трансестерифікації, яка є найбільш важливим питанням у виробництві біодизеля, залишається спірною. Більшість досліджень направлені на пошук і розробку найкращої моделі процесу і визначення та обгрунтування порядку реакції трансестерифікації. Тому визначення оптимальної моделі процесу отримання біодизеля є дуже важливим питанням. В якості каталізатора використовуються калій гідроксид, або натрій гідроксид. Гідроксид іон, в даному випадку, являється каталізатором для реакції трансестерифікації. Також він виступає реагентом в реакція омилення. Таким чином, омилення позбавляє реакцію трансестерифікації не тільки реагентів які можуть бути перетворені в біодизель, але й каталізатора необхідного для протікання реакції. Тому, при проведенні реакції необхідно контролювати вміст вільних жирних кислот у вихідній сировині, оскільки якщо їх процентний вміст складає більше 1%, то це призводить до утворення мила і значно зменшує ефективність каталізатора. Отже, при розробці математичної моделі процесу, необхідно враховувати всі ці фактори.

Аналіз досліджень

Робота над особливостями хімічної кінетики процесу отримання біопалива була розпочата Фрідманом [1]. В його моделі реакція трансестерифікації протікає в три стадії:

$$TG + ROH \leftrightarrow DG + E$$

$$DG + ROH \leftrightarrow MG + E$$

$$MG + ROH \leftrightarrow G + E$$

де TG – тригліцериди, DG – дигліцериди, MG – моногліцериди, G – гліцерин, ROH – спирт, E – метиловий естер.

Всі зворотні реакції мали другий порядок. За допомогою рівняння Арреніуса, було визначено, що швидкість реакції змінюється пропорційно до зміни температури [1].

У роботі [2] розроблена кінетична модель для всіх конкуруючих реакцій, які мають місце під час трансестерифікації. Модель включає стадії формування метоксиду, метаноліз, і омилення. Після деяких спрощень та припущень, отримана система з шести рівнянь за участю восьми реакцій і десяти констант швидкості. Отримана модель явно враховує наявну кількість води і каталізатора.

В даній роботи на основі аналізу існуючих моделей для отримання біодизельного палива з відпрацьованої рослинної олії необхідно було обрати модель для дослідження кінетики реакції отримання біодизеля та виконати іі програмну реалізацію.

Результати досліджень

Проведений аналіз кінетичних моделей отримання біодизеля показав, що для описання кінетики даного процесу може бути застосована система диференційних рівнянь, які описують зміну концентрацій TG – тригліцеридів, DG – дигліцеридів, MG – моногліцеридів, G – гліцерину, ROH – спирту, E – метилового естеру, а токож гідроксил іону OH [3].

Диференційні рівняння показують, що швидкості обох процесів: алкоголізу і трансестерифікації пропорційні концентрації гідроксиду-іону, і що швидкість алкоголізу обернено пропорційна концентрації води. Ці залежності мають місце і в оригінальній моделі [2], але там концентрація води зосереджена в сукупних константах швидкості.

Для проведення розрахунків за моделлю був розроблений програмний модуль. В якості середовища розробки було обрано мову програмування JAVA 1.7. Початковими даними до розрахунку були дані, що отримані експериментально на лабораторній установці в науково-дослідній лабораторії.

Для вирішення диференціальних рівнянь моделі був використаний метод Рунге-Кутта. Для проведення розрахунків за моделлю використовувалась стандартна функція математичного пакету Matlab – ode45. Для організації взаємодії між розробленим java-додатком та програмою Matlab була організована клієнт серверна архітектура основана на технології RMI (Remote Method Invocation), яка дозволяє викликати методи програми-сервера для виконання розрахунків.

Висновки

Проведено аналіз кінетичні моделі, що використовуються для отримання біодизельного палива. Обрано модель яка найкращим чином описує процес у випадку використання відпрацьованої олії в якості вихідної сировини і враховує такі фактори як формування метоксиду, метаноліз, омилення, наявність в олії вільних жирних кислот.

Розроблено алгоритм рішення моделі, який реалізовано в якості обчислювального модуля. Дане програмне забезпечення дозволяє оцінити час протікання реакції та обрати оптимальні параметри процесу.

Список літератури

[1] B. Freedman et al., “Variables affecting the yield of fatty esters from transesterified vegetable oils”, J. Am. Oil Chem. Soc., 61, 1984, pp. 1638-1643.

[2] K. Komers, “Kinetics and Mechanism of the KOH – catalyzed methanolysis of rapeseed oil for biodiesel production”, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 104(11), 2002, pp. 728-737.

[3] O. Kukushkina, “Analysis of kinetic models of the process of obtaining the biodiesel fuel”, in 5th International Scientific and Practical Conf., Kyiv, 2016, pp. 56-61

Application of New, Simple Method of Determining Necessary Conditions of Dead Zone Formation to Biochemical Kinetic Equations

Grzegorz Król[1], Mirosław Szukiewicz[1]

1. Chemical Department, Rzeszow University of Technology, POLAND, Rzeszow, Av. Powstancow Warszawy 6/129, E-mail: ich_gk@prz.edu.pl

New, simple method of determining necessary conditions of dead zone formation is proposed. An approach is based on simpler mathematics and it is more intuitive than methods formerly presented in literature. For this reason it allows to find the necessary conditions in the simple way for new, yet undiscussed cases.

Keywords – dead zone in catalyst pellet, necessary conditions of dead zone formation in catalyst pellet, "integral" method, Monod kinetic equation, Moser kinetic equation, Michaelis-Menten kinetic equation

Introduction

In heterogeneous reaction systems, mass transfer of reactants first takes place from the bulk fluid to the external surface of the pellet. The reactants then diffuse from the external surface into and through the pores within the pellet, with reaction taking place only on the catalytic surface of the pores. So that both diffusion of the reactants into a catalyst pellet and reaction rate have an influence on a rate of processes running on solid-state catalyst. If intrinsic diffusion is much slower than reaction rate, concentration of reactant inside pellet decreases rapidly. For sufficiently strong diffusion limitations concentration in the pellet can even vanish to zero. Then in a pellet centre zone without reaction (so called `dead zone`) is formed. Fundamental investigations on dead zone were carried out already by Aris [1].

Dead zone is a central part of catalyst pellet where chemical reaction does not occur. As a consequence, the pellet is not fully utilized and efficiency of catalytic process decrease. Conditions of dead zone formation still have not been fully formulated. Usually, in literature, there are presented the types of kinetic equations for which such zone could appear (i.e. necessary conditions of dead zone formation), but fulfilling them is insufficient. To be sure that dead zone will appear in the pellet, additionally the diffusion limitations must be sufficiently large i.e. Thiele modulus value should be larger than critical Thiele modulus Φ_{crit}. Presented outline describes heterogenous catalytic processes, but analogous behaviour can be observed for biochemical processes with immobilized enzymes, e.g. glucose isomerization to fructose by immobilized glucose isomerase [2].

We present the new method of determining necessary conditions of dead zone formation. It will be called further "integral" method, because it bases on testing convergence of integrals. The method could be applied for yet undiscussed biochemical kinetic equations, such as Moser equation.

"Integral" method

1. The dimensionless mass-balance equation of steady-state process of diffusion with chemical reaction in catalyst pellet has a form:

$$\frac{1}{x^{\alpha}}\frac{d}{dx}\left(x^{\alpha}\cdot\frac{dc}{dx}\right)=\Phi^{2}\cdot R(c) \qquad (1)$$

where Φ is a Thiele modulus, $R(c)$ is a kinetic function and α is a geometry parameter (α = 0 slab pellet, α = 1 cylindrical pellet, α = 2 spherical pellet). If external mass transfer limitations can be neglected, boundary conditions could be written as follows:

a) dead zone is not formed ($\Phi < \Phi_{crit}$)

$$c(1) = 1, \left.\frac{dc}{dx}\right|_{x=0} = 0 \quad (2),(3)$$

b) dead zone is formed ($\Phi > \Phi_{crit}$)

$$c(1) = 1, c(x0) = 0, \left.\frac{dc}{dx}\right|_{x=x0} = 0 \quad (4),(5),(6)$$

where x0 is dead zone-end coordinate. If Thiele modulus Φ is equal to Φ_{crit}, then x0 is equal to 0, both model became the same. If dead zone does not form, $\Phi_{crit} \to \infty$. Such a case is observed e.g. for power-law type of kinetic equation with the exponent greater than or equal to 1.

2. Eq. (1) with boundary conditions (4), (5), (6) can be easily transformed to:

3. $$\sqrt{2} \cdot \Phi_{crit} = \int_0^1 \left[\frac{\int_0^c [x_{crit}(c)]^{2\alpha} \cdot R(c)dc}{[x_{crit}(c)]^{2\alpha}}\right]^{-0.5} dc \quad (7)$$

4. where $x_{crit}(c)$ is a critical concentration profile in implicit form. Analysis of Eq. (7) leads to the following conclusion: if any of integrals in Eq. (7) is divergent, dead zone does not appear and $\Phi_{crit} \to \infty$. So convergence of both integrals in Eq. (7) can be regarded as necessary conditions of dead zone formation. Convergence of integrals could be examined for example by comparison test [3]. This test allows to easily prove that conditions of convergence of both integrals in Eq. (7) for the given kinetic equation $R(c)$ are the same no matter if pellet is spherical, cyllindrical or flat (α = 2, 1 or 0, respectively). That are the basic assumptions of "integral" method.

5. The method was applied to few well known biochemical kinetic equations, such as Moser kinetic equation, Monod kinetic equation and Michaelis-Menten kinetic equation.

Conclusion

Integral method allows to determine that dead zone will form for Moser kinetic equation if and only if exponent is greater than -1 and less than 1. Also it allows to find out that dead zone will not form neither for Monod nor for Michaelis-Menten kinetic equations.

Acknowledgments

This work was supported by grant no. 2015/17/B/ST8/03369 of the National Science Centre, Poland.

References

[1] Aris R., "The Mathematical Theory of Diffusion and Reaction in Permeable Catalysts", Clarendon Press, Oxford, 1975.

[2] Palazzi E., Converti A., "Evaluation of diffusional resistances in the process of glucose isomerization to fructose by immobilized glucose isomerase", Enzyme and Microbial Technology, 2001, Vol. 28, pp. 246-252.

[3] Buck R. C., "Advanced Calculus (2nd ed.)", McGraw-Hill, New York, 1965.

The influence of sulfur and oxygen atoms in heterocycling ring on the conformational properties of the nonstandard amino acids

Monika Staś, Dawid Siodłak, Małgorzata A. Broda, Teobald Kupka

Faculty of Chemistry, Opole University, Poland, Opole, Oleska 48, Street, 45-052 Opole, monika.stas@uni.opole.pl

Non-standard amino acids moiety is common in nature. 5-membered heterocycling ring as oxazole or thiazole introduced in amino acids residues can cause different conformational properties of peptides, where they occur. Typical for that compunds is conformation β2, regardless of the kinds of ring. However oxygen and sulfur in the ring lead to different intra- and intermolecular interactions.

Keywords – conformation, non-standard amino acids, oxazole, thiazole, Ramachandran map

Introduction

Biological activity and metal-binding properties of protein and peptides depend on their conformation. Controlling conformation is especially important for drug design and discovery and heterocycling rings are suitable for these purpose. Aromatic heterocycles are plain, the heteroatoms can create intra- and intermolecular interactions and constrain the proper conformation and they show an ability to create hydrogen bond effects affecting an overall basicity and solubility. For example, the presence of thiazole and oxazoline rings impose conformational restriction for cyclic octapeptides related to *ascidiacyclamide* [1] The presence of small heterocycling rings in main chain of standard amino acid residues causes conformational changes (for example chair or boat conformation) and leeds to different antitumor and metal-binding properties [2].

Heterocycling rings naturally occur in highly modified macrocyclic peptides like thiopeptide antibiotics or alkaloids [3, 4]. In many cases, these compounds have promising anti-tumor, antibacterial, and anti-malaria activities. Thiazoles and oxazoles were found in many natural compounds. Research are focused on hetrocycling-amino acids (Xaa-Tzl/Xaa-Ozl) - non-standard amino acids with thiazole or oxazole ring in place of C-terminal amide group. Thiazole ring in peptide chain is derived from enzymatic post-translational modifications of cysteine [5]. Very often a double bond between α and β carbon atoms in these residues is also present and such system is called the thiazole-α,β-dehydro-amino acid [6]. Most commonly sulfur-containing heterocycles can participate in attractive nonbonding interactions controlling the molecular conformation that can improve binding affinity of independent ligand-target contacts and enhance selectivity while mitigating off-target toxicity and/ or metabolic modification. So far the influence of sulphur atom in amino acid residues with heterocycling ring on conformation was unknown.The aim of this work was to analyse the influence of thiazole ring in place of the C-terminal amide group on the conformational preferences of amino acids residues using theoretical methods.

Description of a problem solution

The Gaussian 09 package was used [7] and the conformational properties of choosen thiazole and oxazole-amino acid were calculated on the basis of Ramachandran maps using the meta-hybrid M06-2X/6-311++G(d,p) level of theory [8]. To estimate the solvation effects on the conformations, calculations were also conducted using a self-consistent reaction field (SCRF- SMD) [9]. The NBO analysis was performed using the same method and basis set .

Results and disscusion

For all studied residues 4 conformation were calculated. Thiazole-alanine (Ala-Tzl) has grater tendency to adopt conformation β and forms less available conformers than oxazole-alanine (Ala-Ozl). Thiazole-dehydroalanine (ΔAla-Tzl) shows that double bond between the C^{α} and C_{β} shows stronger tendency to adopt conformation β2, than its oxazole-analogues (ΔAla-Ozl). For

thiazole-dehydroalanine and oxazole-dehydroalanine the number of conformers as well as energy orders *in vacuo* and chloroform is the same. Thiazole-dehydroalanine reveals the strongest tendency to adopt the conformation β2 form. On the other hand, steric hindrance in side-chain weakens the tendency to adopt the conformation β2. This is apparent in ΔAbu-Tzl and Δabu-Ozl structures.

The conformation β2 is stabilized by π-electron conjugation, as well as the intramolecular hydrogen bond N-H···N; in conformation C5 the oxazole ring is reversed and creates N-H···O hydrogen bond (this is more typical for amides) and is also stabilized by π-electron conjugation. The conformations α and β are stabilized by dipol-dipol interactions.

Conclusion

Our studies show that modifications of peptide chain change their properties. Heterocycling rings in peptide stabilize conformation andintroduce new interactions. Oxazole and thiazole amino acids have a tendency to form conformation β2, stabilized by the atypical N-H···N hydrogen bond. Increasing of the polarity favours other conformations, in particular the helical conformations β and α, but still, the conformation β2 can be adopted, especially for the dehydroamino-acids. For saturated compounds the conformation β is more favoured. Thiazole show some several conformational differences, as compared to oxazole analogues but the overall conformational profile is similar. The calculated conformations are in agreement with the crystal structures from the Cambridge Data Base.

Acknowledgments

This research was supported in part by PL-Grid Infrastructure. Monika Staś was a recipient of a Ph.D. fellowship from a project funded by the European Social Fund.

References

[1] T. Ishida, Y. In, M. Doi, M. Inoue, Y. Hamada, T. Shiori, Biopolymers, 32 (1992) 131-143.
[2] G. Abbenante, D.P. Fairlie, L.R. Gahan, G.R. Hanson, G.K. Pierens, A.L. van den Brenk, J. Am. Chem. Soc., 118 (1996) 10384-10388.
[3] M.C. Bagley, J.W. Dale, E.A. Merritt, X. Xiong, Chem. Rev., 105 (2005) 685-714.
[4] Z. Jin, Nat. Prod. Rep., 28 (2011) 1143-1191.
[5] M.V. Metelev, D.A. Ghilarov, Mol. Biol., 48 (2014) 29-45.
[6] D. Siodłak, Amino Acids, 47 (2015) 1-17.
[7] M.J. Frisch, Gaussian, Inc., Wallingford, CT, USA, 2009.
[8] Y. Zhao, D. Truhlar, Theor. Chem. Account., 120 (2008) 215-241.
[9] Y.K. Kang, H.S. Park, New J. Chem., 38 (2014) 2831-2840.
[10] F. Weinhold, C.R. Landis, Chem. Edu. Res. Pract., 2 (2001) 91-104.

Віртуальний скринінг біологічної активності тіосульфоестерів з хіназоліновим фрагментом

Наталія Монька[1], Юрій Шах, Софія Василюк, Галина Хоміцька, Галина Шиян, Діана Баранович, Віра Лубенець, Володимир Новіков

1. Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет „Львівська політехніка”, вул. С.Бандери, 12, м. Львів, 79013, УКРАЇНА. vlubenets@gmail.com

Abstract - The perspective directions of experimental biological research of quinazoline esters of aromatic and heterocyclic thiosulfoacids have been identified based on the basis of the virtual biological screening using PASS computer system and molecular docking.

Ключові слова – хіназолінові естери тіосульфокислот, віртуальний скринінг, *in silico* методи, біологічна активність, PASS, молекулярний докінг.

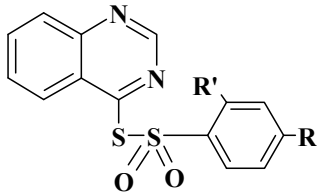
Вступ

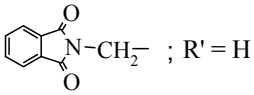
Робота по створенню нових лікарських засобів є трудоємким процесом і для досягнення максимально ефективних результатів в короткий час вимагає об’єднаної та скоординованої роботи багатьох різнопрофільних лабораторій. *In silico* методи дають можливість вдосконалити пошук та розробку нових лікарських препаратів. За приблизними оцінками використання технології *in silico* (хемоінформатики) скорочує розробку нових фармпрепаратів на декілька років та фінансові витрати та інші ресурси, у розмірі близько 0,5 млрд доларів США. Такі методи є корисними і їх інтегрування в сучасний процес виготовлення ліків надзвичайно необхідне.

Відомо, що сульфуровмісні органічні сполуки, зокрема тіосульфокислоти та їх похідні, є потенційними біологічно активними сполуками широкого спектру дії [1]. Взаємозв'язок будови та біологічної дії тіосульфоестерів можна використовувати для цілеспрямованого синтезу нових біологічно активних субстанцій з комплексом заданих властивостей, а результати біологічного скринінгу можуть слугувати основою пропозицій щодо практичного застосування синтезованих тіосульфоестерів, зокрема тіосульфоестерів з хіназоліновим фрагментом.

Обговорення результатів

Як об’єкти досліджень нами були обрані наступні тіосульфоестери з хіназоліновим фрагментом:



1: R =  ; R' = H

2: R = CH_3– ; R' = H

3: R = H_2N– ; R' = H

4: R = H ; R' = CH_3-

5: R = -$NHCOOCH_3$; R' = H

Для планування напрямів експериментальних досліджень біологічної активності хіназолінових тіосульфоестерів нами використано комп’ютерну програму PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances), принцип роботи якої базується на аналізі залежності «структура-активність» для речовин з навчальної вибірки, яка містить більше 35000 різноманітних біологічно активних речовин (субстанції відомих лікарських препаратів і фізіологічно активні сполуки) [2].

Біологічна активність у системі PASS описується по принципу наявність/відсутність, що пояснюється в тому числі й необхідністю використання інформації з різних джерел при формуванні навчальної вибірки [2]. Середня точність прогнозу програми PASS складає близько 85%, що є достатнім для використання отриманих даних для прогнозу спектру біологічної активності нових речовин (очікувана середня точність прогнозу при випадковому вгадуванні однієї з 500 видів активності складає лише близько 0,2%) [3]. Результати прогнозу надають інформацію щодо переліку ймовірних видів активності та розрахунковими оцінками ймовірності

наявності (Pa) і відсутності (Pi) кожної із активності. Числові значення ймовірностей Pa і Pi є в межах від 0 до 1, а їх сума, як правило, не рівна одиниці, оскільки ймовірності наявності та відсутності певного виду фізіологічної активності розраховуються незалежно. Аналізуючи результати скринінгу біологічної активності тіосульфоестерів з хіназоліновим фрагментом отриманих за програмою PASS виявлено перспективні напрямки їх експериментальних біологічних досліджень, серед яких виявлення антивірусної, антиангінальної, транквілізуючої та гіпотензивної активностей, а також встановлення можливості їх застосування як інгібіторів ряду ферментів.

Також одним з найбільш інформативних методів обчислювальної хімії є молекулярний докінг [4], оскільки база даних білкових структур нещодавно досягла 100 тисяч структур з 500 тисяч можливих в людському організмі, то використання докінгу для визначення рівня зв'язування ліганда з рецептором стає все більш достовірним. Для проведення докінгових досліджень використано програмний пакет Small Molecule Drug Discovery компанії Schrödinger. Докінгові дослідження проводили на білку сімейства PPAR-γ – 1fm6. (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma), який відомий як глітазон рецептор, або NR1C3 (ядерний рецептор підродини 1, група C, елемент 3), що є ядерним рецептором типу II, який в організмі людини кодується геном PPARG. Стандартним лігандом в дослідженнях використано препарат Троглітазон

Результати проведеного скринінгу біологічної активності хіназолінових тіосульфоестерів з використанням молекулярного докінгу свідчать про високу доцільність пошуку серед досліджуваних тіосульфоестерів нових антидіабетичних препаратів. З серії досліджуваних сполук найкращий рівень зв'язування з активним сайтом білка PPARγ проявив S-хіназолін-4-іл-4-((1,3-діксоізоіндолін-2-іл)метил)бензенсульфонотіоат **1**. Порівняльним аналізом зв'язування цієї сполуки з стандартним лігандом, встановлено, що фрагмент хіназоліну імітує гідрофобне утримування 6-гідрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-ілового фрагменту молекули Троглітазону в активній зоні білка PPARγ (1fm6).

Висновки

На основі даних віртуального скринінгу біологічної активності з допомогою комп'ютерної системи PASS та молекулярного докінгу виявлено перспективні напрямки експериментальних біологічних досліджень тіосульфоестерів з хіназоліновим фрагментом.

Список літератури

[1] Lubenets' V. I. Tiosul'fonaty: syntez i vlastyvosti Ukr. khim. zh., 2003, 69, 8, S. 114-122.

[2] Hloryozova T. A., Fylymonov D. A., Lahunyn A. A., Poroykov V. V., Testyrovanye komp'yuternoy systemы dlya predskazanyya byolohycheskoy aktyvnosty PASS na vыborke novыkh khymycheskykh soedynenyy, Khym.-farm. zhurnal., 1998, T. 32, 12., S. 32-39.

[3] Lagunin A., Stepanchikova A., Filimonov D., Poroikov V., PASS: prediction of activity spectra for biologically active substances, Bioinformatics, 2000, V. 16 (8),P. 747-748.

[4] Friesner R. A.; Banks J. L.; Murphy R. B.; Halgren T. A.; Klicic J. J.; Mainz D. T.; Repasky M. P.; Knoll E. H.; Shaw D. E.; Shelley M.; Perry J. K.; Francis P.; Shenkin P. S., Glide: A New Approach for Rapid, Accurate Docking and Scoring. 1. Method and Assessment of Docking Accuracy, J. Med. Chem.- 2004.-№47.-S. 1739-1749.

The simulation of the dispersed mediums filtration drying process

Oleksandr Ivashchuk [1], Andriy Kovalchuk [2]

1. Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, Lviv, 12 S.Bandera str., E-mail: oleksandr.s.ivashchuk@lpnu.ua
2. Department of Chemical Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, Lviv, 12 S.Bandera str., E-mail: andryy.ko@gmail.com

There is shown the process of preparation for the simulation of the filtration drying process of the dispersed mediums.

Keywords – simulation, drying, CAD, engineering analysis.

Introduction

The drying of dispersed environments is important for many fields of industry and agriculture, like as: construction – drying of bulk materials (sand, cement); solid materials (brick, clay products); food – drying of cereals (buckwheat, wheat, rye, barley, rice etc.). The drying process affects on the quality of manufactured products and their further processing [1].

Chamber simulation

For the simulation of the filtration drying process, there has been created a model of the drying chamber [2] using the program complex for engineer analyze SolidWorks 2016 Educational Edition (Fig. 1).

Fig. 1. The solid model of the drying chamber of the experimental plant of the filtrate drying in SolidWorks 2016 Educational Edition.

Acknowledgment

The authors are expressing the gratitude to the company «Intersed-Ukraine», the official representative of SolidWorks Corp. in Ukraine.

References

[1] Atamanyuk V.M., Mosyuk M.I., Ivashchuk O.S., Zaharkiv O.V. *Kinetyka fiĺtracijnogo sushinnia podribnenoho miskantusa,* Naukovyj visnyk nacionaĺnoho lisotechnichnoho universytetu Ukrajiny, 2016, 26.8, pp.257-264.

[2] Atamanyuk V.M. et al. *Ustanovka filtracijnogo sushinnia sypkykh materialiv*, UA Patent 78453, MPK 2006.01, March 25, 2013

Virtual (Theoretical) Tools – a Future for Technology?

Szczepan Roszak[1]

1. Advanced Materials Engineering and Modelling Group, Faculty of Chemistry, POLAND, Wroclaw, Wroclaw University of Science and Technology, Wybrzeze Wyspianskiego 27, 50-370

Abstract -The presentation will advertise a recent progress in molecular modelling approaches as possibl,e usefull tool for practical sciences including technology and chemical engineering

Keywords : theoretical chemistry, virtual tools, virtual spectrometer, materials design, properties symmulations

Introduction

The progress in basic sciences stimulates the development in practical fields such as technology and engineering. The recent successes of theoretical chemistry make it an attractive tool for practical sciences. The first-principles modelling may constitute the good starting point for further designing of materials or processes. It is especially true when the basic physics and chemistry are already known. The development of virtual (theoretical) tools, such as a virtual spectrometer [1], simplifies the use of theory and more important makes it available for the wide community of researchers. The theoretical approaches may be proved to be useful as a source of data for technology and chemical engineering.

In silico modelling materials and devices for conversion of ecological sources of energy

The possibility to use devices based on molecular or nano-level components for the construction of large scale solar electricity facility challenges the conventional solid-state silicon technology. Different types of emerging organic solar cells (dye sensitized solar cells (DSSC) based on different mechanisms, conjugated polymer solar cells, solar-to-fuel solar cells) and quantum dot solar cells are possible solutions. The studies of molecular properties of cell components and electronic processes in cells will be performed to provide the base for the rational design of new devices. The in silico design of solar and fuel cells should reduce extent and optimize the experimental research on the direct light conversion into electric or fuel power. In the case of DSSC the processes are as follow:

(0) Dye excitation ($S + h\nu = S^*$),

(1) Decay of the excited state of dye to the ground state ($S^* = S$),

(2) Electron injection from electronically excited complex to the TiO_2 conduction band ($S^* = S^+ + e$),

(3) Regeneration of oxidized dyes ($S^+ + e = S$),

(4) Electron transport through the mesoporous oxide film,

(5) Recombination of electrons in semiconductor with oxidized dyes,

(6) Recombination of electrons in semiconductor with electrolyte,

(7) Reduction of electron acceptors in the electrolyte ($I_3^- + 2e = 3I^-$).

The interplay between above processes determines macroscopic characteristics of selected devices. The dyes used in DSSC technology must conform to a number of essential design requirements in order to function. The adequate theoretical treatment includes:

(a) Structural and electronic properties of dyes,

(b) The excited state properties and its relation to the light harvesting problem,

(c) The electronic energy levels structure, particularly the TiO_2-dye border area,

(d) The theoretical analysis of electron density distribution, particularly the relations between donor-acceptor and sensitizer part,

(e) Properties of metal oxide and dye complexes and evaluation of the electron injection efficiency,

(f) The studies of reduction-oxidation processes in electrolyte and electrolyte interactions with dyes.

The studies of properties of individual components and their interplay may be considered as a first order approximation since dye sensitized cells are an example of a molecular system where the function of overall device is better that may be predicted from additively added properties of components. The physical factors, missing in the modelling process may have significant impact however.

References

[1] V. Barone, A. Baiardi, M. Biczysko, J. Bloino, C. Cappelli, F. Lipparini. 'Implementation and validation of multi-purpose virtual spectrometer for large systems in complex environment" Phys. Che. Chem. Phys. 2012, 14, 120404-12422.

[2] A. Hagfeldt, G. Boshloo, L. Sun, L. Kloo, H. Pettersson "Dye-sensitised solar cells" Chem. Rev. 2010, 110, 6595-6663.

DEVELOPMENT, ENERGY AND RESOURCE SAVING IN THE CHEMICAL AND FOOD TECHNOLOGIES

РОЗВИТОК, ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ХІМІЧНІЙ ТА ХАРЧОВІЙ ТЕХНОЛОГІЯХ

Mechanism, kinetics and apparatus-technological design of process of filtration drying of dispersed materials

Volodymyr Atamanyuk[1]

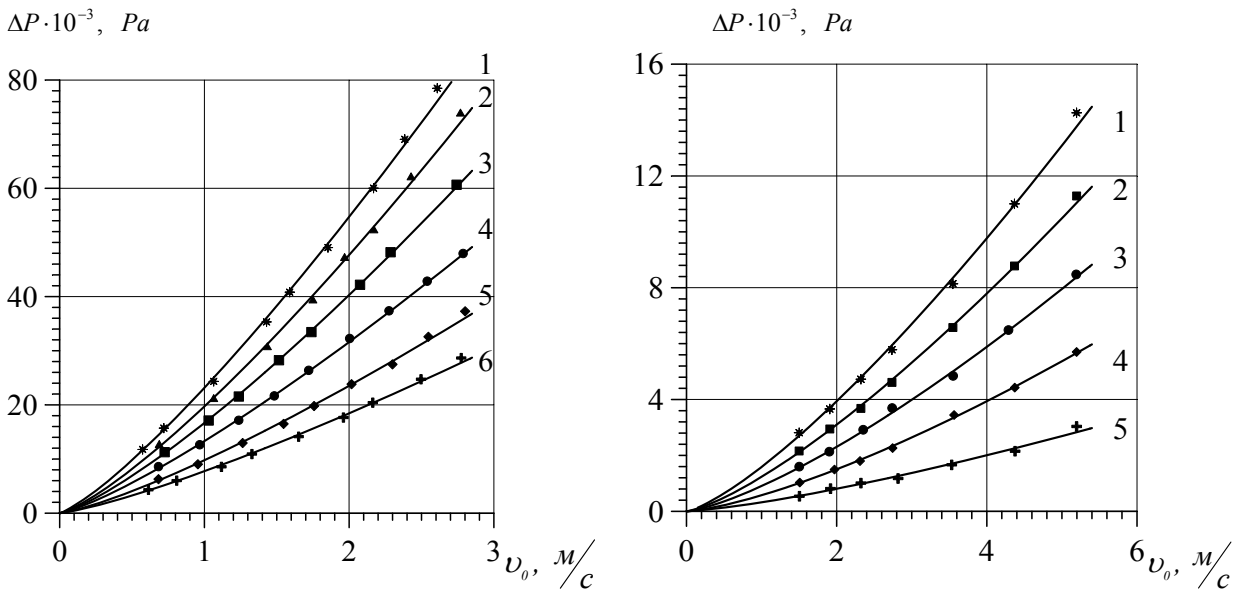
1. Department of Chemical Engineering, National University "Lviv Polytechnic", UKRAINE, Lviv, St. George Square, 9, E-mail: atamanyuk@ukr.net

The hydrodynamics and kinetics of filtration drying of dispersed materials is shown, which are widely used in the chemical industry and are currently the most energy-consuming. Probable mechanism of filtration drying of wet dispersed materials was characterized. The ways of reduction of expenses of thermal energy as a result of the use of filtration drying method are shown.

Keywords: filtration drying, hydrodynamics, kinetics, dispersed material.

Drying is widely used mainly in the final stage of production in the chemical, food, pharmaceutical and other industries, on the effectiveness of which largely depends the quality and cost of the finished product. Only in the chemical industry are subjected to drying over 200,000 different dispersed materials. Rigid competition at the market of products and services requires the use of high-tech equipment and highly efficient methods of drying.

Filtration drying relates to high intensity methods that gives an opportunity to use low-temperature heat agent. Therefore, this drying method can be used for drying thermally labile and thermally stable dispersed materials. The advantage of filtration drying is also that the process takes place in a stationary layer by filtration the heat agent through the porous layer of wet material due to the difference of pressure. Pressure differential can provide both rarefaction under a layer of wet dispersed material, and due to excessive pressure of heat agent over a layer of wet material. Dependence of the losses of pressure from fictitious speed of the filtration of heat agent is shown in Fig. 1.



a) coal

b) precipitated granulated polyacrylamide

faction $0.315 \div 0.63 \cdot 10^{-3}$ m $1 - H = 105 \cdot 10^{-3}\ m$, 2 – 90, 3 – 75 4 – 60, 5 – 45, 6 – 30.

faction 0,25 – 0,5 mm $1 - H = 25 \cdot 10^{-3}\ m$; 2 – 20; 3 – 15; 4 – 10; 5 – 5,0.

Fig.1. Dependence of the losses of pressure in the layer of dispersed material from fictitious speed of the filtration of heat agent

As can be seen from Fig.1, pressure losses in the layer of dispersed material are small, allowing to filtrate heat agent through the porous dispersed material for small energy costs. To

forecast energy costs for the creation of the pressure differential the experimental data are presented as dimensionless complexes dependences the number of Euler and geometric simplex from the Reynolds number.

In addition, such a method of organization of the process provides mechanical displacement of moisture retained in the layer by surface tension (number of mechanically displaced water can be up to 70% of the initial moisture content), high rates of heat and mass transfer, eliminates the grinding of material and in comparison with driers in a boiling layer can occur in fictitious rate less than the rate of fluidization, which is no less important from the viewpoint of energy costs. Fig. 2 shows the kinetics of filtration drying of finely dispersed coal and precipitated granulated polyacrylamide, which confirms the above said. The analysis of Fig. 2 shows that basic amount of moisture is removed mechanically in the first 30 seconds of the experiment, and the drying time to a final moisture content does not exceed 800 s for temperature of heat agent of 50 – 54 □C, allowing in many cases to use secondary sources of energy, which are in a sufficient amount in the chemical industry and are currently used inefficiently.

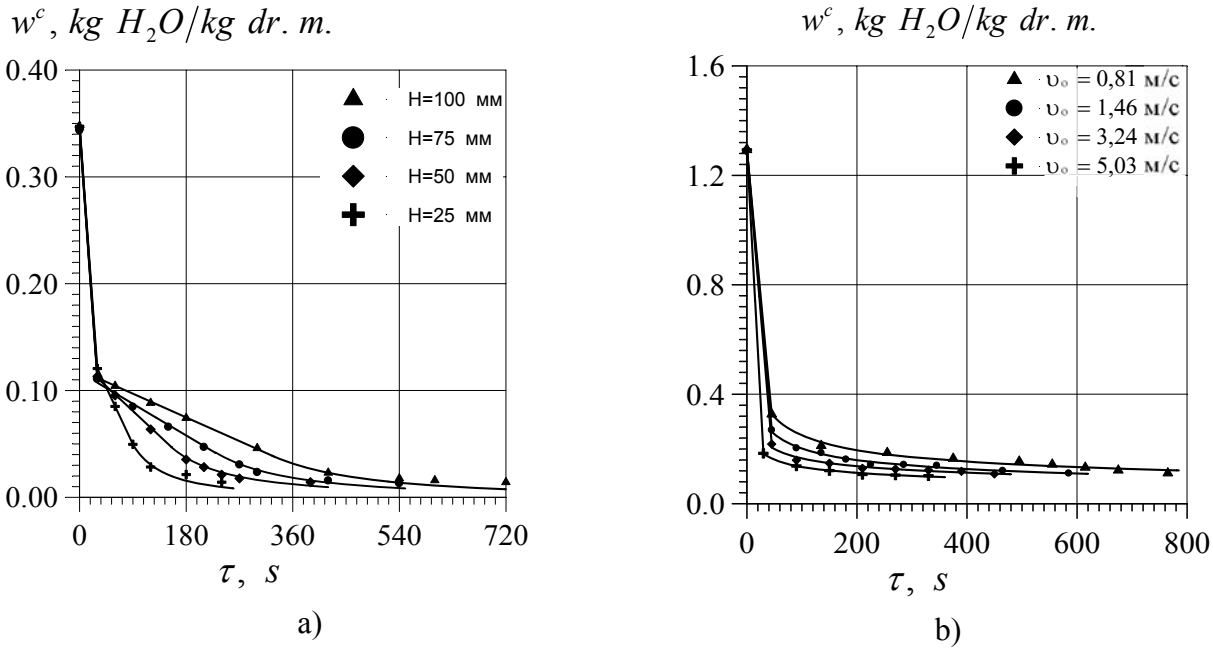


Fig.2. Kinetics of filtration drying: a) – coal faction $(0{,}315 \div 0{,}63)\cdot 10^{-3}\ m$ ($t = 50^0 C$; $\upsilon_0 = 1{,}75\ m/s$);
b) – PGP faction $(0{,}25 \div 0{,}5)\cdot 10^{-3}\ m$ ($T = 54^o\ C$; $H = 30\cdot 10^{-3}\ m$)

We studied the kinetics of filtration drying over 40 different dispersed materials, obtained calculation dependences for predicting both hydrodynamics and kinetics of filtration drying of these materials, and developed schematic diagrams of drying filtration systems of drum, conveyor and combination types, which are protected by patents of Ukraine. Comparison of energy costs for drying of dispersed materials with different structural structure and granulometric composition showed that the use of filtration drying compared to traditional drying methods (in units of boiling layer or drying drums) allows to economize from 230 $кВт\cdot год$ to 7130 $кВт\cdot год$ per 1000 finished product.

Економічно обґрунтовані технології екологізації підприємств харчової промисловості як один із шляхів отримання відновлюваної енергії

Л.М.Хомічак[1]

1. Інституту продовольчих ресурсів НААН України, УКРАЇНА, м. Київ, вул. Євгена Сверстюка (Марини Раскової), 4А.

The young Ukrainian state that became on the way of independence and market relations got in an inheritance the ecological state that can be characterized as threatening. Except it, absence of own sufficient natural energy of carbohydrate origin sources became reason of substantial dependence of economy of Ukraine from the imported deliveries of natural gas and coal. Food industry is not only one of few, that develops dinamically, but also one of most power expense.

Ключові слова: біоетанол, біогаз, барда, жом, цукор-пісок

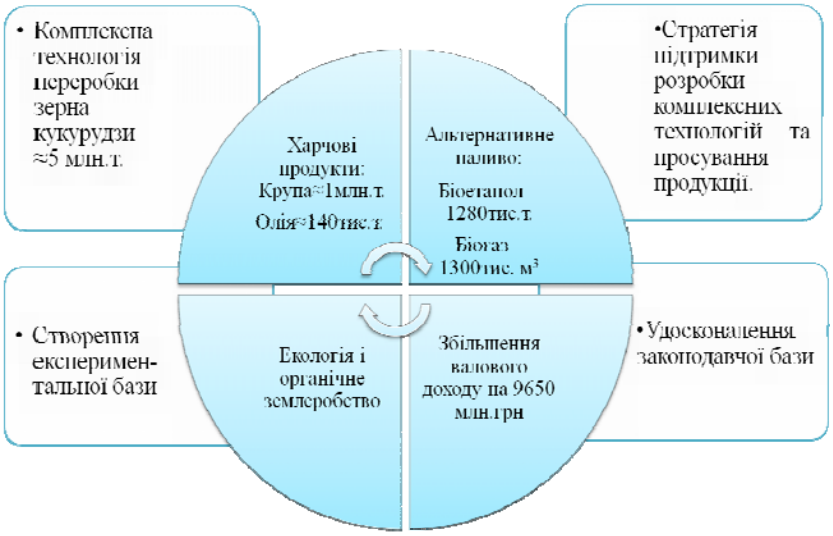
Відомо, що екологізацію виробництва досягають завдяки раціональному переробленню сировини і впровадженню безвідходних і маловідходних технологій. З цією метою впровадження технологій комплексного перероблення сільськогосподарської сировини і розроблення системи заходів щодо ощадливого використання паливно-енергетичних та інших природних ресурсів може стати одним із перспективних шляхів підвищення ефективності галузі .

Одними з найбільш екологічно забруднюючих галузей в харчовій промисловості є цукрова та спиртова. Так, наприклад, цукровий завод продуктивністю в 3000 т переробки буряків за добу, щодоби "викидає" 450…600 т пресованого жому, близько 100 т меляси, майже 200 т фільтраційного осаду ("дефекату") та більше 500 т осадів транспортерно-мийних вод. Разом з тим кожен із перелічених викидів являє собою цінну сировину для виробництва таких необхідних для країни продуктів технічного призначення як біоетанол, біогаз, бетаїн, органо-мінеральні добрива та ін. Розроблена науковцями Інституту продовольчих ресурсів НААН України технологія комплексного перероблення цукрових коренеплодів дозволяє не тільки звести до мінімуму забруднюючі навколишнє середовище викиди, але й отримати за цих умов солідний економічний ефект та сприяти енергонезалежності країни.

Наведені на рисунку розрахункові результати комплексного перероблення цукрових буряків наглядно демонструють, що за переробки близько 20 млн. т цукрових коренеплодів окрім білого цукру можна отримати більше 800 тис. т біоетанолу як добавки до моторного палива, більше 4 млрд. м^3 біогазу та інших продуктів. Розрахунки показують, що переведення частини дифузійного соку та відтоку II утфеля на біоетанол за умови переробки після спиртової барди та жому в біотенках дозволяють легко проводити диверсифікацію цукробурякового виробництва в залежності від кон'юктури ринку, отримати за цих умов майже на 30% вищий прибуток (в порівнянні із звичайною реалізацією жому та меляси)

та за рахунок неповернення на І кристалізацію значної частини нецукрів отримувати цукор-пісок більш високої якості та категорійності, а значить і конкурентоспроможності.

Аналогічним чином це стосується і спиртової галузі. Наведені на діаграмі результати розрахунків запропонованої нами технології комплексної переробки зерна кукурудзи показують, що за переробки 5 млн. т кукурудзи можна отримати окрім спирту ще й 1300 тис. м^3 біогазу, харчові крупи і олію, що буде сприяти збільшенню ефективності виробництва та валового доходу на 9,5 млрд. грн.



Аналогічний стан справ і в інших галузях харчової промисловості, особливо в молочній, котра характеризується значними викидами молочної сироватки та промивних вод та у виробництві м’ясної продукції.

Таким чином впровадження технологій комплексного перероблення сільськогосподарської сировини на харчових підприємствах України сприятиме різкому зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище за одночасного збільшення їх прибутковості та сприятиме зменшенню залежності держави від енергоносіїв закордонного виробництва.

Тістоприготування: проблеми і вирішення

Валерій Янаков[1]

1. Кафедра "Обладнання переробних і харчових виробництв", Таврійський державний агротехнологічний університет, УКРАЇНА. Запорізька область, місто Мелітополь, Проспект Б.Хмельницького, буд.18, E-mail: yanakov@ykr.net

Summary – dough mixing is based on the results and outcomes of theoretical and experimental research and is focused on the solution of scientific problems; reduction of energy consumption and the level of energy impact kneading machine, control of processes and technology to achieve a given sound level test of homogeneity. Implementation of the batch process step enables to implement structural, prescription and qualitative potential of bakery, confectionery and pasta.

Ключові слова – методологія, тістомісильна машина, технологія, процес, енерговитрати, однорідність тіста, тістоприготування.

Вступ

Оцінка інноваційних підходів у роботі тістомісильних машин формується на основі аналізу підвищення результативності хлібопекарних, кондитерських і макаронних технологій [1]. Теоретичні дослідження і аналіз ускладнюються тим, що на даний момент не має єдиної теорії, котра б описувала тістоприготування, включаючи заміс і бродіння тіста, так як і взаємозв'язок енерговитрат тістомісильної машини і якісноутворюючих процесів у перемішуючій сировині та тісті. Отримані дані по взаємозв'язку характеристик сировини та тіста з енерговитратами тістомісильних машин у період тістоприготування. Основні напрямки аналізу та оцінки тістоприготування впроваджені в практику роботи тістомісильних машин, їх можна представити таким чином:

Аналіз конструкцій і енерговитрат тістомісильних машин

Проведено аналіз конструкцій і режимів тістомісильних машин періодичної і безперервної дії, їх застосування в сучасних хлібопекарних, макаронних і кондитерських технологіях. Компоновка даного виду харчової техніки на протязі останніх 70 років експлуатації і проектування складається із: механічний блок; блок управління; енергопривід місильного органа і додаткових енергопередаючих обладнань; місильний орган; робоча ємність; корпус. Характер, метод і час, а також розподіл витрат сумарної потужності привода місильного органа й енергопередаючих обладнань, величина питомої роботи, балансу енергії для тістомісильних машин являються ідентичними.

Аналіз процесної ефективності тістоприготування

Аналіз ефективності тістоприготування зведений у єдиний методичний підхід по обґрунтуванню, визначенню і реалізації науково–аргументованих технологічних процесів. Можливості хлібопекарних, макаронних і кондитерських технологій стикаються з методичними проблемами: прогнозування якісноутворюючих процесів у тісті; визначення режимів енерговитрат тістомісильної машини; відповідність аналізу, коригування та методик вживання технологій; ефективність процесів, що реалізуються; визначення інновацій за напрямками: технологія, обладнання, процес, методика. Втілення системи методичних підходів призводить до змін ступеня технологічно обґрунтованої однорідності тіста в залежності від ряду показників енерговитрат і сировини.

Експеримент і теорія тістоприготування

Проведено аналіз ряду теорій і закономірностей тістоприготування. Дослідження тістомісильних машин показали, що характер зміни енерговитрат і енергетичного впливу на тісто можна описати теоретично. Аналіз демонструє, що енергія, яка витрачається на заміс тіста, розподіляється таким чином: 93% на нагрів тіста; 2,5% на енерговитрати самої тістомісильної машини; 4,5% на процес перемішування тіста. Головним напрямком розвитку технологічної операції замісу являється визначення ефективності алгоритму "енерговитрати тістомісильної машини ↔ якісноутворюючі процеси тіста".

Аналіз експериментів і дослідів тістоприготування показав, що вибір технологічно обґрунтованих режимів роботи тістомісильних машин заснований на комплексному аналізі результатів експериментів і їх теоретичної аргументації. Визначені напрямки реалізації енергетичного впливу та енерговитрат при замісі: аналіз, коригування і час на середовище та тісто, що перемішується; оцінка властивостей стану тіста й перемішуваної сировини; дослідження технологічних і технічних складових замісу та їх взаємозв’язку. Можливість варіювання гідромеханічних, теплообмінних, масообмінних і механічних процесів замісу тіста призводить до установлення максимально ефективного режиму роботи тістомісильних машин.

Впровадження й адаптація тістоприготування

Вибір ефективної організації досліджень визначає відмінності в підходах і методах практичних досліджень в їх теоретичній оцінці. Визначені напрямки інновацій у практику, експеримент і теорію тістоприготування: комплекс задач технологій, процесів, обладнання та товарознавчої оцінки; технічний і технологічний аналіз по напрямках енерговитрат і якісноутворюючих процесів тіста. Зміни критеріїв оцінки енерговитрат дають змогу прогнозувати технологічні показники тіста. Подальші методи аналізу, коригування і впровадження процесів тістоприготування стосувалися контролю вхідних, поточних і вихідних показників діючим стандартам і нормам хлібопекарних, кондитерських і макаронних технологій.

Висновки

1. Комплексний підхід у вивченні роботи тістомісильних машин заснований на реалізації алгоритму взаємозв’язку:

Енергетичний вплив тістомісильної машини

↕

Рівень реалізації якісноутворюючих процесів тіста

2. Спрямованість реалізації енерговитрат, характеру, режиму й методу впливу тістомісильних машин на перемішувану сировину й тісто визначає досягнення технологічно обґрунтованого рівня однорідності тіста.

Список літератури

[1] Yanakov V.P. Obgruntuvannia parametriv i rezhymiv roboty tistomisylnoii mashyny periodychnoii dii: avtoref. dys. na zdobuttia nauchn. stupenia cand. tehn. nauk: spets. 05.18.12. – "Protsesy i obladnannia kharchovyh, mikrobiologichnyh i farmatsevtychnyh vyrobnytstv" V.P. Yanakov. – Donetsk.: Min–vo osvity i nauky Ukrainy, Donetskyi nats. un–t ekonomiky i torhivli im. M. Tugan–Baranovs’kogo, 2011. – 20 s.

Дослідження впливу швидкості сушильного агенту на процес зневоднення яблук

Шапар Р.О.[1], Гусарова О.В.[1]

1. Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, вул. Желябова, 2а, м. Київ, 03057, УКРАЇНА, e-mail: sunflowers@i.ua

In this paper, the influence of the speed of the drying agent in the drying process plant material to low residual moisture are investigated. Purpose - to intensify the process of dehydration and development of energy-efficient modes of production technology for drying fruit chips.

Ключові слова – фруктові, яблучні чипси, швидкість сушильного агенту, стадійне зневоднення, конвективне сушіння.

Вступ

Процес термічного зневоднення є основним у технологічному циклі отримання фруктових чипсів і визначає якість готового продукту та енергетичні показники виробництва. Яблучні чипси виробляються без обсмаження, тому їх характерною відзнакою є відсутність у складі холестерину, канцерогенів тощо. Вони ароматні, смачні та, що дуже важливо, – натуральні. Завдяки цьому чипси набувають популярності та попиту. Вирішення питань зниження енергоспоживання та інтенсифікації процесу сушіння є актуальним науково-технічним завданням. Мета роботи - інтенсифікація процесів зневоднення та розробка енергоефективних режимів сушіння для технологій виробництва фруктових чипсів.

Результати досліджень

Для визначення енергоефективних режимів сушіння проведені дослідження впливу швидкості сушильного агенту (с. а.) на процес зневоднення яблук сорту Ренет Симиренка нарізаних кільцями товщиною 3...4 мм з видаленою серцевинкою. Зневоднення здійснювалось методом конвективного сушіння до кінцевого вологовмісту не більше 8 % у режимах стадійного зневоднення при температурах 80...60 ºС, вологовмісті – 10 г/кг$_{с.п.}$. Швидкості с. а. складали від 0,5 м/с до 3 м/с.

Результати експериментальних досліджень показали, що при швидкості с. а. 0,5 м/с зневоднюваний матеріал знаходився досить тривалий час під впливом небажаного фактору температура-час, в результаті чого відбулось окислення зразків і вони мали неприпустиме коричневе забарвлення. Встановлено, що зі збільшенням швидкості с. а. до 3 м/с тривалість процесу сушіння скорочується в 3 рази ніж при швидкості 0,5 м/с, але суттєво збільшуються енергетичні витрати на процес сушіння. При швидкості с.а. 1,5...2 м/с тривалість процесу сушіння скорочується на 45...55 %, швидкість видалення вологи більша в 1,65...1,85 рази, ніж при швидкості 0,5 м/с. Отримані чипси мали бажані органолептичні показники, смак та запах властиві вихідній сировині.

Висновки

Для запобігання погіршення якісних показників готового продукту рекомендується проводили процес сушіння у режимах стадійного зневоднення при параметрах с. а.: температурі 80...60 ºС, швидкості 1,5…2 м/с та вологовмісті 10 г/кг$_{с.п}$. Пропоновані режими забезпечують скорочення енерговитрат на 10...15 %, дозволяють отримувати якісний продукт з максимальним збереженням вітамінів, мінералів, корисних речовин, аромату та кольору. На базі одержаних результатів розроблено та впроваджено енергоефективну технологію виробництва яблучних чипсів, розроблено та затверджено технічні умови „Чипси фруктові, овочеві”. Технологія захищена 9 патентами України.

До розрахунку пускової потужності спірально-лопатевої мішалки

Тетяна Вітенько[1], Ігор І. Лучейко[1], Ігор Д. Лучейко[2]

1. Кафедра обладнання харчових технологій, ТНТУ ім. І. Пулюя, УКРАЇНА, Тернопіль, вул. Руська, 56, E-mail: goodp434@gmail.com

2. Кафедра енергозбереження та енергетичного менеджменту, ТНТУ ім. І. Пулюя, УКРАЇНА, Тернопіль, вул. Руська, 56, E-mail: lucheyko-igor@ukr.net

The maximum value of the effect of decreasing the starting power of a stirrer with spiral blades as compared with radial blades is analytically calculated.

Ключові слова – математичне моделювання, мішалка зі спіральними лопатями, коефіцієнт форми лопаті в площині обертання, ефект зменшення пускової потужності.

В роботі [1] розраховано “інерційну” $dN_{зі}$ та “опірну” $dN_{іï}$ складові пускової потужності $dN_{ï} = dN_{зі}(\psi_{ë}) + dN_{іï}$ для елемента $dL = \psi_{ë}^{-1/2} dR$ спіральної лопаті

$$dN_{зі} = \frac{1}{2}\psi_{ë} h_{ë} \rho_{ð} \omega_0^3 R^3 dR = \frac{1}{2}\psi_{ë} dm_{ð} \cdot u_{ë}^2;$$
$$dN_{іï} = \frac{1}{2}\zeta_{ë} h_{ë} \rho_{ð} \omega_0^3 R^3 dR = \frac{1}{2}\zeta_{ë} dm_{ð} \cdot u_{ë}^2, \quad (1)$$

де $h_{ë}$ – висота лопаті, м; $\rho_{ð}$ – густина рідини, êã/ì³; $\omega_0 = 2\pi n_0$ – номінальна кутова швидкість обертання мішалки, ðàä/c; R – відстань від осі обертання валу до елемента dL криволінійної лопаті, м; $\zeta_{ë}$ – коефіцієнт гідравлічного опору dR; $dm_{ð} = \rho_{ð} h_{ë} \omega R dR$ – маса шару рідини, яка неперервно взаємодіє з dL (виводиться зі стану спокою) за одиницю часу, êã/c; $u_{ë} = \omega_0 R$ – колова швидкість dL, ì/ñ; $\psi_{ë}(R) = [1 + (R d\varphi_{ë}/dR)^2]^{-1} \le 1$ – коефіцієнт форми лопаті в площині обертання ($\varphi_{ë}(R)$ – рівняння кривої в полярній системі координат).

Для цього розрахуємо, використавши (1), теоретичне співвідношення пускових потужностей для радіальної ($\psi_{ë} = 1$) і спірально-лопатевої мішалок

$$n_{ï}^{âçäí} = N_{ï}^{ðàä} / N_{ï}^{êð} = \frac{N_{зí}^{ðàä} + N_{іï}^{ðàä}}{N_{зí}^{êð} + N_{іï}^{êð}} =$$
$$= \frac{\int R^3 dR + \int \zeta_{ë}^{ðàä} R^3 dR}{\int \psi_{ë} R^3 dR + \int \zeta_{ë}^{êð} R^3 dR} \overset{\zeta_{ë} \notin f(R)}{\Rightarrow} n_{ï}^{âçäí} = \frac{1 + \zeta_{ë}^{ðàä}}{(n_{зí}^{âçäí})^{-1} + \zeta_{ë}^{êð}}. \quad (2)$$

Як слідує з (2), теоретично максимальне значення $n_{ï}^{âçäí}$ практично буде досягатися при виконанні наступної нерівності

$$n_{зí}^{âçäí} >> 1/\zeta_{ë}^{êð}. \quad (3)$$

Так як $\zeta_{ë}^{êð} \le 2,2$, то вже при $n_{зí}^{âçäí} \ge 5...10$, $n_{ï}^{âçäí} \to \max$.

Список літератури

[1] I.D. Lucheyko, M.P. Yamko, Yu.B. Pidgayniy, “Efect zmenshennya puskovoyi potuzhnosti mishalky zi spiralnymy lopatyamy porivnyano z radialnymy”, *Visnyk TDTU im. I. Pulyuya,* no. 1, s. 190-198, Mach 2006.

Вимірювання витрат теплоти на зневоднення розчину сахарози

Вячеслав Михайлик[1], Наталія Дмитренко[1]

1. Інститут технічної теплофізики НАН України, УКРАЇНА, Київ, Булаховського 2, E-mail: mhlk45@gmail.com

Using the combined thermal analysis device the heat of evaporation of water at 40, 60 and 80°C from the sucrose solution with an initial concentration of 12% was determined. The results confirmed the effect of sucrose molecules and the degree of hydration on the heat of evaporation of water.

Ключові слова – розчин сахарози, гідратація, теплота випаровування, калориметрія.

Вступ

Промислове виробництво кристалічної сахарози пов'язане з концентруванням соку цукрового буряку або тростини. Уявлення щодо стану такої рідини грунтуються на понятті про водневі звязки, які утворюються між гідроксильними полярними групами сахарози і молекулами води. Хоча в ранніх дослідженнях висувалась гіпотеза незалежності складу гідратних комплексів сахарози від концентрації розчину, пізніше були отримані данні щодо зміни ступеню її гідратації [1-3]. Виявилось, що в розчинах низької концентрації кількість молекул води, пов'язаних з сахарозою, значно перевишує число її гідроксильних груп – молекулу оточує умовна водна оболонка, товщина якої зменьшується при концентруванні розчину. Виникнення асоциатів сахарози, її кристалізація або утворення аморфного осаду, стає можливим, коли ступень гідратаціі сахарози стає меньшою за кількість її гідроксильних груп.

– Для енергетичних розрахунків виробництва цукру потрібні данні щодо витрат теплоти на зневоднення соку. Існуючі данні належать здебільшого до більш простих рідин і отримані на підгрунтті теоретичних або напівемпіричних розрахунків. Тобто експериментальне визначення питомої теплоти випаровування води з модельних розчинів сахарози становить значний практичний інтерес. Оскільки питома теплота випаровування води з розчину залежить як від ступеню гідратації сахарози, так і від енергії міжмолекулярних зв'язків, в експерименті було перевірено, припущення щодо зміни значення питомої теплоти випаровування води при концентруванні розчину сахарози.

Метод і методика дослідження

– Для дослідження було використано прилад сумісного термічного аналізу [4], де визначення теплоти випаровування засновано на синхронному вимірі зміни маси розчину та кількості теплоти, що витрачена на випаровування під час ізотермічного конвективно-кондуктивного зневоднення. Досліди було проведено на модельному розчині сахарози з вихідною концентрацією 12%, при температурі зневоднення 40, 60, 80 °C. Поточні значення питомої теплоти випаровування визначали, починаючи з часу встановлення термодинамічної рівноваги в робочій камері калориметра і до моменту припинення зміни маси розчину. Відносна похибка визначення не перевищила 1,1 %.

Експериментальні результати та їх обговорення

Отримані значення питомої теплоти випаровування води r задля більшої наочності було приведено до табличних значень теплоти випаровування чистої води з вільної поверхні $r_{таб}$ і представлено у вигляді залежностей безрозмірного параметру $r/r_{таб}$ від поточного значення концентрації C розчину (Рис. 1).

З результатів дослідів бачимо, по-перше, що криві достатньо добре, в межах похибки експерименту, співпадають при різних температурах сушіння. По-друге, що величина

теплоти випаровування близька до табличного для чистої води ($r/r_{таб}$ = 1) лише на початку процесу концентрування розчину, а потім вона зростає, і це зростання добігає наприкінці зневоднення більше 8% від значень теплоти випаровування чистої води. По-третє, що характер зміни приведеної теплоти випаровування води під час концентрування розчину корелює з даними щодо зменшення ступеню гідратації сахарози: коли зменшується частка гідратної води в розчині [3], і відповідно зростає її частка у видаленній воді, пропорційно зростає експериментально отримана питома теплота її випаровування, бо маючи більшу ніж вільна вода енергію міжмолекулярного зв'язку, вона потребує більшої енергії для її видалення. Різьке зростання величини питомої теплоти випаровування води наприкінці зневоднення розчину обумовлено початком видаленням води безпосередньо зв'язаної водневими зв'язками з гідроксильними групами молекул сахарози.

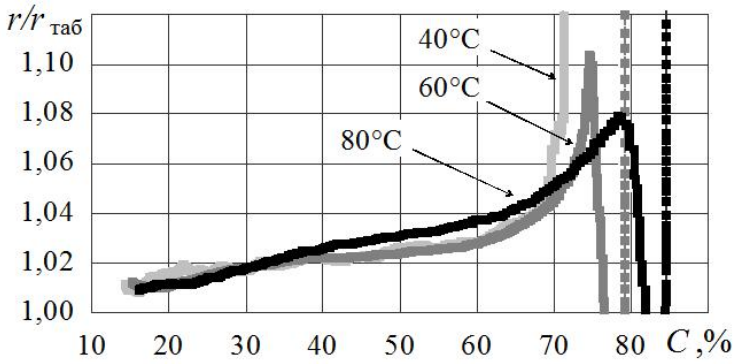


Рис 1. Зміна приведенної теплоти випаровування води
з розчину сахарози при зневодненні за різних температур.

Нам вдалося провести дослідження та отримати значення питомої теплоти випаровування води при концентруванні розчинів до утворення пересиченого стану. При цьому, зневоднення при 60 та 80°С призвело до кристалізації сахарози – на кривих зміни витрат теплоти на випаровування утворився пік зменшення витрат, обумовлений значним виділенням теплоти під час екзотермічного процесу кристалізації сахарози. Зневоднення при 40 °С не викликало кристалізації сахарози з пересиченого розчину, а натомість утворився аморфний залишок.

Висновки

Отримані результати підтвердили наявність впливу молекул сахарози та ступеню їх гідратації на теплоту випаровування води з розчину і її зміну при концентруванні розчину.

Список літератури

[1] A.G.Pasynskiy, "Solvatatsiya neelektrolitov i szhimaemost ikh rastvorov," Zhurnal fizicheskoy khimii, 1946, t. 20, № 9, s. 981-994.

[2] S. Ye. Xarin, G. S. Sorokina, L. L. Kniga, "Stepen gidratatsii sakharozy v vodno-sakharnykh rastvorakh," Izvestiya vuzov: pishchevaya tekhnologiya, 1973, № 4, s.75-77.

[3] V. A. Mikhaylik, "Eksperimentalnoe issledovanie gidratatsii sakharozy," Naukovi pratsi ONAKhT, Odesa: 2006, vip.. 28, t.2, s. 370-374..

[4] Yu. F. Sniezhkin, L. V. Dekusha, N. S. Dubovikova ta in., "Kalorymetrychnyi prystrii dlia vyznachennia pytomoi teploty vyparovuvannia volohy i orhanichnykh ridyn z materialiv," Patent Ukrainy 84075, September, 10, 2008.

Гнучка та енергоощадна технологія кавітаційно-флотаційного розділення водних гетерогенних середовищ

Зеновій Знак[1], Юрій Сухацький[2], Роман Мних[1], Ольга Зінь[1]

1. Кафедра хімії і технології неорганічних речовин, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: znak_zo@ukr.net

2. Кафедра хімічної технології переробки пластмас, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: sukhatsky@i.ua

Abstract – The combined process of cavitation and flotation separation of water heterogeneous environments and design of equipment for its implementation was developed. It was established that the effectiveness of cavitation phenomena and therefore flotation can be controlled by changing of technological and structural parameters of hydrodynamic jet cavitator. This made it possible to implement in the proposed process principles of flexibility and energy saving options.

Ключові слова – кавітація, флотація, процес розділення, водні гетерогенні середовища, гідродинамічний струменевий кавітатор, гнучкість, енергоощадність

Вступ

Постійне зростання вартості енергоресурсів утруднює, а подекуди й унеможливлює розвиток енергоємних виробництв, передусім хімічних та харчових. Тому актуальним є розроблення нових технологічних процесів, які ґрунтуються на принципах гнучкості, енерго- та ресурсоощадності. Серед таких процесів особливої уваги заслуговують комбіновані, що поєднують особливості традиційних технологічних процесів з перевагами методів дискретно-імпульсного введення енергії. Концентрація енергії високоамплітудних імпульсів у дискретних локальних зонах дуже малих розмірів дає змогу інтенсифікувати різноманітні процеси на іонному та молекулярному рівнях. Зважаючи на вищезазначене, для розділення водних гетерогенних середовищ запропоновано комбінований кавітаційно-флотаційний процес.

Процес кавітаційно-флотаційного розділення водних гетерогенних середовищ

Суть процесу кавітаційно-флотаційного розділення водних гетерогенних середовищ полягає у генеруванні кавітаційних бульбашок, які й використовуються на стадії флотаційного відділення частинок дисперсної фази. Розроблено конструкцію суміщеного кавітаційно-флотаційного апарата (СКФА), у нижній частині якого, гідродинамічному струменевому кавітаторі (ГДСК), формується область кавітації, генеруються дрібнодисперсні бульбашки. Особливістю пропонованого апарата є введення нових елементів: гідрофона, мікропроцесора, реверсивного двигуна, шарнірного та зворотно-поступального механізмів. Це дало змогу змінювати просторове розташування кавітувальних елементів (сопел) і в автоматичному режимі регулювати кут між осями суміжних сопел і поздовжньою віссю корпусу СКФА, забезпечуючи оптимальні умови перебігу технологічних процесів у кавітаційних полях навіть за зміни температури і, відповідно, реологічних властивостей (в'язкості, густини тощо) водних гетерогенних середовищ, у яких ці поля генерують.

Ефективність розвитку кавітаційних явищ, збуджених у ГДСК, оцінювали калориметрично: за величиною виділеної теплової енергії та енергетичним коефіцієнтом корисної дії (ККД). За оптимальних значень технологічного (тиску на вході у кавітатор) та конструктивних (діаметра сопла, кількості сопел, кута атаки струменів) параметрів ГДСК

величина теплової енергії, що виділяється внаслідок кавітації, дорівнювала 2,539 МДж (ККД = 90,7 %) [1].

Виявлено формування у СКФА 3-х зон: кавітаційної (внизу апарата), перехідної (для неї характерна наявність вихрових потоків) та флотаційної (верхня частина апарату). Залежність гідродинамічного режиму, охарактеризованого критерієм Рейнольдса (Re), від режиму кавітації, описаного безрозмірним параметром – числом кавітації (σ), наведено на рис.1.

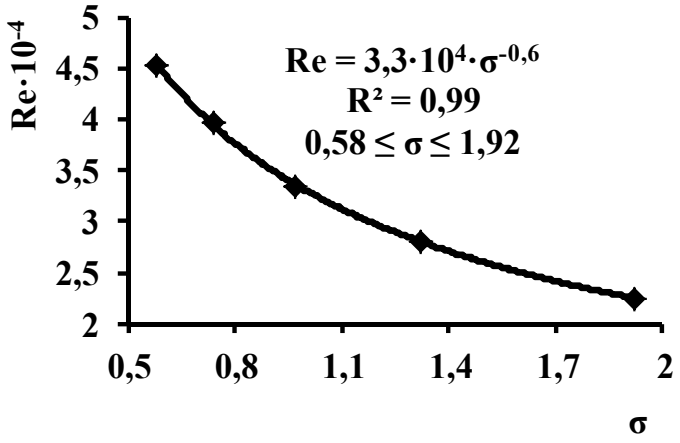


Рис.1. Залежність критерію Рейнольдса (Re) від числа кавітації (σ)
(кількість сопел – 5; діаметр сопла – 1,6 мм)

З рис. видно, що зі збільшенням σ величина Re зменшується, тобто зменшується турбулізація потоку і ускладнюється розвиток кавітаційних явищ. За σ < 1 (σ = 0,97…0,58) у ГДСК формується режим суперкавітації, для якого характерне сплескування кавітаційних бульбашок за межами сопел, що запобігає їх ерозії. При цьому величина Re зростає від $3{,}3\cdot10^4$ до $4{,}5\cdot10^4$.

Ефективність флотації дисперсних частинок, у першу чергу, залежить від розмірів бульбашок. У ГДСК існує можливість регулювання розмірів бульбашок зміною тиску на вході у кавітатор. Так, за тиску на вході у кавітатор (P = 0,57 МПа) радіус бульбашки (R_b), розрахований за формулою Міннерта, що пов'язує радіус бульбашки із резонансною частотою її коливань, становить ~ $8{,}3\cdot10^{-4}$ м. Радіус бульбашки, розрахований на підставі отриманої експериментальної залежності $R_b = f(P)$ за P = 1 МПа, становить ~ $1{,}8\cdot10^{-4}$ м. Такий розмір бульбашок забезпечує ефективне розділення водних гетерогенних систем.

Висновки

З використанням принципів гнучкості параметрів та енергоощадності розроблено процес кавітаційно-флотаційного розділення водних гетерогенних середовищ та обладнання для його реалізації. Запропонована технологія може бути використана для процесів кондиціювання природних і стічних вод, інтенсифікації розчинення та розділення полікомпонентних руд у галургій них процесах тощо.

Список літератури

[1] Z. Znak, Yu. Sukhatskiy, "The Brandon method in modelling the cavitation processing of aqueous media", EEJET, no. 3/8 (81), pp. 37-42.

Перспективи та реалії застосування теплових труб з ефективними капілярними структурами в хімічній інженерії

А.А.Шаповал[1], М.В.Руденок[1], І.О.Шаповал[1]

1. Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування; Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”; УКРАЇНА, м. Київ, пр-т Перемоги, 37; ash48@ukr.het

Prospects for the development and application of two-phase heat transfer devices (heat pipes) in chemical engineering are considered. Various types of metallic capillary-porous structures used and promising for use in heat pipes are presented. It is noted that the basic physical and technical characteristics of porous structures affect, in a certain way, the quality and efficiency of heat pipes

Ключові слова - теплові труби, металеві пористі матеріали, капілярні структури, хімічна інженерія

Теплові труби (ТТ) з капілярними пористими структурами (КПС) є ефективними двофаз- ними теплопередавальними пристроями, які в останній час починають широко впроваджувати- ся і застосовуватися у різних галузях промисловості та народного господарства. Крім того, що ТТ є своєрідним «містком» між повітряним та рідинним охолодженням, це ще й достатньо на- дійні пристрої, здатні певним чином трансформувати теплові потоки. ТТ можуть з успіхом за- стосовуватися у багатьох прикладних інженерних задачах, метою яких є швидке нагрівання, охолодження та термостатування різних технічних елементів, апаратів і обладнання.

Дослідження як властивостей і здатностей ТТ, так і двофазних теплофізичних процесів, що відбуваються всередині ТТ в умовах, типових для роботи ТТ, розпочались в Україні в 70^{x} роках XX ст. (Одеса, Київ, Дніпропетровськ). Виявилось, що ефективність функціонування ТТ (на від- міну від термосифонів) значною мірою залежить від конструкції та характеристик капілярно-по- ристих структур. Основними вимогами щодо фізико-технічних якостей КПС, крім високих зна- чень коефіцієнтів тепловіддачі α у зонах нагрівання та охолодження ТТ, є також необхідність ефективного транспортування рідин-теплоносіїв (всередині ТТ).

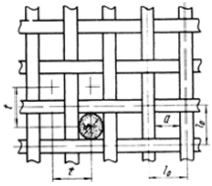
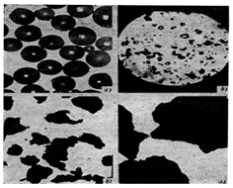
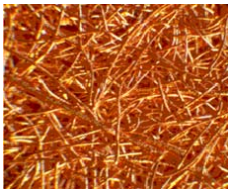
На сьогодні існує ряд типів КПС, перспективних для застосування у ефективних ТТ. У пе- ршу чергу, це КС, виготовлені із металевих волокон (у вигляді пористих матеріалів типу «губ- ки»), металевих порошкових матеріалів, металопінистих матеріалів та так званих «композицій- них» матеріалів. Важливою фізико-технічною умовою для забезпечення стійкої роботи ТТ у різ- них діапазонах теплових навантажень $\mathbf{q}$ [Вт/м^2] є наявність певного розподілу пор за розмірами. Остання вимога унеможливлює застосування КПС, для яких розподіл пор за розмірами – відсут- ній (приклад – металеві сітчасті матеріали, у яких пори мають майже однакові розміри).

В Інституті проблем матеріалознавства ім. Францевича НАН України, у відділі проникних металевих матеріалів створюються і досліджуються теплові труби, в основному – низькотемпе- ратурного діапазону (– 50…+ 180 ^{0}C), з різними типами вищезазначених ефективних КПС. Про- ведені ресурсні випробування дослідних мідних ТТ з мідними волокнистими КПС (початок ви- пробувань: з 1975 р. по теперішній час) продемонстрували високі показники надійності таких теплопередавальних пристроїв (строки безвідмовного функціонування $6^{\underline{ти}}$ дослідних зразків ТТ перевищили 100000 годин). Одними з визначальних характеристик якості ТТ є їх термічний опір теплопровідності $R_{тт}$ [К/Вт] та

гранична (максимальна) теплопередавальна здатність Q_{max} [Вт]. Остання істотно залежить, у першу чергу, від положення (орієнтації) ТТ у гравітаційному про- сторі. Високоякісні ТТ мають значення термічних опорів теплопровідності $R_{тт}$ від 0,05 до 0,25 [К/Вт]. Обидві зазначені характеристики залежать від ряду чинників: у першу чергу – від фізичних параметрів і характеристик КПС; також – від якості виготовлення ТТ. Ряд типів КС, які можуть застосовуватися у ТТ низькотемпературного діапазону, наведено у таблиці.

Таблиця 1

Основні типи і характеристики металевих пористих структур для теплових труб

Тип КПМ	Переваги	Недоліки
Сітчасті 	Простота серійного виготовлення, висока проникність. Можливість аналітичного визначення структурних характеристик	Відсутність розподілу пор за розміра- ми; у результаті: не забезпечується стабільна робота ТТ; відсутність якісного контакту між ша- рами сіток, а також – незадовільний контакт сіток зі стінками корпусу
Порошкові 	Наявність розподілу пор за розмірами, завдяки чому забезпечується стабільність роботи ТТ	Наявність тупикових пор; максимальна пористість – не більше 55 %; наслідком чого є недостатня проникність і тепловий гістерезис
Волокнисті 	Наявність розподілу пор за розмірами, завдяки чому забезпечується стабільна робота ТТ (у діапазонах навантажень, більших, ніж з порош- ковими матеріалами); відсутність тупикових пор та теплового гісте- резису	Відносна складність серійного виробництва КПС
Композиційні (патент ІПМ)	Можуть поєднувати у собі як переваги, так і недоліки порошкових та волок- нистих матеріалів, але у поєднанні можуть дати нові можливості щодо вико- ристання у якості капілярних структур теплових труб (що потребує подаль- ших досліджень)	

Виробництво ТТ з ефективними КПС в Україні не представляє значних труднощів. Ряд тру- бних заводів України виробляє якісні металеві труби (як шовні, так і безшовні; останні є кращи- ми щодо якості ТТ). Дещо складнішим технологічним процесом є виготовлення металевих капі- лярно-пористих матеріалів та власне теплових труб. Проте зазначені операції, як і „заправка” ТТ різними рідинами-теплоносіями, не є технічно складними технологічними операціями.

Сучасні технології одержання силіцію оксиду (IV) з рисового лушпиння та його використання в еластомерних композиціях

Олег Тертишний[1], Валерій Овчаров[2], Ліна Соколова[3], Лоліта Юсупова[2]

1. Кафедра процесів, апаратів та загальної хімічної технології, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», УКРАЇНА, Дніпро, пр. Гагаріна 8

2. Кафедра хімії та технології переробки еластомерів, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», УКРАЇНА, Дніпро, пр. Гагаріна 8

3. Кафедра органічної хімії, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», УКРАЇНА, Дніпро, пр. Гагаріна 8, E-mail: sokolovalina@mail.ru

A method of recycling of large-tonnage rice industry waste products siliceous rice husk was offered. This method allows obtaining thermal energy and silicon dioxide as an alternative filler for elastomeric compositions. Factory tests were performed on rubber compounds with vegetable silicon dioxide given a positive assessment.

Ключові слова – утилізація, рисове лушпиння, термообробка, силіцій оксид (IV), еластомерна композиція, наповнювач.

Вступ

У світі щорічно в результаті обмолу рису утворюється близько 600 млн. тонн рисового лушпиння (РЛ). Більша частина його спалюється у печах, але при цьому виділяються речовини, які негативно впливають на природу та здоров'я людини, або захоронюється, що потребує використання великих земельних угідь. Одним з сучасних напрямків цільового використання РЛ є створення наноструктурних матеріалів на основі силіцію оксиду (IV), які мають широке використання у хімічній промисловості.

Основна частина

Мета досліджень – одержання нанорозмірних часток SiO_2 в аморфному стані з підвищеною активністю та його використання у складі еластомерних композицій.

Термічну обробку РЛ проводили в атмосфері повітря і, для порівняння, в атмосфері продуктів горіння при температурах 600, 700, 800, 900, 1000 і 1200 К з витримкою протягом 2-х годин.

Вивчення динаміки термохімічних перетворень РЛ підтвердило можливість одержання часток SiO_2 з необхідними характеристиками за умови ведення процесу спалювання рослинної сировини в атмосфері повітря з постійним примусовим відведенням продуктів горіння в температурному інтервалі 950-1000 К. При більш високих температурах починаються фазові перетворення, з’являються кристалічні структури, знижується активність. Одночасно показана необхідність виведення з зони горіння надлишкової теплової енергії в межах 6-6,5 МДж/кг вихідної сировини для забезпечення необхідного температурного режиму і рекуперації теплоти для потреб зовнішніх споживачів.

Елекронно-мікроскопічні дослідження показали, що зразки вихідного РЛ мають монолітну поверхню, повністю відсутні відкриті пори. Спостерігаються окремі білі частки SiO_2 з різними геометричними формами на поверхні матриці РЛ. З підвищенням температури розвивається пористість зразків за рахунок вигорання органічного карбону, який блокував доступ повітря до закритої пористої структури, що супроводжується збільшенням кількості і об’єму пор, зменшенням товщини стінок комірок та їх руйнуванням.

ІЧ-спектральний аналіз вихідного і термообробленого РЛ показав, що полоси SiO_2, а також карбоновмісні сполуки домінують у спектрі. У вихідному РЛ спостерігається смуга поглинання при 1384 $см^{-1}$, яка свідчить про присутність на поверхні гідроксильних груп та

хемосорбованої води. Інтенсивний пік поглинання при 1089 $см^{-1}$, а також піки в області 464, 796 и 1120 $см^{-1}$ відносяться до силоксанових груп типу Si-O-Si. Піки при 2922 и 2852 $см^{-1}$ підтверджують присутність на поверхні груп С-Н. В значній кількості присутні окислені форми карбону з поглинанням при 1599, 1453 и 1383 $см^{-1}$. Смуга поглинання при 1599 $см^{-1}$ відноситься до коливань С=О в кетонних і альдегідних групах. Піки низької інтенсивності 1453 и 1383 $см^{-1}$ відповідають коливанням зв'язку С-О в карбоксильній групі.

З підвищенням температури горіння спостерігається утворення поверхневих кетонних альдегідних і карбоксильних груп в результаті термічного розкладання вихідних фрагментів целюлози, геміцелюлози і лігніну. При температурі 900 К характеристичні смуги поглинання СО, С=О і ОН зникають.

Зразки базового та модифікованого різними поверхнево-активними речовинами SiO_2 випробувані у складі гумових сумішей на основі бутадієнметилстирольного каучуку СКМС-30 АРК у кількості 10 та 20 мас.ч. на 100 мас.ч. каучуку. Дію зразків SiO_2 порівнювали з традиційними наповнювачами: крейда, каолін, біла сажа (БС-120).

Результати випробувань показали, що властивості композицій з використанням SiO_2 мають переваги в порівнянні з традиційними наповнювачами. За даними кінетики сірчаної вулканізації введення 20 мас.ч. базового SiO_2 супроводжується не лише підвищенням ступеню зшивання гум, а і пришвидшенням даного процесу. Така тенденція зміни вулканізаційних характеристик забезпечує покращення фізико-механічних властивостей гум, зокрема збільшення відносного подовження при збереженні пружньо-міцносних характеристик.

Оцінка властивостей гумових сумішей з модифікованими формами SiO_2 показала, що їх використання покращує технологічність гумових сумішей, підвищуючи пластичність, збільшує швидкість вулканізації при збереженні тривалості індукційного періоду та знижує теплоутворення при динамічних навантаженнях гум.

Оптимальним комплексом технологічних, вулканізаційних та фізико-механічних властивостей володіла еластомерна композиція з вмістом SiO_2, модифікованого четвертинною амонієвою сіллю рослинного походження.

Висновки

1. Встановлені основні параметри термічної переробки відходів виробництва рису в аморфний SiO_2.
2. Показана можливість рекуперації супутньої теплової енергії при її відведенні із зони горіння та використання теплоти димових газів.
3. Доведений позитивний вплив базового та модифікованого SiO_2 на загальний комплекс властивостей еластомерних композицій на основі бутадієнметилстирольного каучуку.
4. Основними перевагами від використання модифікованої форми SiO_2 стало підвищення технологічності переробки гумових сумішей, активація процесу сірчаної вулканізації та покращення динамічних властивостей гум.

Література

[1] O.A. Tertishniy, V.I. Ovcharov, "Fillers of elastomers based on rice husk," Journal of "Research works" published by Odessa National Academy of Food Technologies, vol.1, no. 43, pp. 74-77, Apr. 2013.

Ефективність промислових активаторів помелу цементного клінкеру

Ігор Полюжин [1], Федір Цюпко [1], Зіновій Ільницький[2], Богдан Чеканський [3]

1. Кафедра аналітичної хімії, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: igor_polyuzhyn@ukr.net

2. ТзОВ науково-виробнича компанія «ГАЛИЧИНА», УКРАЇНА, Дрогобич, вул. Стрийська, 443, E-mail: renatm@ukr.net

3. Кафедра хімічної технології силікатів, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: chbb1992@gmail.com

Experimental comparison has been performed for efficiency industrial cement grinding aids (GA) according to the results of kinetic studies. The specific surface area for cement powder and grinding fineness were measured. It has been found that such GA as trade marks "Tsemerin-Rena" containing the active substance at 60% was showing greater specific surface area of cement on average by 10% than when using propylene glycol for grinding time 60-180 minutes.

Ключові слова – цемент, клінкер, помел, активатори помелу, питома площа поверхні

Вступ

Відомо [1], що активатори помелу (АП) цементного клінкеру застосовуються для того, щоб зменшити енергію, яка є необхідною для досягнення заданої степені дисперсності цементного порошку. АП – це поверхнево-активні речовини, серед яких полігідроксиалкани та аміни є найбільш ефективними і які додаються при помелі в кількостях 0,01-0,1 % мас. від маси клінкеру. АП проявляють свою дію за рахунок зменшення агломерації частинок. Оскільки застосування АП підвищує енергоощадність цементного виробництва, тому і зараз проводяться дослідження в цій галузі. Наприклад, в роботі [2] проведено оцінку ефективності шести промислових АП на основі триетаноламіну (ТЕА) та тризопропаноламіну (ТІПА) в кількості 0,015 % для помелу суміші клінкеру (95 %) та гіпсу (5 %). Індекс здатності до розмелювання зростав приблизно на 10-25 % від 0,781 до 0,860-0,984 в залежності від складу активатора. Огляд [3] присвячений сучасному стану проблеми розуміння вибору та механізму дії АП, де на прикладі пропіленгліколю, диетиленгліколю, триетаноламіну та полікарбоксилатних ефірів, зокрема вказується на температуру кипіння речовин, які входять до складу АП, як параметр при створенні композицій АП з врахуванням температури процесу помелу .

Метою роботи було дослідити ефективність нових промислових активаторів помелу цементного клінкеру у порівнянні пропіленгліколем, як базовим активатором.

Експериментальна частина

Об’єктами дослідження були три промислові АП: 1,2-пропілен-гліколь, а також АП виробництва НВК "Галичина" (http://rena.ua/about_us) марки «Цемерін-РЕНА» (активної речовини 42 %, біла з жовтим відтінком) та «Цемерін-РЕНА» (активної речовини 60 %, світло коричнева). В роботі досліджено кінетику помелу цементного клінкеру за двома параметрами: 1)питома площа поверхні порошку цементу; 2) масова частка фракції з розміром зерен більше 0,08 мм (ДСТУ EN 196-6:2007). Питому площу поверхні цементного порошку визначали на приладі Lea-Nurse згідно Додатку А до Британського стандарту B-55-12-1958 «Портландцемент». Помел здійснювали у кульовому млині, у який завантажували: 1)цементний клінкер – 10 кг; 2) стальні мелючі тіла – 36 кг. Завантаження активаторів помелу в кількості 0,04 % від маси клінкер наведені в Таблиці 1. Помел здійснювали 3 години, відбираючи проби цементу в певні моменти часу.

Таблиця 1

Завантаження активаторів помелу

№ помелу	Добавка	Кількість
1	Вода (без добавки АП)	+ 10 мл води
2	1,2-Пропілен-гліколь (ПГ)	4 грами АП + 10 мл води
3	Рена-Цемерін (активної речовини 42 %)	4 грами АП + 9 мл води
4	Рена-Цемерін (активної речовини 60 %)	4 грами АП + 9 мл води

Порівняння ефективності активаторів помелу

В таблиці 2 приведено дані залежностей вмісту фракції більше 0,08 мм (% мас.) та питомої площі поверхні від часу помелу. За кінетикою зменшення вмісту частинок розміром більше 0,08 мм проведено оцінку швидкості помелу на початковій ділянці (до 30-90 хвилин), яка традиційно описується експоненціальною моделлю руйнування твердих частинок [1]. Встановлено таке співвідношення між константами швидкостей для номерів помелу №1:№2:№3:№4=1:1,213: 1,186:1,606.

Таблиця 2

Масова частка (%) фракції більше 0,08 мм та питома площа поверхні (см^2/г) при помелі цементного клінкера

Час помелу, хв	Номер помелу							
	1		2		3		4	
	%	см^2/г	%	см^2/г	%	см^2/г	%	см^2/г
10	79,9	637	72,8	1093	74,7	766	70,5	1078
20	63,9	1133	63,2	1851	60,9	2267	51,4	1755
30	51,1	1754	45,4	2095	48,5	1836	42,8	2204
40	41,9	3056	36,9	2483	40,3	2318	37,5	2669
60	33,9	3418	25,1	3122	27,9	3159	25,1	3506
90	19,8	3683	14,2	4061	18,9	3870	15,8	4322
120	17,3	4764	10,7	4305	11,6	4410	11,1	4831
180	15,1	5475	4,7	5192	9,3	5289	7,1	5776

Висновки

Для продукту Рена-Цемерін (активної речовини 60 %) отримано всі позитивні значення відносного перевищення питомої площі поверхні над пропіленгліколем, як базовим АП, для часів помелу 30-180 хвилин в середньому 10%.

Список літератури

[1] H.F.W.Taylor, *Cement chemistry*. Thomas Telford Publishing Ed., 2nd ed., 1997.

[2] M. Katsioti, P. E. Tsakiridis, P. Giannatos, Z. Tsibouki, J. Marinos, “Characterization of various cement grinding aids and their impact on grindability and cement performance” in *Construction and Building Materials*, vol. 23, 2009, pp. 1954–1959.

[3] Martin Weibel and Mishra Ratan K. “Comprehensive understanding of grinding aids” in *ZKG*, issue 06, 2014, pp. 28-39 (http://www.zkg.de/en/artikel/)

Про можливість підвищення енергоефективності процесів тепломасообміну, які передбачають нагрівання та охолодження рухомої речовини

Олег Кшевецький[1]

1. Кафедра технології і організації ресторанного господарства, Чернівецький торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету, УКРАЇНА, Чернівці, 58002 м.Чернівці, Центральна площа, 7

Annotation – the energy efficiency of the partial case of the heat and mass transfer method between the moving substance and the heat pumps with their heat exchange parts (units) is evaluated, in which the moving substance is brought into heat contact with the heat absorbing and heat-releasing heat exchange parts of at least two heat pumps.

Ключові слова – тепломасообмінні процеси, рухома речовина, теплові насоси, енергоефективність, термоелектричні теплові насоси, компресійні теплові насоси.

Оцінена енергоефективність роботи частинного випадку способу тепломасообміну між рухомою речовиною (РР) і тепловими насосами (ТН) з їх теплообмінними частинами (ТЧ), при якому РР (або принаймні частину цієї РР) приводять у тепловий контакт (ТК) з теплопоглинаючою і тепловиділяючою ТЧ принаймні двох ТН. Схема цього частинного випадку вказаного способу тепломасообміну представлена на рис. 1. [1]

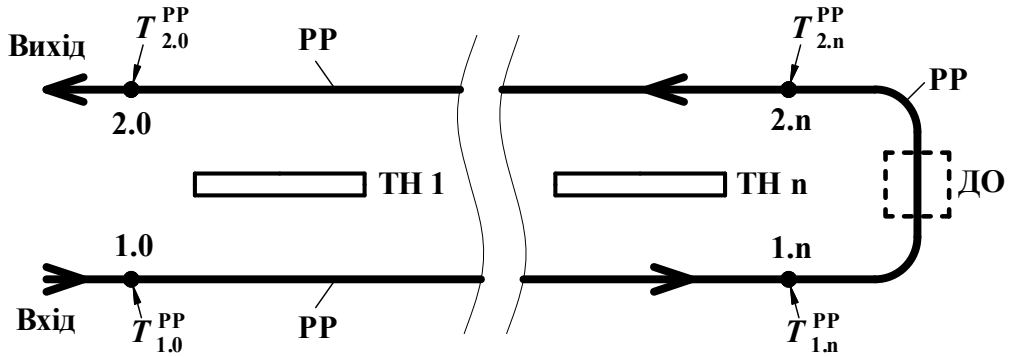


Рис. 1. Схема частинного випадку способу тепломасообміну між РР і ТН: напрям руху РР – вказаний стрілками; ТН 1, ..., ТН n – ТН загальною кількістю n; ДО – додатковий об'єм (наприклад, камера сушіння пристрою для сушіння, приміщення або салон транспортного засобу), в якому РР може приймати участь в тепломасообмінних процесах з іншою речовиною; 1.0, 1.n, 2.n, 2.0 – точки, які відповідають послідовним положенням РР у процесі її руху (1.0 – до ТК РР з 1-ю ТЧ ТН 1, 1.n – після ТК РР з 1-ю ТЧ ТН n, 2.n – до ТК РР з 2-ю ТЧ ТН n, 2.0 – після ТК РР з 2-ю ТЧ ТН 1); $T^{PP}_{1.0}$, $T^{PP}_{1.n}$, $T^{PP}_{2.n}$, $T^{PP}_{2.0}$ – температури РР у відповідних точках.

Для оцінки енергоефективності такого способу тепломасообміну проведені розрахунки для випадків ТН, які працюють за циклом Карно [1], термоелектричних ТН, компресійних ТН та експериментальні дослідження з використанням одного, двох та трьох термоелектричних модулів Пельтьє.

Для оціночних розрахунків використовувалася модель з такими допущеннями:

1) теплообмін між ТН здійснюється тільки завдяки руху РР;
2) теплообмін ТН та РР з навколишнім середовищем – відсутній (за виключенням можливого теплообміну РР з навколишнім середовищем з використанням ДО);
3) зміни температури в межах кожної окремо взятої ТЧ ТН – відсутні;
4) теплообмін РР з ТЧ (поверхнями, радіаторами) ТН такий, що РР після її ТК з певною ТЧ відповідного ТН набуває температуру цієї ТЧ;

5) в ТК з кожною окремо взятою ТЧ всіх ТН почергово приводять всю РР;
6) теплоємність РР постійна у всьому процесі тепломасообміну;
7) фазові переходи у ході всього процесу тепломасообміну – відсутні;
8) кількість РР у процесі її руху – не змінюється;
9) зміни температури РР в результаті її ТК з кожною окремо взятою ТЧ ТН у вхідному потоці (на рис. 1 – між точками 1.0 та 1.n) цієї РР – однакові.

В результаті розрахунків для випадку, коли всі ТН працюють за циклом Карно і РР у вхідному потоці нагрівають ($T_{2.n}^{PP} \le T_{1.n}^{PP}$) всіма окремо взятими ТН або охолоджують ($T_{2.n}^{PP} \ge T_{1.n}^{PP}$) всіма окремо взятими ТН для визначення температурного режиму роботи способу тепломасообміну за схемою рис. 1 отриманий наступний вираз:

$$T_{2.0}^{PP} - T_{2.n}^{PP} = \left(T_{1.0}^{PP} - T_{1.n}^{PP}\right) \cdot \frac{T_{2.n}^{PP}}{T_{1.n}^{PP} - \frac{1}{n} \cdot \left(T_{1.0}^{PP} - T_{1.n}^{PP}\right)},$$ де n – загальна кількість ТН.

А для випадку використання термоелектричних ТН (термоелектричних модулів), які працюють в режимах максимальної енергоефективності [2] за схемою рис. 1 в результаті розрахунків отримані, наприклад, такі результати:

– якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\,K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 300\,K$, $T_{1.n}^{PP} = 291\,K$, $T_{2.n}^{PP} = 294\,K$, $n = 1$, тоді $T_{2.0}^{PP} \approx 309{,}375\,K$;
– якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\,K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 300\,K$, $T_{1.n}^{PP} = 291\,K$, $T_{2.n}^{PP} = 294\,K$, $n = 3$, тоді $T_{2.0}^{PP} \approx 305{,}15\,K$.

Висновок

На основі вказаних тут розрахунків та експериментів можна зробити висновок про принципову можливість використання принаймні двох ТН замість одного ТН для підвищення енергоефективності відповідних енергозатратних процесів. Описаний вище спосіб тепломасообміну може бути використаний, наприклад, в деяких технологічних процесах, які передбачають нагрівання та/або охолодження РР, в пристроях для сушіння речовини, в процесах, які передбачають конденсацію речовини (наприклад, в осушувачах повітря або в пристроях для отримання води з повітря), в системах забезпечення мікроклімату (зокрема із застосуванням вентиляції, нагрівання, охолодження) в приміщеннях, салонах транспортних засобів, в пристроях для охолодження та/або нагріву речовини, для зміни фізичних параметрів речовин в різних застосуваннях тощо.

Список літератури

[1] O. S. Kshevets'kyy, «Otsinka enerhoefektyvnosti sposobu teplomasoobminu mizh rukhomoyu rechovynoyu i teplovymy nasosamy», Materialy konf. Innovatsiyni tekhnolohiyi v hotel'no-restorannomu biznesi, NUKhT, Kyyiv, Ukrayina, 2017, S. 172-174.

[2] L. Y. Anatыchuk, Termoэlektrychestvo. Tom 2. Termoэlektrycheskye preobrazovately эnerhyy, Kyev, Chernovtsы, Ukrayna : Ynstytut termoэlektrychestva, 2003, 376 s.

Перспективи перероблення техногенних та природних магнійхлоридних розчинів

Ярослава Басистюк [1], Іван Костів [2]

1. Кафедра органічної та аналітичної хімії, ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», УКРАЇНА, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57, 76025, e-mail:yaroslava_artus@ukr.net

2. Державне підприємство «Науково-дослідний інститут галургії» УКРАЇНА, м. Калуш, вул. Фабрична, 5а, 76000, e-mail: galurgia@yandex.ua

The objective is processing of magnesium chloride solutions with no waste and loss of valuable substances. Established that, depending on the conditions is formed crystals of potassium and magnesium sulfates, potassium, sodium and magnesium chlorides, which are different structure and size of the crystals, energy of crystalline lattices that allows them to separate, get quality crystalline hydrate magnesium chloride and potassium-magnesium sulfate salts, which completely returned to production of unchloride potassium fertilizers.

Ключові слова: бішофіт, сульфат калію, магнійхлоридний розчин, калімагнезія, гідросепарація.

Техногенні відхідні розчини магнію хлориду утворюються внаслідок перероблення полімінеральних хлоридно-сульфатних, кізеритових, полігалітових, лангбейнітових руд на безхлоридні калійно-магнієві добрива – калімагнезію і калій сульфат [1]. Перероблення їх на металічний магній, магнію гідроксид або оксид потребує попереднього знесульфачування розчином кальцію хлориду, під час якого частина калію і магнію втрачаються, а сульфати осаджуються у вигляді гіпсу з домішками розчинних солей, який є відходом виробництва [2]. Основним недоліком цього є забруднення технологічних матеріалів кальцію сульфатом, що призводить до інкрустації нагрівних трубок і частої зупинки на промивку випарних апаратів, а регенеровані калійні солі не знаходять застосування у технологічному процесі через високий вміст Ca^{2+}.

Виробництво магнезій супроводжується утворенням відхідних розчинів кальцію хлориду та великої кількості засолених промивних вод, які потрібно утилізувати. Крім того, потрібне виробництво вапняного чи доломітового молока. Транспортування хлоридмагнієвих розчинів на інші підприємства не раціонально. Відсутність або віддаленість виробництв із перероблення цих відходів є основною перешкодою для створення нових виробництв із перероблення полімінеральної калійної сировини. Як товарний продукт магнійхлоридний розчин із концентрацією 25-31 % $MgCl_2$ має обмежене використання. Тому магнійхлоридні розчини скидають у солені озера (США), шахтні виробки, підземні поглинаючі горизонти (ФРН), де корисні компоненти повністю втрачаються.

Виділення корисних компонентів із відхідних магнійхлоридних розчинів можливе шляхом стадійного випарювання. Наступна кристалізація із випареної суспензії шестиводного магнію хлориду в присутності дрібнодисперсних сульфатних солей призводить до утворення кристалів різної природи, які відрізняються фізичними властивостями, розміром, будовою і енергіями утворення кристалів, що спричиняє їх кристалізацію в розшарованих кристалічних фазах, не з’єднаних між собою [3].

Відділення дрібнодисперсних сульфатних солей від кристалогідрату магнію хлориду методом гідросепарації дає змогу одержати кристалічний бішофіт як товарний продукт і повністю повернути сполуки калію і сульфатів на стадію випарювання і кристалізації, чим підвищити вихід та чистоту каїніту [4], який подають на виробництво калію сульфату і калімагнезії, таким чином забезпечити комплексне використання полікомпонентної сольової сировини.

Характеристика магнійхлоридних розчинів наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Маса магнійхлоридних розчинів (31 % $MgCl_2$) (*M*) і цінних речовин у них на 100 т перероблюваної сировини

Назва сировини	*M,* т	У тому числі, т		
		Mg^{2+}	K^+	SO_4^{2-}
Калуш-Голинські полімінеральні руди (Україна)[1]	21,41	1,71	1,50	1,70
Стебницькі полімінеральні руди (Україна)[1]	20,51	1,69	0,24	0,71
Нівенські полімінеральні руди (Калінінградська область, Росія)[2]	61,80	5,39	1,77	1,26
Кізеритові руди ФРН[2]	36,6	2,9	0,4	0,6
Полігаліти (Казахстан)[2]	22.73	1.65	0.64	0.80
Полігаліти (Англія)[2]	29,22	2,12	0,82	1,03
Бішофітові розчини (Полтава, Україна)[3]	100	7,0	1,1	1,2
Бішофітові розчини (Ніжин, Україна)[3]	100	6,07	1,76	1,82

[1] – перероблення на калімагнезію

[2] - перероблення на калій сульфат

[3] – сировина природна

Кінцевим продуктом перероблення магнійхлоридних розчинів є кристалічний бішофіт із вмістом $MgCl_2$ не менше 45,0 % і не більше 0,1 % SO_4^{2-}, який може поставлятись на інші підприємства для перероблення на калімагнезію і технічну сіль методом конверсії із калій хлоридом і природним мірабілітом [5]; одержання магнезіальних в'яжучих, синтетичного карналіту як сировини для металічного магнію, магнієвих солей, магнезій високої чистоти або як протиожеледний чи водовіднімаючий засіб.

Список літератури

[1] Y.D. Sokolov, Pererabotka pryrodnыkh soley y rassolov. L,: Khymyya, 1985, 209 s.

[2] R.O. "Marusyak Kaliyni dobryva Ukrayiny, stan i perspektyva", Khim. prom.-st' Ukrayiny, 1995, 2, S. 3-9.

[3] Ya.I. Basystiuk and I.Y. Kostiv (2016). "Getting Hydrated Magnesium Chloride from Magnesium Chloride Solutions of Potassium Sulfate Fertilizers Production", Journal of Chemical Engineering & Process Technology, 7:291. Available: doi:10.4172/2157-7048.1000291

[4] I.Y. Kostiv and Ya.I. Basystiuk (2016). "Crystallization of Kainite from Solutions in System K^+, Mg^{2+}, Na^+ // Cl^-, SO_4^{2-} - H_2O", Journal of Chemical Engineering & Process Technology, 7:298. Available: doi:10.4172/2157-7048.1000298.

[5] O.M. Khatsevych, M.I. Artus, I.Yu. Kostiv, "Bezkhlorydne kaliyne dobryvo. Tekhnolohiya konversiyi mirabilitu z kaliy khlorydom u khlorydmahniyevomu rozchyni", Khim. prom.-st' Ukrayiny. 2015, 3, S. 37-41.

Ефективність використання теплових насосів в процесах сушіння

Наталія Дабіжа, Юрій Снєжкін, Джамал Чалаєв, Раїса Шапар, Олена Гусарова

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, УКРАЇНА, Київ, вул. Булаховського 2, E-mail: dabizha@i.ua

It is shown that specific energy consumption on moisture removal from the material reduces in 2-3 times due to using of heat pumps in drying processes. Energy performances of heat pump drying process depending on thermal and humidity parameters of drying agent and the optimum conditions of its dewatering are obtained.

Ключові слова – сушіння, теплонасосні цикли, теплові насоси, енергоефективність.

Вступ

Застосування теплових насосів в процесах конвективного сушіння дозволяє значно знизити питоме споживання первинної енергії на вилучення вологи з матеріалу в порівнянні з традиційними сушарками. При використання теплонасосного обладнання для сушіння різноманітних матеріалів волога або розчинник, що вилучається з матеріалу, не виноситься сушильним агентом в оточуюче середовище, а конденсується на холодній поверхні випарника теплового насоса і вилучається в скрапленому вигляді. Таким чином з'являється можливість утилізувати теплоту конденсації і повернути її в процес сушіння на більш високому температурному рівні, що суттєво впливає на енергоспоживання сушарки [1].

Інтеграція теплового насоса в цикл конвективної сушарки дозволяє за рахунок примусового осушення повітря незалежно від умов навколишнього середовища підтримувати необхідні тепловологісні параметри сушильного агента та створювати керовані умови технологічного процесу зневоднення, що гарантує високу якість готового продукту. Під час роботи сушарки за замкненим циклом з повним поверненням відпрацьованного сушильного агента не відбувається викиду сушильного агента в атмосферу, тобто відсутнє забруднення оточуючого середовища частинками матеріалу, а також «забруднення» теплотою низького потенціалу. Крім того доцільно застасовувати ТН при сушінні хімічно інертними до матеріалів газами в замкненому контурі.

Метою роботи є оптимізація роботи теплового насоса для мінімізації енерговитрат в процесі конвективного сушіння.

Результати досліджень

В конденсаційних теплонасосних сушарках величина поточних енерговитрат значною мірою залежить від вологовмісту сушильного агента і температурного режиму його зневоднювання. Для кожного тепловологісного стану повітря існує оптимальна температура охолодження (температура точки роси), при якій енерговитрати на осушення мінімальні. Теоретично даній умові задовольняє промінь процесу, що проходить по дотичній до лінії φ = 100 %. Відповідно, точка дотику визначає оптимальну температуру точки роси. При меншій чи більшій глибині охолодження повітря тепловитрати на осушення збільшуються [2].

У дійсному циклі режим осушення повітря необхідно оптимізувати з урахуванням електроспоживання компресора холодильної машини, тобто з урахуванням залежності величини питомої холодопродуктивності від температур випаровування і конденсації холодоагенту.

Для аналізу енергетичних показників процесу сушіння та оптимізації процесу розроблена математична модель розрахунку зневоднення теплоносія в *H-d* діаграмі. Як вихідні дані задаються початкова температура та вологовміст сушильного агента на вході в

сушильну камеру та температура вологого сушильного агента на виході із сушильної камери. Параметри всіх інших ключових точок процесу і енергетичні показники теплонасосного циклу розраховуються за програмою.

Розрахункові дослідження показують, що в найбільшій мірі на величину питомих енерговитрат на видалення вологи впливає ступінь вологовмісту осушуваного теплоносія. Це пояснюється тим, що зі зниженням його вологовмісту збільшується доля енергії, яка витрачається непродуктивно на охолодження/нагрівання маси повітря. При осушенні глибше за 15 г/кг с.п. енерговитрати різко зростають. Важливе значення має також оптимізація температурного режиму процесу сушіння. Зниження температури теплоносія до 45-50 °С дозволяє зменшити поточні енерговитрати практично в два рази, однак при цьому подовжується час сушіння. Тому управління температурою і вологовмістом теплоносія впродовж процесу сушіння має бути організовано таким чином, щоб мінімізувати енерговитрати в розрахунку на весь період сушіння.

Ефективним рішенням, що дозволяє знизити поточні енерговитрати при теплонасосному сушінні та зменшити встановлену потужність теплонасосного агрегату, є рекуперація холоду за допомогою теплообмінника «повітря-повітря». При цьому відпрацьований теплоносій, що надходить на охолодження до випарника теплового насоса, частково охолоджується за рахунок теплообміну з вже охолодженим теплоносієм, що дозволяє в залежності від ефективності рекуператора в 1,5-2 рази зменшити енерговитрати на процес сушіння.

Висновки

Оснащення конвективної сушильної установки теплогенеруючим осушуючим теплонасосним агрегатом дозволяє створити контрольовані тепловологісні умови сушіння та за рахунок утилізації теплоти відпрацьованого теплоносія знизити в 2-3 рази величину питомх енерговитрат на видалення вологи з матеріалу.

За результатами аналітичних досліджень теплонасосного циклу отримані енергетичні показники процесу теплонасосного сушіння в залежності від тепловологісних параметрів сушильного агента та визначені оптимальні з точки зору енерговитрат режимні параметри процесу зневоднення.

Подяка

Дослідження проводяться в рамках цільової програми наукових досліджень НАН України “Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд” (*Ресурс-2*) (проект Р 5.8).

Список літератури

[1] Snezhkin Yu.F., Chalaev D.M., Shavrin V.S., Shapar R.O., Khavin O.O., Dabizha N.O. Vykorystannia teplovykh nasosiv v protsesakh sushinnia [Heat pump application in drying], *J. Promyshlennaia teplotekhnika*, vol. 28, no. 2, pp. 106-110, 2006.

[2] Snezhkin Yu.F., Chalaev D.M., Shavrin V.S., Dabizha N.O., Gatilov K.O. Effektivnost primeneniia teplovikh nasosov v protsessakh konvektivnoi sushki [Efficiency of using heat pumps in convective drying processes], *Naukovi pratsi ONAKHT*, ser. 30, vol. 1, pp. 185-189, 2007.

Радикал-поглинаюча активність амінокислотних похідних 1,4-нафтохінону

Оксана Фігурка[1], Семен Хом`як[1], Юрій Гавриш[1], Зоряна Губрій[1], Володимир Новіков[1]

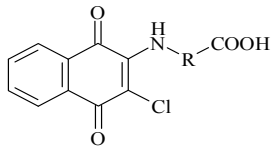
1. Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології,Національний університет „Львівська політехніка”, УКРАЇНА, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, 79013, E-mail: o.figurka@gmail.com

Radical scavenging activity (RSA), thermogravimetric analysis and quantum chemical calculations of reactivity of amino acid derivatives of 1,4-naphthoquinone 1-4 were conducted. It was established that these compounds are able to quantify absorb free radicals and exhibit higher RSA compared to the reference structures. Also found that these compounds are thermally stable and therefore can be used to inhibit free-radical, thermally initiated polymerization.

Ключові слова: амінокислотних похідних 1,4-нафтохінону, радикал-поглинаюча активність, термічна стійкість.

Вступ

Нафтохінони - органічні сполуки котрі характеризуються високою реакційною здатністю завдяки двом карбонільним групам, які можуть приймати електрони. Виходячи, зокрема, з цих властивостей, такі сполуки відзначаються широким спектром біологічної дії та застосування. Відповідно, здатність нафтохінонів приймати електрони може бути використана для їх модифікації, приєднанням замісників до хіноїдного циклу, які діють як акцептори або донори електронів.



R= $-CH_2-$ (1),
$-CH_2-CH_2-$ (2),
$-CH_2-CH_2-CH_2-$ (3),
$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$ (4).

Згідно результатів аналізу 2,2-дифенілпікрилгідразил радикал-поглинаючої активності (РПА) *in vitro* і оцінки здатності амінокислотних похідних 1,4-нафтохінону **1-4** кількісно поглинати вільні радикали, дані сполуки нейтралізують від 71 до 85% вільних радикалів. Показник величини РПА аскорбінової кислоти, як еталонної структури, рівний – 79%.

Додаткову інформацію відносно РПА отримано з дослідження процесу тверднення ненасиченої поліестерної смоли, зумовленого наявністю вільних радикалів. Додавання незначної кількості - 0,0165% сполуки **2** в поліестерну композицію веде до інгібування процесу тверднення ненасиченої поліестерної смоли, що обумовлено її інгібуючою дією на вільно-радикальну полімеризацію за концентрації, нижчої у 120 раз у порівнянні із використанням відомого модифікатора цинк-силікатного наповнювача.

На основі проведених термічних досліджень встановлено, що досліджувані сполуки характеризуються термічною стійкістю, зокрема при збільшенні довжини карбонового ланцюга в амінокислотному заміснику зростає термічна стійкість. За даними квантово-хімічних розрахунків функції Фукуї електрофільність атома Карбону в положенні C^3 у сполуках **1-4** є достатньо низькою (**1** – 0,037; **2** – 0, 039; **3** – 0,040; **4** – 0,043), що унеможливлює перебіг реакцій за участю атома Хлору біля хіноїдного циклу. Але завдяки біфунціональності амінокислот їх похідні на основі 1,4-нафтохінону **1-4** володіють двома реакційними центрами, аміно та карбоксильної груп, що забезпечує можливості для їх подальшої модифікації.

Висновки

Результати двох хімічних моделей РПА, термічного аналізу та квантово-хімічних розрахунків для даного ряду сполук вказують, що амінокислотні похідні 1,4-нафтохінону **1-4** можуть бути використані для інгібування вільно-радикальної, термічно ініційованої полімеризації, а також для забезпечення антиоксидантного захисту матеріалів чи створення нових активних сполук фармацевтичного або промислового призначення.

Окисно-відновні властивості хінгідронного поглинального розчину в процесах його приготування та експлуатації

Андрій Слюзар[1], Іванна Мерцало[1], Роксоляна Буклів[1], Семен Хом'як[2]

1.Кафедра хімії і технології неорганічних речовин, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: andrii.v.sliuzar@lpnu.ua

2. Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12.

Changes of redox properties of quinhydrone absorbing solution during its preparation and use in cyclic oxidation processes of gas purification from hydrogen sulphide have been investigated by cyclic voltammetry method. The main influence on these changes has an exposure time of quinhydrone solution in air access and the ratio of components in solution.

Key words: absorbing solution, gas desulfurization, quinhydrone, redox properties, exposure time, components ratio, cyclic voltammetry method, infrared spectroscopy.

Зміни, які відбуваються під час процесу олігомеризації хінгідрону в карбонатному розчині, мають важливе значення на окисно-відновні властивості одержаного хінгідронного каталізатора, який з високою швидкістю повинен окиснювати хемосорбований сірководень в поглинальному розчині до сірки, а потім легко регенеруватись киснем повітря.

Дослідження зміни окисно-відновної поведінки хінгідронного каталізатора здійснювали методом циклічної вольтамперометрії (ЦВА). Вольтамперні дослідження здійснювали на потенціостаті ПИ-50-1.1 з комп'ютерним програматором PI-50. Робочим і допоміжним електродами були платинові пластинки, електродом порівняння - хлоридсрібний. Площа робочого аноду – 0,84 см^2. Досліджували окисно-відновну поведінку хінгідронного каталізатора за різного масового співвідношення натрію карбонату і хінгідрону (від 0,25:1 до 4:1) та часу вистоювання розчинів (5…12 діб) за доступу повітря. Дослідження показали, що на кривих ЦВА спостерігаються піки відновлення (E = -0,16…-0,32В) та окиснення (E = 0,15…0,41В, х.с.е.). Із збільшенням часу вистоювання зменшується активність анодної і, відповідної їй, катодної реакцій (Іпа/Іпк≠1). Залишаючи співвідношення натрію карбонату до хінгідрону сталим (1:1), досліджували вплив співвідношення натрію тіосульфату до хінгідрону (0…40:1) на цей процес. Встановлено, що для розчинів із мольним співвідношенням натрію тіосульфату до хінгідрону 1:1 і вище) катодні піки зникають. Нестабільні семіхінони, які утворюються під час олігомеризації хінгідрону, взаємодіють з натрію тіосульфатом з утворенням сульфозаміщених хінонних сполук, що підтверджено методом ІЧ спектроскопії.

Окисно-відновні властивості хінгідронних поглинальних розчинів порівнювали за їх зміною в циклах хемосорбція сірководню – регенерація розчину. Для цього поглинальні розчини однакового складу, наприклад, г/дм^3: хінгідрону - 5, Na_2CO_3 - 30, $Na_2S_2O_3$ - 200, $NaHCO_3$ - 10, але з хінгідронним каталізатором, який одержували за різних умов, насичували сірководнем, регенерували, продуваючи через них повітря, відділяли одержану сірку, аналізували і, за потреби, коректували вміст компонентів. Перед кожним насиченням розчину сірководнем заміряли стаціонарний потенціал та pH і знімали криві ЦВА. За 4…6 циклів, практично для всіх розчинів з різними умовами приготування хінгідронного каталізатора, відбувається зменшення піків струмів окиснення, потенціалу (від -300 до -500 мВ, х.с.е.) та pH (від 9,45 до 8,6) та стабілізація їх окисно-відновних властивостей.

Проведені дослідження використано для встановлення оптимальних умов одержання хінгідронного каталізатора з заданими окисно-відновними властивостями.

Особливості моделювання нестаціонарного процесу масової кристалізації цукру в пристінному шарі нагрівальної трубки вакуум-апарата в промислових умовах

Тарас Погорілий[1], Валерій Мирончук[1]

1. Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій, УКРАЇНА, Київ, Володимирська, 68, E-mail: pogorilyytm@ukr.net

A mathematical model of the sucrose mass crystallization process are considered from the viewpoint of unsteady heat and mass transfer process. Sugar massecuite represented as a cellular model. With the simultaneous solution of unsteady heat and diffusion mass transfer problems between the corresponding system cells were considered constant and variable thermal characteristics cases of the system cells.

Ключові слова – масова кристалізація сахарози, нестаціонарний теплообмін та масообмін, сталі та змінні теплофізичні характетистики.

Вступ

Процес масової кристалізації сахарози при уварюванні цукрових утфелів є найбільш енергозатратним у промисловому виробництві цукру. Для його керування та зменшення енерговитрат необхідно створити математичну модель цього процесу, яка б найповніше його описувала. Саме цьому й присвячена дана робота.

Матеріали і методи

Врахувати всі теплофізичні, технологічні та гідродинамічні характеристики при створенні математичної моделі процесу масової кристалізації сахарози є надзвичайно складно та практично неможливо. В силу чого було проведено низка спрощень. Таким чином, математична модель процесу масової кристалізації сахарози носить ідеалізований характер.

Всі процеси масової кристалізації сахарози розглядаються з точки зору нестаціонарного по змінній часу процесу тепло- та масообміну. Цукровий утфель було розглянуто з точки зору комірчастої моделі: комірка кристала цукру, що оточена відповідним за об'ємом прошарком міжкристального розчину сахарози. Знайти одночасний розв'язок нестаціонарних задач теплообміну по кожній комірці окремо та нестаціонарних задач дифузійного масообміну між відповідними комірками міжкристального розчину сахарози аналітичними методами надзвичайно складно. В зв'язку з цим, одночасно було розв'язано нестаціонарні задачі теплопровідності та нестаціонарні задачі дифузійного масообміну для комірок міжкристальних розчинів сахарози чисельними методами.

Результати

На основі одночасного розв'язку системи із семи нестаціонарних задач теплопровідності та трьох окремих нестаціонарних задач дифузійного масообміну знайдено ряд нестаціонарних розподілів температур по кожній складовій всієї системи комірок, а також розподілів концентрацій у відповідних комірках міжкристального розчину сахарози при сталих та змінних теплофізичних характеристиках комірок системи.

Висновки

Отриманий ряд різних нестаціонарних розподілів температур та концентрацій в системі комірок дозволяє визначити більш оптимальні умови уварювання цукрового утфелю з мінімальними затратами енергії та мінімальними втратами готового продукту.

Heat-mass exchange processes during activated carbon drying

Iryna Huzova[1], Zoriana Gnativ[1], Volodymyr Atamanyuk[1]

1. Department of Chemical Engineering, National University «Lviv Polytechnic», UKRAINE, Lviv,12 Bandera str., E-mail: iryna.o.huzova@lpnu.ua, zorchyk@gmail.com, atamanyuk@ukr.net.

Adsorption plants with fixed bed of adsorbent, working in periodic mode: sorption – desorption, are most widespread in industry. After a target product recovery the fixed bed of an adsorbent is subject to regeneration. In consideration of the fact that much more energy is consumed by adsorbent regeneration process compared to the adsorption process itself, theoretical and experimental studies of drying and cooling processes are very urgent.

Keywords – disperse material, adsorption, desorption, activated carbon, filtration drying .

Introduction

In industry adsorbents are multiple use materials. After adsorbent saturation with an adsorbate adsorption process is stopped and the adsorbent used is regenerated with the aim of removing the components adsorbed. Water steam or hot water with temperature 100°C are most often used as desorbing agents, and regeneration of the adsorbents without their consequent drying leads to considerable decrease of their adsorption capacity. According to [1-3], adsorbent regeneration consists of the following stages: 1) heating of the bed by hot air; 2) steaming of the bed by saturated water vapor; 3) drying of the adsorbent; 4) cooling of the adsorbent bed to 20°C.

Results of experimental researches of the adsorbent filtration drying kinetics and time change of heating agent temperature across the adsorbent layer height

Drying kinetic curve and drying rate time change curve for 180 mm layer of activated carbon at heating agent temperature t = 100oC are shown in fig. 2.

Filtration drying has zonal character, mechanism of which is described in [4]. As can be seen in fig. 1, curve 1 consequently represents period of mechanical displacement of moisture (first 30 s), and periods of full and partial saturation with moisture. The equilibrium between dried material and heating agent is reached after 1000 s that corresponds to heat agent temperature change curves (fig. 2). As is clear from curve 2 (fig. 1.), the period of full saturation with moisture lasts from about 30 to 450 s, that is characterized by constant drying rate. After 450 s the period of partial saturation with moisture begins, and drying rate decreases. After about 750 s drying rate decreases slightly and kinetic curve 1 (fig. 1) tends to equilibrium.

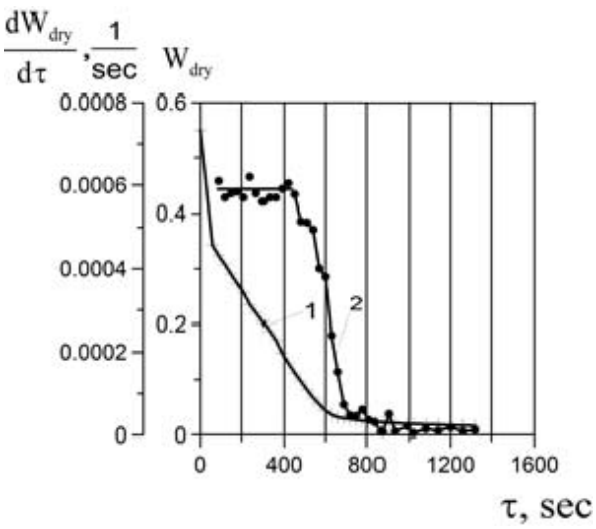


Fig.1. Kinetic curve of activated carbon drying (1) and drying rate time change curve (2) at t = 100°C

Time change of the heating agent temperature across the adsorbent layer height during filtration drying is shown in fig.2.

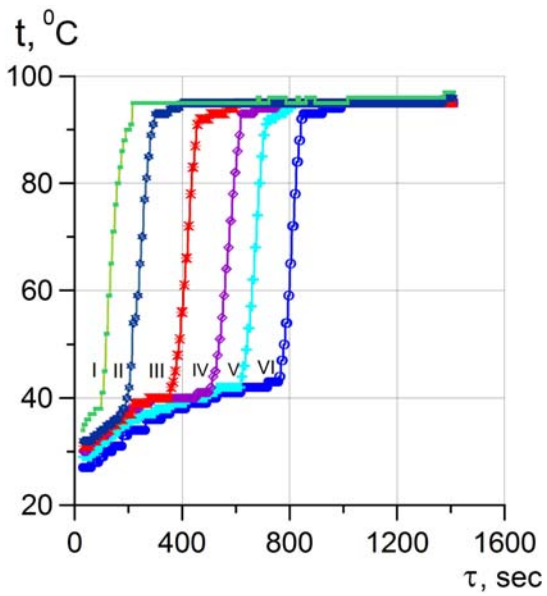


Fig.2. Time change of the heating agent temperature across the adsorbent layer height during filtration drying: I – 0.03 m; II – 0.06 m; III – 0.1 m; IV – 0.13 m; V – 0.16 m; VI – 0.18 m.

Mechanism of filtration drying was also confirmed by experimental data of the time change of the heating agent temperature across the adsorbent layer during the filtration drying (fig. 2). Let us consider the upper layer of 30 mm height (fig. 2, curve I). Initially (first 50 s) the heating agent filtrating through the layer becomes completely saturated with moisture, consequently, its relative humidity and moisture content increase, and its temperature decreases becoming equal to wet thermometer temperature (320 C). Drying proceeds until the heating agent becomes completely saturated with moisture.

Further, the upper layer contacts with fresh heating agent, which becomes partially saturated with moisture, i.e. its relative humidity increases to the values less than 100%. During this the heating agent temperature decreases to the values higher than wet thermometer temperature.

As is clear in fig. 2, curve I, after 120 s the heating agent temperature in the upper layer reaches 520C, after 140 s – 700C, and after 175 s – 850C. After 210 s, when temperature in the layer becomes equal 1000C, the equilibrium between the upper layer and the heating agent is established. Thus, during further drying this layer does not take part in heat-mass exchange any more. The second layer (fig. 2, curve II) in this time starts drying until complete saturation of the heating agent. After 390 s the second layer stops taking part in heat-mass exchange the same way as the firs layer. The drying proceeds similarly in the lower layers (fig. 3, curves III – VI). The layer VI achieves equilibrium state with heating agent after 1000 s.

Conclusion

So, the experimental data show, that heat-mass exchange zone moves in heating agent flow direction. After certain time intervals there appears an adsorbent layer, which does not take part in heat-mass exchange process and accumulates heat energy in itself. Thus, due to such organization of the process part of heat energy can be saved and total duration of the adsorbent regeneration can be reduced.

References

[1] L.N. Melnuk, V.V. Mank, Renewal of adsorption properties of palygorskite after cleaning of spirit solutions, Production of alcohol and liqueur of vodka wares 4(2004) 14-6.

[2] L.M. Melnuk, V. Mank, GM Bila, N.A.Tkachuk, Regeneration natural to mordenit and synthetic zeolite of NaX for the repeated use in dehydration of hydroalcoholic solutions, Food industry 4(2005) 53-6.

[3] S. Ye. Ukhanov, N. N. Starkova, S. S. Galata, K. A. Khmelevskaya, Study of influence of the mode of drying of adsorbents after their regeneration on adsorption of steams of hydrocarbon components of sour gas, Announcer ПГТУ. Chemical technology and biotechnology 9(2009) 184-92.

[4] V. Atamanyuk, Dispersible materials. Mechanism and kinetics of the lauter drying, Chemical industry of Ukraine 4(2007) 24-9.

Дослідження дифузії молекул сахарози в частинках плоду гарбуза у виробництві цукатів

Володимир Атаманюк[1], Ірина Гузьова[1], Зоряна Гнатів[1], Наталя Патрій[1]

1. Кафедра хімічної інженерії, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12., E-mail: atamanyuk@ukr.net, E-mail: iryna.o.huzova@lpnu.ua, E-mail: zorchyk@gmail.com

The study of the influence of temperature on the process of diffusion of sucrose into particles of pumpkin fruits. Calculation of diffusion coefficients of sucrose molecules in pumpkin fruit particles. Comparison of diffusion coefficients found experimentally with theoretically calculated ones on the basis of a mathematical model.

Ключові слова: коефіцієнт дифузії, температура, внутрішня поверхня, плід гарбуза, сахароза.

Сьогодні в Україні зростає інтерес до виробництва цукатів з корисної, широко доступної та дешевої вітчизняної сировини, такої, як гарбуз. Виробництво цукатів з цих плодів має бути організоване таким чином, щоб корисні для організму людини речовини у продукті були максимально збережені. Для цього необхідно удосконалювати процеси та обладнання виробництва.

Підвищення якості цукатів відбувається на етапі вивчення впливу різних чинників на процес дифузії цукрового сиропу в рослинну сировину. Ця сировина являє собою капілярно-пористе тіло зі складною структурою. Саме тому на значення коефіцієнтів дифузії сахарози в рослинну сировину будуть впливати, як її внутрішня структура, так і температура цукрового сиропу.

Авторами запропоновано визначення коефіцієнтів, що залежать від форми частинки та визначення коефіцієнта дифузії молекул сахарози в пористому середовищі цукатів.

Дослідження здійснювали наступним чином: плоди гарбуза розрізали на кубики однакових розмірів: 10х10х10 мм, бланшували 10 хв, визначали вмісту цукру. Готували сироп 70 % (мас.). Кубики бланшованого гарбуза завантажили в сироп. Кожні 30 хв. відбирали проби. Дослідження проводили за умов температур 20 ^{0}C, 40 ^{0}C, 60 ^{0}C, 80 ^{0}C. Діапазон температур вибраний, виходячи з дотримання високої якості готового продукту.

Результати експериментальних досліджень впливу температури на зміну концентрації сахарози в плодах гарбуза наведені на рис. 1.

Для узагальнення результатів була обрана математична модель, яка обумовлює кінетику вилучення з об’єму рідини в умовах систематичного збільшення концентрації речовини (c) в пористих тілах, суміш яких є монодисперсною [1]:

$$1-\frac{c}{c_p}=A\cdot e^{-s\cdot\frac{D\cdot\tau}{R^2}} \qquad (1)$$

де R – еквівалентний радіус куба, м; A, s – коефіцієнти, які залежать від форми частинки; c – біжуча концентрація; c_p – рівноважна концентрація; D – коефіцієнт дифузії сахарози в частинці цукату, м^2/с; τ – час насичення цукатів цукром, с.

Для визначення коефіцієнта дифузії сахарози у суцільному рідкому середовищі використано рівняння (2) А. Ейнштейна:

$$D_c=\frac{k\cdot T}{6\cdot\pi\cdot\mu\cdot r} \qquad (2)$$

де k – стала Больцмана, Дж/К; T – абсолютна температура, К; r – радіус дифундуючих частинок сахарози, м; μ – в'язкість рідкого середовища, Па·с.

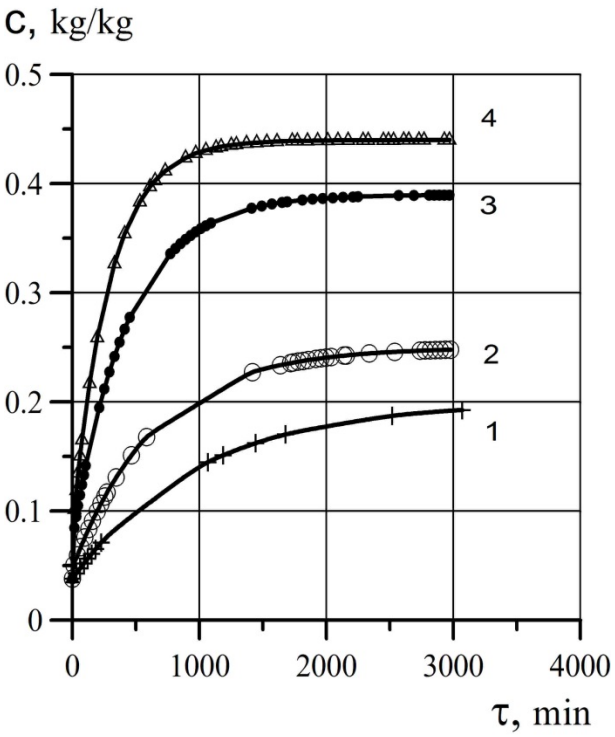


Рис. 1. Залежність зміни концентрації сахарози в цукатах гарбуза в часі за температур 1 – 20 °C; 2 – 40 °C; 3 – 60 °C; 4 – 80 °C

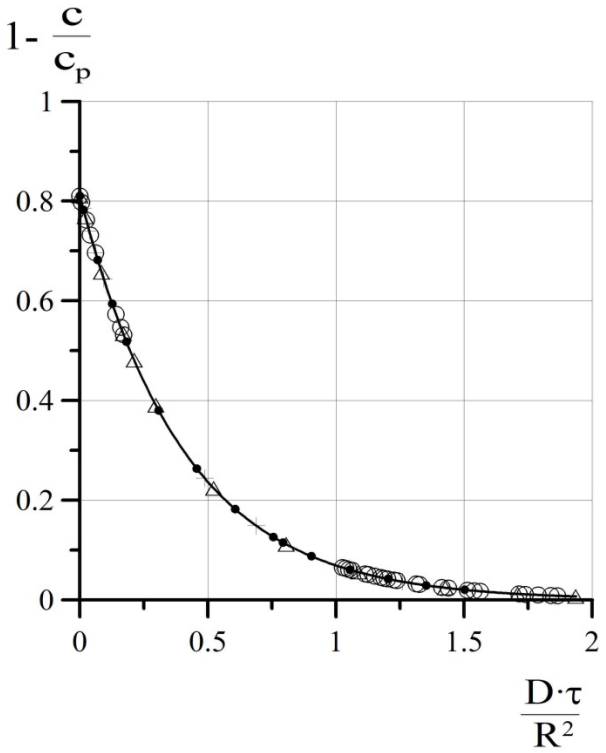


Рис. 2. Крива узагальнення експериментальних даних зміни концентрації сахарози в цукатах гарбуза в часі за температур 20 °C; 40 °C; 60 °C; 80 °C

Для визначення коефіцієнту дифузії сахарози в частинці цукату використано рівняння (3):

$$D = m \cdot D_c \tag{3}$$

де m – доля вільного простору в бланшованій частинці гарбуза.

На основі рівняння (1) проведені узагальнення експериментальних даних. Результати узагальнень наведені на рис. 2. Як бачимо з рис. 2., крива носить експоненціальний характер, похибка між експериментальними та теоретичними даними не перевищує 5%. В результаті узагальнення експериментальних досліджень, визначені коефіцієнти A = 0,81, s = 2,46, які не залежать від температури, а залежать лише від форми частинки.

Висновки.

Отримані в результаті експериментальних та теоретичних досліджень коефіцієнти дифузії сахарози в частинці цукатів з гарбуза, а також коефіцієнти, які залежать від форми частинки, дають можливість розрахувати час насичення цукатів цукром.

Список літератури

[1] Roman Gosovkiy, Diana Kindzera, Volodymyr Atamanyuk, "Diffusive mass transfer during drying of grinded sunflower stalks", Chemistry & Chemical Technology, Vol.10, pp. 459–463, 2016

Очищення розчинів калійних виробництв від глинистих домішок центрифугуванням

Роксоляна Буклів[1], Костянтин Блажівський[1], Наталія Гбур[1]

1. Кафедра хімії і технології неорганічних речовин, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м. Львів, пл. Святого Юра. 9, E-mail: roksolyanabukliv@gmail.com

The influence of centrifugation parameters on the efficiency of the allocation of clay impurities from solution potash production is stady. It was found expedient conditions of the process: the duration of centrifugation 8...10 minutes, centrifuge separation factor 6000…7000. The effect of temperature of the suspension on the moisture content resulting precipitate was negligible.

Ключові слова – глинисті домішки, осаджувальне центрифугування, вологість осаду, фактор розділення, тривалість розділення.

Вступ

Під час перероблення полімінеральних калійних руд виникають труднощі з очищенням виробничих розчинів від глинисто-сольових шламів. За існуючою технологією передбачено їх триступеневе протитечійне промивання з проміжними відстоюваннями, недоліками якого є низька ефективність та висока вологість промитого осаду. Значної інтенсифікації процесу можна досягнути застосуванням осаджувального центрифугування, що дає змогу збільшити продуктивність обладнання, зменшити вміст просочувального розчину в кінцевому осаді і втрату корисних компонентів.

Експериментальна частина

Для дослідів використали глинисту суспензію, одержану розчиненням полімінеральної калійної руди Стебницького родовища у воді за температур 20, 50 і 70°С з подальшим декантуванням. Відділення глинистих домішок від насиченого розчину здійснювали на лабораторних центрифугах осаджувального типу ОПН-8 та MPW-310. Досліджували вплив тривалості центрифугування в інтервалі 1…30 хвилин і фактору розділення центрифуги в межах 1600…8700 на вологість кінцевого глинистого осаду.

Як показали результати досліджень вміст вологи у відцентрифугованих осадах змінювався в інтервалі 38...25 % залежно від умов одержання суспензії і умов центрифугування. Тривалість центрифугування найбільше впливала протягом перших 5…7 хвилин. Так, збільшення її від 1 до 5 хвилин давало змогу знизити вологість глинистих осадів на 2…3 %, а від 10 до 15 хвилин зміна вологості відбувалася незначно (до 1%), особливо це проявлялося за вищих факторів розділення (понад 6000). Подібно впливав фактор розділення: від 1600 до 5000 вологість осадів зменшувалася на 4…5 %, а від 6000 до 8700 – на 1…2 %.

Підвищення температури початкової суспензії від 20 до 50°С несуттєво вплинуло на структуру відцентрифугованих осадів, їх мінімальні вологості були подібними (26…27 %). За 70°С відбувалося дещо більше ущільнення осаду навіть за невеликої тривалості центрифугування, вологість одержаних осадів змінювалася в межах 35…25 %.

Висновки

Відділення глинистих домішок від виробничих розчинів доцільно проводити за тривалості центрифугування 8…10 хв і фактору розділення центрифуги 6000…7000. Температура розчинення руди несуттєво впливає на вологість відцентрифугованих осадів.

Перспектива використання мембранних технологій при вилученні цінних компонентів ефірної олії кропу

Ігор Житнецький[1], Олена Подобій[2]

1. Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв, НУХТ, УКРАЇНА, Київ, вул. Володимирська 68. zhitn@ukr.net

2. Кафедра хімічної технології та фізичної і колоїдної хімії, НУХТ, УКРАЇНА, Київ, вул.Володимирська 68 e.podoby@yandex.ua

The aim of the work is the use of membrane technologies for exemption of valuable components from a distillate of the dill ether oil.

It is experimentally confirmed, that the use of ultrafiltering and microfiltering processes allows the additional exemption of valuable perfume-cosmetic components that belong to the dill secondary ether oil, also it allows developing new energy- and resourcesaving technological schemes for chemistry and food industry.

Ключові слова: ефірна олія кропу, дистилят, мікрофільтрація, ультрафільтрація, мембрана.

Вступ

Для розділення емульсій, якими є дистиляти (гідролати) ефірної олії, застосовують різні методи: механічний (відстоювання і центрифугування), електрохімічний (електрофлотація), хімічний, термічний (вакуумне випарювання, дистиляція). Проте вище зазначені технології мають недоліки (енергоємні, нерентабельні, недостатньо ефективні). Альтернатива усіх цих методів – ультрафільтрація та мікрофільтрація [1]. Важливим є вибір матеріалів мембрани. Найбільший ефект розподілу досягається при застосуванні ліофільної мембрани стосовно зовнішньої фази і ліофобної – до дисперсної [2].

Дистиляти, що утворюються під час парової дистиляції рослинної (як правило, ефіроолійної) сировини, складаються із води і компонентів, які вилучаються з рослинної сировини парою при паровій, або водній дистиляції. Нерозчинні (або слаборозчинні) компоненти декантуються у вигляді ефірних олій.

Склад дистиляту кропу залежить від часу збирання плодів, умов їх дозрівання та ряду інших факторів. Здебільшого він складається з терпенів – органічних вуглеводневих сполук, і їх похідного карвону – його в олії кропу до 40-50%, і саме він надає йому стійкий пряний аромат. В дистилятах ефірної олії кропу міститься 0,05–0,08% цінних компонентів, зокрема, D-карвон, дигідрокарвон, ліналоол, α-, β- фелландрен, цінеол, α-пінен, які використовуються при створенні композицій та виготовленні нових видів парфумерно-косметичних продуктів, формуючи їх органолептичні характеристики [3].

На основі кропу можна отримувати лосьйони, тоніки і відвари, креми та маски. Ці косметичні засоби допоможуть правильно доглядати за шкірою і впораються з багатьма проблемами шкіри. Якість готового продукту залежить від наявності цінних органічних компонентів в сировині.

Матеріали та методи

Дослідження процесу мікрофільтрації дистилятів кропу проводили з використанням полімерних мембран марки МФФК-1, МФФК-2 з розміром пор 0,15 та 0,25 мкм та ультрафільтраційної мембрани УФМ-50 з розміром пор 0,005 мкм. Дослідження проводили на непроточному мембранному модулі місткістю 20 мл.

Кількісний та якісний склад ефірної олії визначали методом газорідинної хроматографії з використанням носія нерухомої фази ПЕГ-1500, нанесеної на твердий носій – Хроматон N-AW-DMCS, з частинками розміром 0,16-0,25мм.

Результати та обговорення

Для визначення найбільш придатної мембрани для вилучення цінних компонентів із дистиляту кропу дослідження проводились при змінних значеннях надлишкового тиску та концентрації на проникність та селективність мембран МФФК-1, МФФК-2 та УФМ-50. Надлишковий тиск змінювався в межах від 0,05 до 0,2 МПа – для мікрофільтраційних мембран та від 0,1 до 0,6 МПа – для ультрафільтраційних. Концентрація дистиляту становила 0,05-0,08%.

В результаті проведених досліджень встановлено, що при використанні мембрани УФМ-50 при надлишковому тиску 0,3 МПа та концентрації 0,08% проникність становила $4{,}1\cdot10^{-5}$ $м^3/(м^2с)$, а селективність – 93%. При застосуванні мікрофільтраційної мембрани МФФК-2 встановлено, що при надлишковому тиску 0,05 МПа та концентрації 0,08% проникність становила $0{,}95\cdot10^{-4}$ $м^3/(м^2с)$, а селективність – 95%.

Вилучення цінних компонентів ефірної олії кропу із дистиляту доцільно проводити з використанням мікрофільтраційної мембрани МФФК-2, яка забезпечує високу проникність та селективність в порівнянні з ультрафільтраційною мембраною УФМ-50. Крім того застосування мікрофільтрації для вилучення цінних компонентів з дистилятів ефірної олії кропу дозволяє проводити мембранне розділення при значно менших значенням надлишкового тиску.

Висновки

Застосування процесів ультрафільтрації та мікрофільтрації дозволяє додатково вилучати цінні компоненти із дистиляту, що входять до складу ефірної олії кропу, підвищувати рентабельність та ефективність технології переробки рослинної сировини, а також отримувати цінну сировину для парфумерно-косметичної промисловості.

Використання мембранних технологій при отриманні цінних парфумерно-косметичних компонентів дозволяє розробляти нові енерго- та ресурсоощадні технологічні схеми для хімічної та харчової промисловості.

Список літератури

[1] A.Arora, B.S. Dien, R.W. Belyea et al, “Thin stillage fractionation using ultrafiltration : resistance in series model”, Bioprocess Biosystems Engineering, vol.32, issue 2, pp.225 – 233, February 2009.

[2] B.Chakrabarty, A.K.Ghoshal, M.K.Purkait, “Preparation, characterization and performance studies of polysulfone membranes using PVP as an additive”, Journal Membrane Science, vol.315, issue 1, pp. 36 – 47, May 2008.

[3] T.A. Vinogradova, B.N. Gazhev et al. “Practical herbal medicine”, St Petersburg: OLMA-Press; SPb.: Valery SPD, 1998, pp. 20-24.

Process Integration – the Path to Energy Independence of the Country

Leonid Ulyev

Process Integration and Chemical Engineering Department, National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", UKRAINE, Kharkiv, Frunze Street, 21. E-mail: leonid.ulyev@gmail.com

This paper analyzes the energy consumption in Ukraine. A strategy for energy efficiency in the country was elaborated. The strategy is based on the use of integration methods in the industry. It is shown that application of process integration methods to the industrial enterprises of the North-East of Ukraine will help to obtain energy savings, equivalent to 7 billion USA dollars.

Keywords – process integration, pinch analisys, energy, heat exangers, utility, total site.

Ukraine energy consumption

Ukraine is one of the most energy-intensive countries in the region and it is the largest consumer of hydrocarbons per unit of production in Europe [1]. Ukraine's economy currently consumes 210 – 260 million tons of standard fuel per year, but the self-sufficiency of the state with the hydrocarbons is ~ 52 %. To meet the demand for natural gas Ukraine imports 75% of the total used amount. Import of oil and oil products amounts to ~ 85 %, coal – 19 %. And together with import of nuclear fuel, the energy self-sufficiency will be the value of ~ 48 %.

At the same time, according to the international Institute of environment management, the technogenic load on the territory of Ukraine, due to the lack of sewage treatment plants, in 6 – 7 times higher than the average in developed countries of Europe. CO_2 emissions account for the value of ~ 600 million tons per year. Ukraine has 14 operating Power Station with installed capacity of 30 MW emit 1130 thousand tons of SO_2, 1350 thousand tons of CO, 370 thousand tons of NO_x, 790 thousand tons of solid particles, 230 thousand tons of hydrocarbons. Characteristically, the maximum amount of emissions per unit area in Europe is in Kiev, ~ 110 – 140 t/km^2 per year.

Strategy of Ukraine's European Integration poses additional challenges. Examination of the majority of enterprises showed that in order to meet European environmental standards (ISO 14000, etc.), specific energy consumption in industry must be reduced at least 2–3 times.

Methods of Energy Efficiency

The above facts indicate that energy efficiency in Ukraine should be the economic development strategy of the state.

The most modern and effective method of energy conservation is a systematic method is known under the name of Process Integration and in particular Pinch Analysis method, which includes methods of audit and methods of optimal design – pinch design. It is based on fundamental thermophysical, thermodynamic and economic laws.

Methods of Process Integration supporting design, integration, optimization has been around the erly 1970s. Process Integration was developed from Heat Intagration methods. Process Integrational is the most common method to reduce energy consumption in processing industry. One of the directions in the Heat Integration is Pinch Analysis. One of the first works was Phd thesis of Hohmann from University of Southern California. And then the pinch design method has been developed by Linnhoff and Flower and is applied to find an optimum energy policy in chemical process industries. Dhole and Linnhoff demonstrated the potential for expanding of the Heat Integration concept from individual process level to a Total Site level, which comprises of several production processes or industrial clusters.

The application of Pinch Analysis in the design and retrofit of heat exchanger networks for industrial processes allows to obtain the power values of energy consumed from external energy

level thermodynamically due to the minimal quantities. The use of Pinch Analysis allows to identify:

- optimal values of hot and cold utilities;
- the number of heat exchangers in the network of heat transfer;
- optimum area of heat transfer surface;
- capitalized value before the execution of the project heat exchanger network.

Experience shows that the economic effect from the creation of the optimal structure of production is approximately an order of magnitude higher effects of optimization of individual units or optimal process control.

Application of methods of Pinch Analysis gives the possibility to optimize energy consumption within the territorial production complexes, consisting of a large number of production processes (Total Site Integration) [2, 3].

On average the implementation of such projects allows to reduce power consumption by approximately 20–70% with a reduction of harmful emissions by 25–50%. The payback period of these projects, as a rule, not more than one year [4].

Currently, methods of integration processes has been developed and used in mass transfer processes – Mass Pinch, Water Pinch, Hydrogen Pinch, and CO_2 Pinch, as well as in the optimal integration of renewable energy sources in the energy network is Power Pinch.

For example, the application of methods of pinch analysis to the industrial enterprises of the North-East of Ukraine will reduce its power consumption to a value of ~ 20 million tons of standard fuel per year or ~14 million tons of oil equivalent per year, which at current energy prices is equivalent to savings of 7 billion United States dollars annually.

Conclusion

With the help of application of Process Integration methods and Power Pinch can be more than 50 % reduction in specific energy consumption in industry and district heating, which would eliminate the import of hydrocarbons to Ukraine. Therefore, the use of methods of integration processes in the national economy of Ukraine is the path to its energy independence.

References

[1] Ukraine policy review. International Energy Agency, France. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ukraine2006.pdf> accessed 14.04.2016

[2] L.M. Ulyev, P.A. Kapustenko, M.A. Vasilyev, S.A. Boldyryev, “Total Site Integration for Coke Oven Plant”, *Chemical Engineering Transaction*, vol. 35, pp. 235–240, 2013.

[3] Leonid Ulyev, Mihail Vasilyev, Abbass Maatouk, Neven Duic, Alisher Khusanov, “Total Site Integration of Light Hydrocarbons Separation Process”, *Chemical Engineering Transaction*, vol. 52. pp. 1–6, 2016.

[4] R. Smith, J. Klemeš, L.L. Tovazhnyansky, P.A. Kapustenko, L.M. Ulyev, *Fundamentals of Heat Process Integration (in Russian)*. Kharkov: NTU “KhPI”, 2000.

Реальні й міфічні можливості енергозбереження та енергозаміщення в Україні

Геннадій Рябцев

Відділ енергетичної та техногенної безпеки, Національний інститут стратегічних досліджень, УКРАЇНА, Київ, 01030, вул. Пирогова, 7а; e-mail: rgl2006@ukr.net

Ukraine is able to rationally use energy resources. To this end, each consumer should be able to use different sources of fuel and energy at different times. The structure of energy consumption in the regions should be determined based on economic and environmental feasibility. The production of fuel and energy must be decentralized. In each region, fuel and energy reserves must be created. Their structure should correspond to the structure of energy consumption.

Ключові слова – державна політика, енергоефективність, енергозбереження, енергозаміщення, паливно-енергетичні ресурси.

Вступ

Більшість українських політиків і громадян вважають, що перехід до раціонального використання енергії вимагає колосальних затрат. Цьому чимало сприяє теза, яку часто наводять західні аудитори. Вона звучить так: щоб підвищити енергоефективність, потрібні три речі – гроші, гроші і гроші. Чи це так?

У чому проблема?

Згідно з поширеною думкою, відчутних затрат вимагає навіть мінімальний приріст співвідношення виробленої доданої вартості до кількості спожитих при цьому паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Однак це твердження справедливо лише для держав, які дбайливо ставляться до енергії протягом багатьох десятиліть. Пріоритетами їхньої політики є: підвищення рівня комфорту громадян шляхом зміни структури споживання ПЕР (на користь тих ресурсів, що забезпечують максимальні коефіцієнти перетворення енергії), упровадження нових технологій (наприклад, двигунів, що споживають менше пального) та економії енергії (наприклад, завдяки менш потужним побутовим приладам); випереджаюче (порівняно з енергоспоживанням) зростання обсягів виробленої продукції й послуг; зміна структури економічної активності на користь менш енергетично інтенсивних галузей (наприклад, підтримка сфери послуг, а не важкої промисловості).

Такими державами є Японія, Південна Корея, країни Старої Європи. Їм, щоб домогтися приросту енергоефективності, необхідно витратити стільки ресурсів, що їхня кількість є порівняною з одержуваним ефектом. Це пояснюється експоненціальним характером залежності між затратами і кінцевим результатом. Якщо розташувати перераховані країни на графіку (рис. 1), вони займуть місця на ділянці, близькій до горизонтальної. Інша річ – Україна та інші держави з перехідною економікою, для яких співвідношення, що розглядається, є найбільшим.

Україні, щоб отримати однаковий із Польщею чи ФРН приріст енергоефективності, необхідно в рази менше коштів. Звичайно, за умов глибокої економічної кризи складно знайти навіть їх. Але бізнесмени, які нині керують державою, схоже, не усвідомлюють, що монетарний ресурс – не єдиний, що є в їхньому розпорядженні.

Що робити?

В арсеналі виконавчої влади є, щонайменше, десять видів ресурсів. Окрім монетарного, це – правовий, організаційний, майновий, людський, інформаційний, ресурс часу, довіри, більшості, примусу. Їхнє дієве застосування політичними силами, що підтримуються

більшістю громадян, дозволяє: не зважати на нестачу правового (відсутність законодавчої бази) та інформаційного ресурсу (переконування замість вирішення проблем); нехтувати ресурсами часу (здійснюючи директивні втручання) й довіри (ігнорування вимог окремих соціальних груп чи груп спеціальних інтересів); завдяки високому рівню взаємодії, економити монетарний і людський ресурси, а також підвищувати довіру до політики, що реалізується.

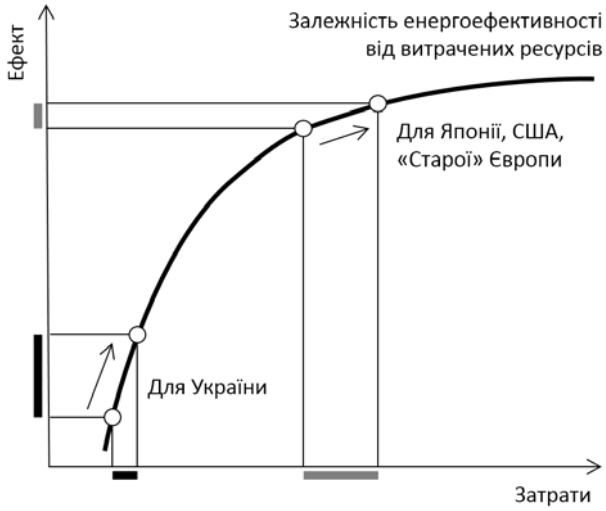


Рис.1. Залежність ефект – затрати

Саме кваліфіковане управління немонетарними ресурсами дозволяє розробляти і реалізовувати майже безвитратні (організаційні) та/чи швидкоокупні заходи, синергія яких здатна швидко вивести Україну на рівень енергоефективності держав Східної Європи (до речі, про можливість застосування таких інструментів не йдеться в жодному з «європейських стандартів»; цього вимагає лише ДСТУ 4065-2001).

Дієва політика енергоефективності – це не перехід на альтернативні джерела енергії, а використання ефективних (із точки зору перетворення енергії) технологій. Не заміна одного енерговитратного виробництва іншим (газу вугіллям, вугілля вітром, бензину біоетанолом, дизельного палива рапсовим ефіром). Не придбання за кордоном дешевих, але застарілих енергетичних технологій. Це – комплексне вирішення проблеми, що базується на таких тезах: кожен споживач повинен мати можливість у різний час використовувати різні джерела палива та енергії, причому структура енергоспоживання на місцях має визначатися, виходячи з економічної та екологічної доцільності; виробництво палива та енергії має бути децентралізованим, а енергетичні потоки – розукрупненими; у кожному регіоні мають бути створені резерви палива та енергії зі збереженням функцій держави з управління ними в особливий період. Структура цих запасів має відповідати структурі енергоспоживання і забезпечувати стійке функціонування всіх галузей економіки з урахуванням різного часу сезонних навантажень.

Висновок

Україна здатна раціонально використовувати енергетичні ресурси. Для цього варто не поспішати замінювати одні енерговитратні виробництва іншими, а створювати багатовекторну, мозаїчну енергетику, що застосовує найбільш ефективні (із точки зору перетворення енергії) технології.

Компактні теплообмінники для ефективної рекуперації теплоти в процесах хімічної технології

Леонід Товажнянський[1], Ольга Арсеньєва[1,2], Петро Капустенко[1]

1. Кафедра ІТПА, НТУ «ХПІ», УКРАЇНА, Харків 61002, вул. Багалія 21, kap@kpi.kharkov.ua

2. Chair of Fluid Process Engineering, University of Paderborn, Paderborn, Germany, olga.arsenyeva@uni-paderborn.de

Анотація – Heat recuperation has paramount importance for efficient energy usage in chemical industry. Compact heat exchangers are capable to increase the amount of recuperated heat without excessive size, weight and cost penalties. The principles of creating compact heat exchangers including pillow-plate type heat exchangers are discussed.

Ключові слова – компактний теплообмінник, рекуперація теплоти, енергозбереження, інтенсифікація, хімічна промисловість, принципи конструювання теплообмінників

Стійкий розвиток сучасного суспільства не можливий без поступового зростання потреб у енергії. Забезпечити це зростання без суттєвого збільшення використання викопного палива та подальшого забруднення навколишнього середовища можливо за рахунок підвищення ефективності використання енергії та застосування відновлюваних джерел енергії. Найбільша частка енергетичних витрат припадає на теплову енергію. Її більш ефективне використання потребує підвищення рівня рекуперації тепла та інтегрування відновлюваних джерел енергії в сучасні системи тепловикористання. Це ставить підвищенні вимоги до теплообмінного обладнання, яке повинно забезпечувати високу ефективність передачі теплової енергії без збільшення габаритних розмірів та матеріалоємностіі. Найбільше цим вимогам відповідають компактні теплообмінники [1].

Розглянуто теоретичні основи створення компактних теплообмінних поверхонь з інтенсифікованою теплопередачою, найкраще задовольняючих вимоги конкретного процесу рекуперації теплової енергії. Наведено аналіз двох основних напрямків підвищення теплової ефективності теплообмінного обладнання при зменшенні його масо-габаритних показників та витрат матеріалів на виготовлення поверхні теплопередачі. Це створення поверхонь з інтенсифікацією тепловіддачі та обґрунтоване зменшення еквівалентного діаметра каналів теплообмінника для течії теплоносіїв. Розглянуто здатність різних теплообмінних поверхонь до зменшення їх забруднення при роботі в умовах хімічних виробництв. Наведено принципи конструювання та основні робочі параметри сучасних компактних теплообмінників для хімічної та суміжних галузей промисловості. Це компактні теплообмінники традиційної кожухо-трубчатої конструкції, теплообмінники з інтенсифікованими трубками, пластинчаті, пластинчато-ребристі та трубчато-ребристі, теплообмінники типу «pillow-plate», міні та мікро канальні, печатно-контурні, керамічні та теплообмінники з полімерних матеріалів.

Подяка

Ольга Арсеньєва вдячна Alexander von Humboldt Foundation за фінансову підтримку.

Список літератури

[1] J.J Klemeš, O.P. Arsenyeva, P.O. Kapustenko, L.L. Tovazhnyanskyy, 2015, Compact Heat Exchangers for Energy Transfer Intensification: Low Grade Heat and Fouling Mitigation. CRC Press. Boca Raton, FL, USA.

Теплопередача через плоскі та циліндричні стінки за нестаціонарних умов навколишнього середовища

Марта Мартиняк-Андрушко [1], Ярослав Гумницький [2], Йосиф Мисак [1]

1. Кафедра теплотехніки, теплових і атомних електричних станцій, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м.Львів, вул. Ст.Бандери, 12, E-mail: marta.martynyak@gmail.com

2. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м.Львів, вул. Ст.Бандери, 12, E-mail: jgumnitsky@ukr.net

The mathematical model was suggested whose task was to measure the temperature of external envelopes and the environmental heat loss provided that the air temperature inside the facility was constan. The model suggested can be used for the investigation of the heat-mass exchange, and comfortable conditions for various structures and facilities with different heating systems.

Key words: heat exchange, heat transfer, external envelopes, and steady-state and transient conditions.

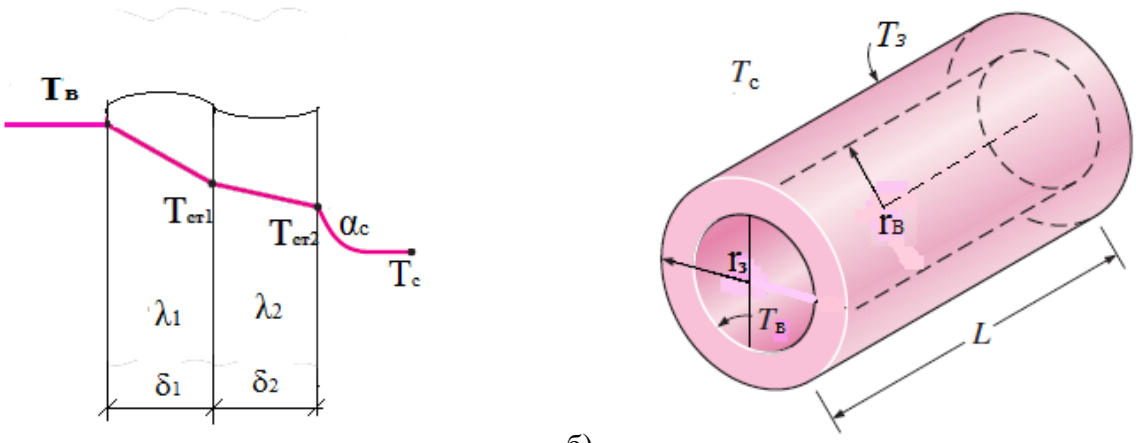
Вступ

Для дослідження особливостей теплового режиму приміщення європейські і деякі вітчизняні дослідники створюють фізичні моделі в натуральну величину, що дозволяє штучно відтворювати зовнішні і внутрішні теплові умови, а також спеціальні комп'ютерні програми, але усі ці методи потребують створення відповідних математичних моделей. Запропонована математична модель, задача якої полягає в тому, щоб за умови постійності температури повітря всередині об'єкту (приміщенні), можна було б визначити температуру зовнішніх огороджень та втрати тепла у навколишнє середовище у залежності від сукупності зовнішніх факторів.

Основний матеріал

Метою роботи було показати особливості теплообміну на поверхнях плоских та циліндричних ізолюючих конструкцій теплового споживача за стаціонарних та нестаціонарних умов, що виникають внаслідок добових змін температури навколишнього середовища.

Розглянемо рівняння стаціонарних і нестаціонарних умов для зовнішніх огороджень приміщення (рис. 1), які справедливі для централізованих систем теплопостачання:



а) б)

Рис.1. Схематичне зображення температур під час теплообміну з навколишнім середовищем:
а) у двошаровій ізолюючій плоскій поверхні;
б) для циліндричної труби.

Тепловий потік через циліндричну стінку довжиною L буде рівний:

$$Q = \lambda \frac{2\pi L\left(T_{вн} - T_{з}\right)}{\ln \frac{r_{з}}{r_{в}}} \tag{1}$$

Кількість тепла, що передається теплопровідністю через трубу (1), доповнимо рівнянням теплопровідності через ізоляцію:

$$Q_1 = \lambda_{із} \frac{2\pi L}{\ln \frac{r_{із}}{r_{в}}}\left(T_{з} - T_{із}\right) \tag{2}$$

Використовуючи залежності (1) і (2) визначаємо тепловий потік через ізольовану трубу з рівняння теплового потоку для двошарової стінки:

$$Q_1 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{i+1}}{r_i}} \cdot 2\pi L\left(T_{в} - T_{з}\right) \tag{3}$$

З врахуванням тепловіддачі у навколишнє середовище згідно рівняння:

$$Q_1 = \alpha 2\pi r_{із} L\left(T_{із} - T_{c}\right) \tag{4}$$

для двох шарів – (труба+ізоляція) тепловий потік буде рівним:

$$Q_1 = \frac{1}{r_{із}\left(\frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{з}}{r_{в}} + \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{із}}{r_{з}}\right) + \frac{1}{\alpha}} \cdot 2\pi r_{із} L\left(T_{в} - T_{c}\right) \tag{5}$$

Позначивши $\frac{1}{r_{із}\left(\frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{з}}{r_{в}} + \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{із}}{r_{з}}\right) + \frac{1}{\alpha}}$, як коефіцієнт теплопередачі K_1,

загальне рівняння теплопередачі для нестаціонарного процесу має вигляд:

$$Q_1 = K_1 \cdot 2\pi r_{із} L\left[T_{в} - T_{\min}\left(1 + в\tau\right)\right] \tag{6}$$

Висновки

На сьогоднішній день режими відпуску теплової енергії у діючих системах не гнучкі і не піддаються маневруванню, вони не можуть враховувати різноманітні зовнішні впливи на їх роботу, не забезпечують можливості програмованої зміни температури повітря в приміщеннях та не завжди передбачають паралельну роботу декількох джерел теплоти в загальній тепловій мережі. Традиційні системи опалення і теплопостачання, у більшості, обладнанні елеваторними схемами приєднання, які не піддаються точному регулюванню, а також системами опалення, які практично виключають можливість індивідуального автоматичного регулювання теплових режимів.

Виходячи з цього, можна зробити висновок про те, що використання даної математичної моделі може бути ефективним для нових систем теплопостачання, які проектують з урахуванням сучасних вимог.

Список літератури

[1] Ya.M.Gumnitskii, Meteorology and Climatology, Lviv Polytechnic Publishing house, Lviv, Ukraine, 2017.

[2] M. (Massoud). Kaviany Heat transfer physics, NY, USA, 2014, p. 788

Проблеми вилучення цільових компонентів методом екстрагування

Євген Семенишин[1], Тетяна Римар[2]

1. Кафедра хімічної інженерії, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. Ст Бандери, 12

2. Кафедра теплотехніки, теплових і атомних електричних станцій, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. Ст Бандери, 12, E-mail: tan_ru@ukr.net

Abstract – The mechanism and oil extraction kinetics from the seed of plant raw material by organic solvents were determined. The most favorable conditions of the process of extraction and dissolution of target components from plant raw material were considered.

Ключові слова – кінетика, екстрагування, система «тверде тіло – рідина», інтенсифікація, цільові компоненти, рослинна сировина, олія.

Вступ

Вилучення цільових компонентів з пористих структур має важливе наукове та практичне значення та використовується в різних галузях промисловості. На сьогодні ці процеси є недостатньо вивченими та відсутні методи розрахунку кінетичних параметрів, за допомогою яких можна прогнозувати інтенсифікацію процесу. Причиною цього є складність процесів, різноманітність структурних модифікацій пористих структур, оскільки цільовий компонент може знаходитись у твердій або рідкій фазі. Крім того, екстракційне вилучення цільових компонентів з пористих структур пов'язане з попереднім процесом розчинення та наступним процесом переміщення компоненту з ядра пористої структури до поверхні фазового контакту «тверде тіло – рідина». У цьому випадку сам процес розчинення може відбуватись як за рахунок фізичного розчинення, так і з хімічною взаємодією екстрагента і компонента, що ускладнює процес.

Виклад основного матеріалу

Вирішення проблеми екстракційного вилучення цільових компонентів пов’язане з кінетичними закономірностями процесу, з встановленням механізму процесу, який визначає швидкість переміщення розчиненого компоненту в середині капілярів пористої структури. Виконані експериментальні дослідження [1, 2] показали, що екстрагування містить як внутрішньо-молекулярне перенесення речовини, так і зовнішню дифузію. Хоча в обох випадках перенесення речовини є дифузійним, однак механізм цього перенесення є різним. Експериментальні дослідження показали, що найбільш повільною стадією є внутрішньо-молекулярне перенесення. Для встановлення механізму екстрагування та опису кінетичних закономірностей, на основі яких можна визначити константи процесу (коефіцієнти дифузії, рівновагу процесу), нами пропонується рівняння виду:

$$\frac{t}{T}=\frac{1-3\cdot\varphi_0^2+2\cdot\varphi_0^3+\frac{6}{\varepsilon}\cdot\left(1-\varphi_0\right)+\frac{2}{Bi}\cdot\left(1-\varphi_0^3\right)}{1+\frac{6}{\varepsilon}+\frac{2}{Bi}}, \qquad (1)$$

де $Bi=(K\cdot \mathrm{R})/\mathrm{D}$; $\varepsilon=(K_r\cdot \mathrm{R})/\mathrm{D}$; $\varphi=r/R$, t – біжучий час екстрагування; T – тривалість повного вилучення; K – коефіцієнт масопередачі; φ – безрозмірний радіус пористої частинки; K_r – коефіцієнт хімічної взаємодії; D – коефіцієнт стислої дифузії.

Рівняння (1) було перевірене на об’єктах мінеральної сировини, у яких цільові компоненти знаходяться в твердому стані (сірка, оксид алюмінію, озокерит, фероцен та інші) та об’єктах рослинної сировини, у яких цільові компоненти знаходяться у більшості випадків у рідкому стані. Виконані дослідження показали задовільне узгодження експериментальних даних з теоретичними.

Під час визначення рівноваги, значення рівноважних концентрацій будуть залежати від того, в якому стані цільові компоненти знаходяться у пористій структурі. Для гетерогенної системи «тверде тіло – рідина», в якій цільовий компонент знаходиться в твердому стані, процес екстрагування ускладнюється попереднім його розчиненням і рівновага настає у тому випадку, коли концентрація компонента в основній масі розчину рівна концентрації насичення. Якщо цільовий компонент знаходиться в рідкому стані (олія в насінні рослинної сировини), то в умовах рівноваги його концентрація в порах і в основній масі розчину вирівнюється. У деяких випадках під час екстрагування цільових компонентів з мінеральної сировини, в порах якої цільовий компонент знаходиться в твердому стані, за рівноважну концентрацію приймають таку концентрацію розчину, яка залишається незмінною, коли в порах процес розчинення ще не закінчився або розчинника не достатньо для вилучення цільового компонента.

Процеси екстрагування цільових компонентів з пористих структур, згідно рівняння (1), пов’язані з параметром φ, який залежить від розміру R та впливає на швидкість процесу. Для рослинної сировини, особливо насіння, зерна вкриті слабо проникною оболонкою, яка чинить опір проникненню цільового компонента в основну масу екстрагента. Як показали експериментальні дослідження з вилучення олії з насіння амаранту, ріпаку, рижію та інших [1, 2], процес екстрагування протікає дуже повільно (декілька діб), тому виникає проблема інтенсифікації процесу. Беручи до уваги перспективу розробки безвідходної технології при вилученні цільових компонентів з пористих структур в промислових умовах, а також в умовах малого вмісту цільового компоненту в пористій структурі (3% і менше для рослинної сировини) важливим завданням є визначення пріоритетних методів інтенсифікації процесу екстрагування. Одним із таких методів є процес подрібнення сировини, оскільки відбувається по-перше збільшення поверхні фазового контакту і по-друге руйнування бар'єрів проникнення компоненту, наявність яких впливає на механізи процесу екстрагування. Однак, процес подрібнення є енерговитратним, що є недоліком цього методу. Тому вилучення цільових компонентів з рослинної сировини в різних галузях промисловості здійснюється переважно пресуванням та екстрагуванням. Більш прогресивні методи екстрагування зрідженим газами, використання СВЧ вимагають великих енергетичних ресурсів.

Висновки

Подрібнення рослинної сировини на сьогодні є одним із найбільш ефективних методів вилучення цільових компонентів екстрагуванням, оскільки сприяє переходу процесу екстрагування з внутрішньо дифузійної області в область зовнішньо дифузійну.

Список літератури

[1] V. I. Trotskyi, Yu. V. Kovalska, T. I. Rymar "The extraction exception of oil to produce biofuels", Visnyk NU «Lvivska politekhnika»: «Teploenerhetyka» – Lviv, 2008. S. 179 – 185.

[2] V. I. Fedorchuk-Moroz, Mechanism and kinetics of extracting special-purpose components from the amaranth seeds: avtoref. dys... kand. tekhn. nauk: 05.17.08 – Lviv, 2008. – 19 s.

Вплив виду вапна на деякі властивості гіпсовапняного каменю

Богдан Чеканський[1], Ярослав Якимечко, Ірина Луцюк

1. Кафедра хімічної технології силікатів, НУ «Львівська політехніка», УКРАЇНА,
м. Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: chbb1992@gmail.com, ira_lutsuk@ukr.net, yayakym@gmail.com

The aim of the work was to determine the influence of quicklime type to the properties of gypsum-lime stone. The comparative values of physical, mechanical and working characteristics of composite stone were received. The analysis of results was conducted and the choice of quickly slaked lime was motivated. The gypsum-lime binder can be used in the technology of heat insulating concretes as energy-saving materials.

Ключові слова – гіпс, негашене вапно, середня густина, міцність на стиск, водостійкість, усадка, теплоізоляційний бетон

Відомо, що у результаті гідратаційного тверднення негашене вапно здатне утворювати міцний портландитовий камінь. Швидкість гідратації CaO сповільнюється при введенні його до складу будівельного гіпсу.

Одним із перспективних напрямків використання гіпсовапняних в'яжучих є технологія теплоізоляційних ніздрюватих бетонів, при одержанні яких структуроутворення каменю відбувається за високих водотвердих відношень (В/Т = 0,50–0,90).

Для досягнення ефекту гідратаційного тверднення гіпсовапняного в'яжучого у цій роботі як сповільнювач гасіння вапна використано гіпс марки Г-4 Н-ІІ. Досліджено вплив вапна швидкого і середнього гасіння 2 сорту на такі властивості каменю: границя міцності при стиску та згині, середня густина, водопоглинання за масою, вологість, деформація усадки, водостійкість (Таблиця 1). Випробування проводилися відповідно до стандартних методик на зразках-балочках 20×20×80 мм за співвідношення гіпс : негашене вапно 1,5 : 1,0 і В/Т = 0,80.

Таблиця 1

Фізико-механічні та експлуатаційні характеристики гіпсовапняного каменю у віці 28 діб (водотверде відношення В/Т = 0,80)

Вид вапна	Вапно швидкого гасіння	Вапно середнього гасіння
Міцність на стиск/згин, МПа	6,4/3,4	5,4/2,8
Середня густина в сухому стані, кг/м^3	1027	1047
Водопоглинання за масою, %	39,13	38,94
Вологість, %	3,34	0,96
Деформація усадки, мм/м	+0,9	+3,8
Водостійкість	0,39	0,38

На підставі отриманих результатів досліджень можна зробити висновки про те, що при використанні в гіпсовапняних в'яжучих за В/Т = 0,80 вапна швидкого гасіння, міцнісні характеристики каменю зростають на 15–18 % порівняно з показниками каменю із вмістом вапна середнього гасіння.

Дещо більші значення водопоглинання і значно вища вологість зразків із вмістом вапна швидкого гасіння зумовлені їх меншою густиною і, відповідно, більшою пористістю.

Значне розширення зразків (+3,8 мм/м) із вмістом вапна середнього гасіння зумовлене вищою температурою випалу вапна і може створювати надлишкові напруження у готових виробах.

Оцінка енергоефективності теплового насосу на основі рухомої речовини та декількох теплонасосних модулів

Олег Кшевецький[1]

1. Кафедра технології і організації ресторанного господарства, Чернівецький торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету, УКРАЇНА, Чернівці, 58002 м.Чернівці, Центральна площа, 7

Annotation. The energy efficiency of the heat pump is estimated. Its work is based on the use of a special case of the heat and mass transfer method between a moving substance and heat pumps (modules).

Ключові слова – тепломасообмінні процеси, рухома речовина, теплові насоси, енергоефективність, термоелектричні теплові насоси.

Оцінена енергоефективність теплового насосу робота якого базується на використанні частинного випадку способу тепломасообміну [1] між рухомою речовиною (РР) і тепловими насосами (далі по тексту ці теплові насоси (теплонасосні модулі) – ТН) з їх теплообмінними частинами (ТЧ), при якому РР (або принаймні частину цієї РР) приводять у тепловий контакт (ТК) з теплопоглинаючою і тепловиділяючою ТЧ принаймні двох ТН (далі по тексту тут такий тепловий насос на основі РР і декількох ТН – ТНРРТН). Схема цього ТНРРТН представлена на рис. 1.

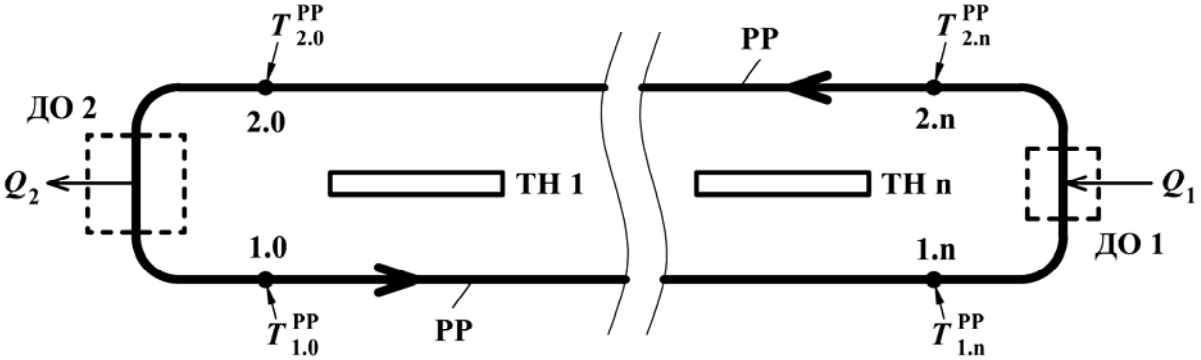


Рис. 1. Схема ТНРРТН: напрям руху РР – вказаний стрілками; ТН 1, ..., ТН n – ТН загальною кількістю n; 1.0, 1.n, 2.n, 2.0 – точки, які відповідають послідовним положенням РР у процесі її руху (1.0 – до ТК РР з 1-ю ТЧ ТН 1, 1.n – після ТК РР з 1-ю ТЧ ТН n, 2.n – до ТК РР з 2-ю ТЧ ТН n, 2.0 – після ТК РР з 2-ю ТЧ ТН 1); $T^{PP}_{1.0}$, $T^{PP}_{1.n}$, $T^{PP}_{2.n}$, $T^{PP}_{2.0}$ – температури РР у відповідних точках; ДО 1 – додатковий об'єм, з використанням якого ТНРРТН здійснюється поглинання теплоти Q_1; ДО 2 – додатковий об'єм, з використанням якого ТНРРТН здійснюється виділення теплоти Q_2.

Для оцінки енергоефективності ТНРРТН проведені розрахунки для випадку ТН, які працюють за циклом Карно та для випадку термоелектричних ТН.

Для оціночних розрахунків використовувалася модель з такими допущеннями:

10) теплообмін між ТН здійснюється тільки завдяки руху РР;
11) теплообмін ТН та РР з навколишнім середовищем – відсутній (за виключенням теплообміну РР з навколишнім середовищем з використанням ДО 1 та ДО 2);
12) зміни температури в межах кожної окремо взятої ТЧ ТН – відсутні;
13) теплообмін РР з ТЧ (поверхнями, радіаторами) ТН такий, що РР після її ТК з певною ТЧ відповідного ТН набуває температуру цієї ТЧ;
14) в ТК з кожною окремо взятою ТЧ всіх ТН почергово приводять всю РР;
15) теплоємність РР постійна у всьому процесі тепломасообміну;
16) фазові переходи у ході всього процесу тепломасообміну – відсутні;

17) кількість РР у процесі її руху – не змінюється;
18) зміни температури РР в результаті її ТК з кожною окремо взятою теплопоглинаючою ТЧ ТН на інтервалі руху РР між точками 1.0 та 1.n – однакові.

В результаті розрахунків для випадку, коли всі ТН працюють за циклом Карно і РР між точками 1.0 та 1.n (рис. 1) охолоджують всіма окремо взятими ТН ($T_{2.n}^{PP} \geq T_{1.n}^{PP}$) для визначення опалювального коефіцієнта K_h (коефіцієнта перетворення СОР) ТНРРТН отриманий наступний вираз:

$$K_h = \frac{Q_2}{Q_2 - Q_1} = \frac{T_{1.0}^{PP}}{T_{1.0}^{PP} - T_{1.n}^{PP}}.$$

А для випадку використання термоелектричних ТН (термоелектричних модулів), які працюють в режимах максимальної енергоефективності [2] за схемою рис. 1 в результаті розрахунків отримані, наприклад, наступні результати.

1. Якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\ K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 300\ K$, $T_{1.n}^{PP} = 291\ K$, $T_{2.n}^{PP} = 294\ K$, $n = 3$, при цьому $T_{2.0}^{PP} \approx 305{,}15\ K$ і опалювальний коефіцієнт $K_h \approx 2{,}4$. Якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\ K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 300\ K$, $T_{1.n}^{PP} = 293{,}2\ K$, $T_{2.n}^{PP} = 294\ K$, $n = 100$, при цьому $T_{2.0}^{PP} \approx 300{,}992\ K$ і опалювальний коефіцієнт $K_h \approx 5{,}16$.

Якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\ K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 300\ K$, $T_{1.n}^{PP} = 293{,}2\ K$, $T_{2.n}^{PP} = 294\ K$, $n = 200$, при цьому $T_{2.0}^{PP} \approx 300{,}985\ K$ і опалювальний коефіцієнт $K_h \approx 5{,}33$. Для порівняння, при використанні термоелектричного модуля Пельтьє як тепловий насос в режимі максимальної енергоефективності [2], якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\ K^{-1}$, температура теплопоглинаючої ТЧ $T_{cool} = 294\ K$, температура тепловиділяючої ТЧ $T_{hot} = 300\ K$, то опалювальний коефіцієнт $K_h \approx 6{,}2$.

2. Якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\ K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 298\ K$, $T_{1.n}^{PP} = 247{,}5\ K$, $T_{2.n}^{PP} = 248\ K$, $n = 100$, при цьому $T_{2.0}^{PP} \approx 303{,}619\ K$, опалювальний коефіцієнт $K_h \approx 1{,}01$.

Якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\ K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 298\ K$, $T_{1.n}^{PP} = 247\ K$, $T_{2.n}^{PP} = 248\ K$, $n = 100$, при цьому $T_{2.0}^{PP} \approx 307{,}287\ K$, опалювальний коефіцієнт $K_h \approx 1{,}12$.

Якщо термоелектрична добротність $Z = 0{,}002\ K^{-1}$, $T_{1.0}^{PP} = 298\ K$, $T_{1.n}^{PP} = 247\ K$, $T_{2.n}^{PP} = 248\ K$, $n = 200$, при цьому $T_{2.0}^{PP} \approx 305{,}63\ K$, опалювальний коефіцієнт $K_h \approx 1{,}15$.

Список літератури

[1] O. S. Kshevets'kyy, «Otsinka enerhoefektyvnosti sposobu teplomasoobminu mizh rukhomoyu rechovynoyu i teplovymy nasosamy», Materialy konf. Innovatsiyni tekhnolohiyi v hotel'no-restorannomu biznesi, NUKhT, Kyyiv, Ukrayina, 2017, S. 172-174.

[2] L. Y. Anatыchuk, Termoэlektrychestvo. Tom 2. Termoэlektrycheskye preobrazovately эnerhyy, Kyev, Chernovtsы, Ukrayna : Ynstytut termoэlektrychestva, 2003, 376 s.

Гідродинаміка під час фільтраційного сушіння тирси

Мосюк М.І.[1], Атаманюк В.М.[1], Гнатів З.Я.[1], Бабич А.[1]

1. Кафедра хімічної інженерії, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м.Львів, вул. С. Бандери,12., E-mail: mosiuk@ukr.net

The article presents the experimental studies results of the hydrodynamics of the sawdust filtration drying. Criteria dependencies in the form of dimensionless complexes has been obtained with the aim to calculate heat and mass emission coefficients for both dry and moist layers of the material. The authors' research results are focused on the process of improvement of the sawdust drying in a stationary layer.

Ключові слова: біомаса, гідродинаміка, тирса, швидкість фільтраційного сушіння.

На даний час, стан світової економіки значною мірою залежить від видобувних енергоресурсів, запаси яких поступово вичерпуються, через що перед нашою державою постала проблема гарантування енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля. Альтернативним виходом є використання відновлювальних джерел енергії.

Загалом, попит на альтернативні види палива, у тому числі відновлювальних джерел енергії, з кожним роком зростає. В енергобалансі Латвії вона становить 24,4%, Швеції – 21%, Фінляндії – 20,7%, Австрії – 15,5%. В Україні цей показник сягає менше 2% (близько мільйона тонн нафтового еквіваленту) [1]. Хоча наша країна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, – майже 30 млн. тонн умовного палива на рік [1].

Як сировину для біопалива використовують відходи сільського господарства (солома, стебла кукурудзи тощо) і деревини (кускові: рейки, обаполи, сучки та ін.; м'які: тирса, стружка, деревний пил), торф, тверді побутові відходи, додатковою сировиною базою є вирощування спеціальних енергетичних культур (швидкоростучі верби, тополі, лоза міскантуса та ін.).

Біомаса використовується для виробництва теплової та електричної енергії. Понад 17% в енергетичному потенціалі біомаси України становлять відходи деревини [2].

Технологією виготовлення твердого біопалива передбачено такі стадії: подрібнення, сушіння, кондиціонування, пресування, охолодження, сепарування, пакування.

Найбільш енергозатратною стадією у виробництві паливних гранул та брикетів є висушування сировини до заданої вологості. На сьогоднішній час цей процес реалізують на старому обладнанні з низьким коефіцієнтом корисної дії. Нами запропоновано використати установку фільтраційного сушіння для висушування сировини у процесі виробництва твердого біопалива.

Відомо, що фільтраційне сушіння є одним із високоінтенсивних методів сушіння. Тому дослідження процесу фільтраційного сушіння є актуальним питанням.

Першим етапом дослідження фільтраційного сушіння є дослідження гідродинаміки руху теплового агенту крізь стаціонарний шар тирси.

Дослідження гідродинаміки під час фільтраційного сушіння проводились на лабораторній установці рис.1. Методика дослідження гідродинаміки руху теплового агенту наведена [3].

Узагальнення експериментальних даних з гідродинаміки стаціонарних шарів дисперсних матеріалів проводять на основі рівняння Дарсі-Вейсбаха [4]:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{H_e}{d_e} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \qquad (1)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного опору стаціонарного шару дисперсного матеріалу; H_e - довжина каналів в шарі матеріалу, м; H - висота шару матеріалу, м; d_e - еквівалентний діаметр каналів між частинками, м; ρ - густина теплового агенту, кг/м^3; ω - дійсна швидкість руху теплового агента, м/с; $d_e = \frac{4 \cdot \varepsilon}{a}$; $\omega = \frac{\omega_0}{\varepsilon}$; ε - вільний об'єм шару, м^3/м^3; a - питома поверхня шару, м^2/м^3; - ω_0 фіктивна швидкість руху теплового агента, м/с.

Коефіцієнт опору розраховується згідно залежності:

$$\lambda = \frac{A}{\mathrm{Re}} + B, \tag{2}$$

де A та B -коефіцієнти, що враховують вплив інерційних та в'язкіснихсил та знаходяться в експериментальний спосіб.

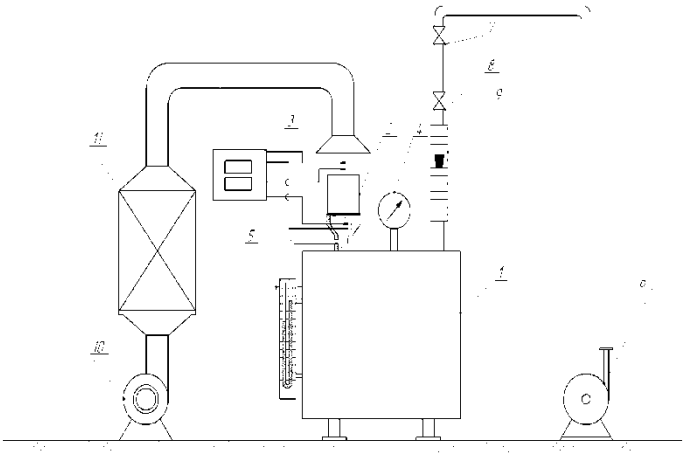


Рис.1. Схема експериментальної установки
1 – ресивер, 2 – контейнер,
3 – вимірювальний прилад,
4 – вакуумметр,
5 – U-подібний манометр,
6 – вакуумний насос,
7, 8 –регулюючий і запірний вентилі,
9 – ротаметр, 10 – вентилятор,
11 – калорифер.

Результати експериментальних досліджень представлені у графічному вигляді, а узагальнення теоретичних даних представлено у безрозмірних комплексах. Що дає змогу теоретично розраховувати втрати тиску на проведення процесу фільтраційного сушіння тирси при різних числах Рейнольдса.

Література

[1] "Biomasa – perspektivne dzherelo energiyi", «Diloviy visnik», 2012. [Online]. Available: http://http://old.ucci.org.ua/synopsis/dv/2012/dv1206191.ua.html. [Accessed: 01- Jun-2012].

[2] Tehnologiya proizvodstva toplivnyih drevesnyih granul [Elektronniy resurs].: http://science-journals.info/wp-content/uploads/2012/04/sicheva.pdf

[3] M. Mosyuk, "GIdrodinamIka I teplomasoobmIn pId chas sushInnya podrIbnenoYi "energetichnoYi" verbi v statsIonarnomu sharI", Ph.D., LvIv, 2012.

[4] I. Guzova, V. Atamanyuk and M. Gregorash, "GIdrodinamIka statsIonarnogo sharu granulovanih sintetichnih polImerIv", VIsnik NatsIonalniy unIversitet «Lvivska politehnika». HImIya, tehnologIya rechovin ta Yih zastosuvannya, vol. 726, pp. 257–264, 2012.

Кінетика розчинення полідисперсних частинок бензойної кислоти

Данилюк О.М.[1], Атаманюк В.М.

1. Кафедра хімічної інженерії , Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, пл. Св. Юра, 9, E-mail: mr.danuk.91@gmail.com

The thesis investigates the process of dissolution kinetics of benzoic acid in terms of pneumatic mixing. The methods of experimentations are described. We also analyzed the dependence of the mass concentration of solute on the duration of the process. We considered the influence of the side effects of foaming to the process of dissolution.

Key words- dissolution, kinetics, mass concentration, pneumatic mixing, mobile layer, foaming.

Ключові слова– розчинення, кінетика, масова концентрація, пневматичне перемішування, рухомий шар, піноутворення.

Розчинення належить до одного із найпоширеніших масообмінних процесів. Відомо, що дослідження процесу розчинення проводять, в основному, для одинарних частинок кулястої форми [1]. Разом із цим, зазначено нестаціонарність цього процесу [2].

Розчинення твердих речовин у промисловості реалізується різними методами: розчинення в апараті з механічним чи пневматичним перемішуванням, в апаратах із псевдозрідженим шаром зернистого матеріалу, у шнекових розчинниках та апаратах з рухомим та нерухомим шаром твердої фази [2].

Розчинення проводили до досягнення концентрації насичення, яка за даної температури (T=15,5 □C) для $C_{20}H_{14}O_4$ становила $C_{нас}$=2,63 гр/л. Об'єм розчину становив V=1,5л. Маса наважки бензойної кислоти (БК) у дослідах становила m=4,5 гр. Витрата повітря також була незмінною і становила V=2,67 м^3/год. Процес розчинення зображено на графіку, рис.1.

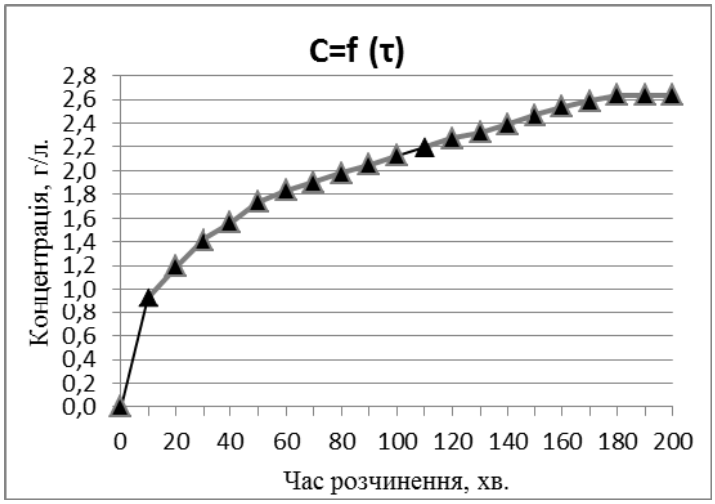


Рис.1 Залежність зміни концентрації бензойної кислоти від тривалості процесу розчинення.

Апарат для розчинення заповнювали дистильованою водою, вмикали компресор і, виставивши регулятором необхідне значення тиску та витрати повітря, засипали наважку бензойної кислоти, одночасно із увімкненням секундоміру.

Через рівні проміжки часу ($\Delta\tau$=10 хв.- до завершення процесу розчинення), через пробовідбірники відбирали по V=5 мл.

Середня тривалість розчинення до концентрації насичення, за даних умов, складала τ=200 хв. Вміст розчиненої кислоти C_m визначали на основі результатів титриметричного

аналізу, титрувавши пробу 0,01-нормальним розчином NaOH у присутності фенолфталеїнового індикатора із залежності 1:

$$C_m(C_{20}H_{14}O_4) = \frac{(C\,(NaOH) * V\,(NaOH)) * M\,(C20H1404)}{Vпр} * \xi, \quad (1)$$

де: $C_m(C_{20}H_{14}O_4)$- масова концентрація бензойної кислоти, г/л; C (NaOH)- мольна концентрація титру, моль/л.; V (NaOH)- об'єм проби, яку титрували, мл.; M ($C_{20}H_{14}O_4$)- молярна маса бензойної кислоти, г/моль, Vпр- об'єм проби розчину, мл.; $\xi = 0{,}92$- похибка титру.

Основним недоліком процесу розчинення при пневматичному перемішуванні є утворення піни, що супроводжується винесенням твердих частинок розчинюваного матеріалу за межі зони інтенсивного масообміну і, тим самим, збільшуючи тривалість процесу розчинення до заданої концентрації.

Експериментально встановлено, що зі збільшенням витрати повітря (інтенсифікація перемішування) скорочується тривалість процесу розчинення. Проте, із підвищенням витрати повітря вище 4,5 $м^3$/год суттєво скорочується зона інтенсивного масообміну через перехід 80% об'єму розчину у стан бульбашок піни.

Проблема винесення твердої розчинюваної фази за межі зони інтенсивного масообміну вирішується різноманітними засобами, наприклад ультразвуком, використанням брандспойтів для розбивання піни, додавання різного роду речовин, які зменшують поверхневий натяг рідини. Вони супроводжуються або додатковими витратами енергії та ускладненням конструкції апарату для розчинення, або ж потрібно враховувати хімічну інертність піногасника до нашої розчиненої речовини. Тому, у дослідженнях розглядали також різні методи піногасіння та підібрали найменш енергозатратний.

Досліджено кінетику процесу розчинення бензойної кислоти в умовах пневматичного перемішування. Описано методику проведення експериментів. Проаналізовано залежність масової концентрації розчиненої речовини від тривалості процесу на основі отриманих результатів. Розглянуто вплив побічної дії піноутворення на процес розчинення.

Список літератури

[1] Ya. Humnyts'kyy, D. Symak and O. Nahurs'kyy, "Rozchynennya tverdykh til u tryfazniy systemi, utvoreniy vakuumuvannyam", Naukovi pratsi [Odes'koyi natsional'noyi akademiyi kharchovykh tekhnolohiy], vol. 47, no. 1, pp. 130-133, 2015.

[2] Yu. Babenko and E. Yvanov, "Vlyyanye nestatsyonarnыkh effektov na skorost' rastvorenyya odynochnoy chastytsy", Teor. osnovy khym. Tekhnolohyy., vol. 47, no. 6, pp. 624-629, 2013.

THE INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE CHEMICAL AND FOOD INDUSTRIES

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХІМІЧНІЙ ТА ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТЯХ

The investigation of fixed nitrogen catalytic processes for technologies of dual-purpose materials production

Leonid Tovazhnyansky[1], Oleksiy Loboiko[2], Grigory Gryn[3], Valery Ved[4], Oleksandr Perevertaylenko[5], Ivan Slabun[6]

1. Department of integrated processes and chemical engineering, NTU "KhPI", Ukraine, Kharkiv, Kyrpychova st, 2. E-mail: radnyk@kpi.kharkov.ua
2. Department of inorganic materials, catalysis and environment NTU "KhPI", Ukraine, Kharkiv, Kyrpychova st, 2. E-mail: loboiko@kpi.kharkov.ua
3. Department of inorganic materials, catalysis and environment NTU "KhPI", Ukraine, Kharkiv, Kyrpychova st, 2. E-mail: gryn@kpi.kharkov.ua
4. Department of integrated processes and chemical engineering, NTU "KhPI", Ukraine, Kharkiv, Kyrpychova st, 2. E-mail: ved@kpi.kharkov.ua
5. Department of integrated processes and chemical engineering, NTU "KhPI", Ukraine, Kharkiv, Kyrpychova st, 2. E-mail: pau@kpi.kharkov.ua
6. Department of inorganic materials, catalysis and environment NTU "KhPI", Ukraine, Kharkiv, Kyrpychova st, 2

The paper is dedicated to investigation of fixed nitrogen catalytic processes and related technologies of dual-purpose materials production. The appropriated technologies of ammonia, nitric acid methanol production are considered. The development of novel axial-radial part of ammonia reactor with high-effective special plate heat exchanger is considered too.

Key words: fixed nitrogen technologies, catalytic processes, ammonia synthesis.

Introduction

The significant contribution into theoretical bases of multi-branch chemical technology was done with chemical schools-of-thought of NTU "KhPI", that were founded by prominent scientists in chemical technology, such as academicians Orlov E.I., Atroshchenko V.I., Budnikov P.P., Berezhnoi A.S. Their names are included into "5000 World Prominent Personalities" encyclopedia.

In chemical industries there are 86% of catalytic processes. Catalysts enhance and increase the efficiency of the processes. A number of our University scientists investigations are dedicated to development and implementation of catalysts into different processes. Such works were granted by State Prize in science and technical branch.

Chemical industries produce a lot of dual-purpose materials such as ammonia, nitric acid, mineral fertilizers.

Paper's Body

The ammonia (NH_3) production is carried out with small, medium and large ammonia plants and consists of 8 basic technological stages that includes 7 catalytic processes.

The basic process is ammonia synthesis from nitrogen – hydrogen gas mixture on iron catalyst CA-I in ammonia synthesis column.

The development and creation of novel axial – radial type catalyst basket with diameters 1000-2000 mm with inner plate heat exchanger demanded the mathematical model development for ammonia synthesis process and connected heat exchange between hot and cold streams of synthesis gas.

The response rate W_{kin} of ammonia synthesis process ($N_2 + 3H_2 = 2NH_3 + 112kJ$) was according Tjomkin – Smirnov – Morozov kinetic equation with taking into account conversion rate, fugitiveness of components and constant A that considers the catalyst poisoning with acidic mixtures (H_2O, CO, CO_2).

The calculation of catalyst grain useful surface for grains 1-3 mm and 7-10 mm was carried out basing on Dayson and Seaton equation.

The mathematical model was developed on the base of heat and mass balances of catalyst layer. This model describes ammonia synthesis process and heat and mass transfer processes in reactor with axial and radial catalyst baskets.

With use of software developed appropriate calculations let to define the ammonia synthesis rate, plant capacity, pressure drop through catalyst layers, ammonia content in initial mixture and after catalyst layer, critical reactor sensivity parameter for estimation of autothermal mode of reactor duty.

The developed axial–radial baskets with plate heat exchangers were manufactured in "Pavlogradchemmash" enterprise 42 units were manufactured and installed at plants in Grodno, Chirchik, Vakhsh, Vanadzor (Kirovakan), Navoi etc.

Designed plate heat exchangers show high effective duty in autothermal mode of reactors and let to increase the ammonia output by 18%.

In Ukraine the total ammonia production capacity is 6,2 MMt NH_3 per annum with plants of capacity 1300-1420 tons per day.

Theoretical energy consumption of such plants is 5,3 Gcal/t NH_3, but for Ukraine this figure is 10,0Gcal/t. It is 20-30% more than for ammonia plants abroad.

So the investigations directed on energy consumption decreasing are very actual for ammonia synthesis plants of AM project with capacity 1300 t NH_3 per day.

In modern ammonia synthesis plants big part of natural gas losses occurs at methane (CH_4) catalytic conversion stage and at two stage catalytic conversion of carbon oxide (II).

To estimate the possible decreasing of steam losses for low temperature conversion of carbon oxide (II) according to reaction

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 41{,}14kJ$$

the experimental investigation were carried out for CO conversion at units of high pressure (4,3 MPa) with reactor volume V=15cm^3 at 500^{0}C and catalyst grains 1-3mm and 7-10mm.

Conclusions

Investigations carried out show that decreasing of regalement ratio (0,44:1)"steam/gas" n = V_{H2O} : V_{gas} =(0,2÷0,5)" increases the methanol (CH_3OH) not significantly together with NH_3 synthesis from 0,14% vol to 0,18%vol at t = 240^{0}C.

So the ratio decreasing to n = 0,3871 causes the saving of steam ΔG = 157,5 kg/t NH_3 or 0,109 Gcal/t NH_3 for ammonia plant AM-1420 with capacity 1420 t NH_3 per day. The content of carbon oxide is 0,46% vol.

Similar it is possible to decrease steam consumption at medium temperature conversion of carbon oxide (CO) and decrease ammonia output on ammonia plants.

Ammonia is the basic product for production processes of diluted nitric acid HNO_3 (50-56%).

Concentrated nitric acid is produced by concentration of nitric acid with use of magnesium nitrate $Mg(NO_3)_2$.

Nitric acid is dual-purpose product that uses for mineral fertilizers production and for explosive materials production.

The Choice of Mathematical Model for Reactor with Catalytic Heterogeneous Process

Roman Petrus[1]

1. Department of Chemical and Process Engineering, Rzeszow University of Technology, 35-959 Rzeszów, Av. Powstańców Warszawy 6/12, POLAND, E-mail: ichrp@prz.edu.pl

The paper discusses the criteria by which external or internal resistance to mass and/or heat transfer can be neglected, and how these criteria help to determine the appropriate mathematical model for the investigated or analyzed catalytic process.

Keywords – catalytic reactor, mathematical model, pseudo-homogeneous model, heterogeneous model, effectiveness factor, mass and heat transport resistances.

The design of catalytic reactors with fixed bed catalysts is based on mathematical models, which can be divided into two groups: simplified models – pseudo-homogeneous and near real - heterogeneous models [1, 2].

Pseudo-homogeneous models are based on the concept of treating a catalyst fixed bed with flowing fluid as a homogeneous system. It is assumed that the concentration of the reagents and the temperature in the fluid core, on the external surface of the catalyst pellet and inside it are $T_0 = T_s = T$ and $C_{t0} = C_{ts} = C_t$. This assumption is valid when the process runs in the kinetic regime, and the mass and heat transport resistance can be neglected.

On the other hand, heterogeneous models assume two distinct phases, fluid and solid, where mass and heat transport takes place between them $T_0 \neq T_s \neq T$ and $C_{t0} \neq C_{ts} \neq C_t$. In heterogeneous models, the set of balance equations are more complex larger number of fixed coefficients characterizing mass or heat transport (in comparison to pseudo-homogeneous models). These parameters need to be determined from individual dependencies or based on separate experiments.

Given the complexity of the model, the following subgroups can be extracted from those two groups:

PH.I Basic (ideal) model with plug flow.

PH.II Model that takes into account the back mixing (axial mixing) in fluid.

PH.III Model that takes into account the back mixing (axial mixing) and radial mixing in fluid.

H.I Model with plug flow of fluid and interfacial concentration and temperature gradients.

H.II Model with interfacial and intraparticle concentration and temperature gradients.

H.III Model with interfacial and intraparticle concentration and temperature gradients and with radial mixing in fluid.

Heterogeneous models H.II and H.III may also include longitudinal mixing in the flowing fluid. The models PH.I, PH.II, H.I and H.II are one-dimensional while the models PH.III and H.III are two-dimensional.

Selection of right model that accurately reflects the behavior of the catalytic reactor require the answers to some important questions. Does the external diffusion limit the rate of the process? Is internal diffusion in the catalyst pellet meaningful for the analyzed process? Are temperature gradients in the boundary layer and inside the catalyst particle important for the process? The answers to these questions may confirm relevant criteria presented in literature [3, 4] proving the lack of diffusion resistance or the absence of external or internal mass transport resistance. Similar output may also give the analysis of external and internal

temperature gradients and the relevant criteria for isothermal processes or for lack of external or internal heat transport resistance.

These criteria, used in examining the course of a particular chemical reaction in the catalyst pellet, are based in most cases on the definition of the effectiveness factor. It should be recalled that the overall effectiveness factor considers the effect of external and internal mass and heat transport resistances on the overall rate of catalytic process in the catalyst pellet

$$\eta_{og} = \frac{(-\overline{r_A})}{(-r_A)(c_{A0}, T_0)} = \frac{\int_{V_z} (-r_A)(c_A, T) dV_z}{V_z(-r_A)(c_{A0}, T_0)} \,. \tag{1}$$

The effectiveness factor η_{og} shown above can also be written as

$$\eta_{og} = \frac{V_z(-r_A)(c_{As}, T_s)}{V_z(-r_A)(c_{A0}, T_0)} \cdot \frac{\int_{V_z} (-r_A)(c_A, T) dV_z}{V_z(-r_A)(c_{As}, T_s)} \,. \tag{2}$$

The first term in the above expression takes into account the influence of the external mass and heat transport resistance on the rate of reaction, presented as

$$\eta_{ex} = \frac{(-r_A)(c_{As}, T_s)}{(-r_A)(c_{A0}, T_0)} \,. \tag{3}$$

The second part of dependence (2) is a measure of internal resistance of mass and heat transport, written as

$$\eta_{in} = \eta = \frac{\int_{V_z} (-r_A)(c_A, T) dV_z}{V_z(-r_A)(c_{As}, T_s)} \,. \tag{4}$$

It is generally assumed that certain mass and/or heat transport resistances are to be ignored when any of the expressions provided meet the relation

$$0{,}95 < \eta_{in}, \eta_{ex} \text{ lub } \eta_{og} < 1{,}05 \,. \tag{5}$$

The kinetic equations of the analyzed reaction and the relationships describing the approximate temperature and reagents concentration profiles in the catalyst pellet are used to derive the appropriate criteria.

References

[1] Froment G. F., Bischoff K. B., *"Chemical Reactor Analysis and Design"*, Wiley, New York, 1979.

[2] Doraiswamy L. K., Sharma M M., "Heterogeneous Reactions: Analysis, Examples and Reactor Design", Wiley, New York, 1985.

[3] Petrus R., Szukiewicz M., "Reaktory chemiczne. Reaktory nieizotermiczne, nieidealne i katalityczne", Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2015.

[4] Petrus R., Szukiewicz M., "Testing the Relative Importance of Mass and Heat Resistances in Solid Catalysts", AICHE Journ., 49, 2419-26, 2003.

Application of Supercritical Fluids to the Development of Novel Materials

Irena Zizovic[1]

1. Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, SERBIA, Belgrade, Karnegijeva 4,
E-mail: zizovic@tmf.bg.ac.rs

Abstract – Supercritcal fluids may have role in tailoring properties of polymer materials. Novel techniques of active substances encapsulation and polymer impregnation in order to produce added value materials or systems for the prolonged drug release are discussed. Examples that illustrate advantages and efficacy of the obtained materials are presented.

Keywords – supercritical fluids, encapsulation, impregnation, antibacterial activity, contolled release.

Introduction

Supercritical fluids have numerous advantages over gases and liquids reflecting in high densities accompanied with high diffusivities and near zero surface tension. Such properties allow them to be powerful solvents as well as to easily penetrate solid matrices. The most used supercritical fluid is carbon dioxide due to its low ctitical temperature (31.1 ^{o}C), inertness and availability. Because of considerable advantages of applications of supercritical solvents compared to organic solvents such as obtaining materials without solvent residues, no need for drying step, absence of solid or lquid waste generation, there is a constat raise in number of supercritical fluid applictions. Due to their high penetration abilities into a solid mater, supercritical fluids also offer unique possibilities to tailor polymer properties. Supercritical carbon doxide may act as a plasticizer, leading to polymer swelling or even foaming which offer possibilities for fabrication of variety of materials for different applications from medical and pharmaceutical to insulation materials' production.

Different processes for the active components encapsulation/impregnation aimed for application in medicine, farmacy and food industry will be presented with the accent on: Particles from Gas Saturated Solution, Supercritical Solvent Impregnation and Solid Dispersion by Supercritical Carbon Dioxide. A plenty of results on tailoring properties of plymers such as cellulose acetate, polypropylene, poly(lactic acid), poly(lactic-co-glycolic acid), polyamide, polycaprolactone as well as usage of starch, chitosan and cotton will be discussed. Properties of the obtained materials such as antibacterial activity or active component release time will be presented. In case of development of particular materials with antibacterial properties, the effect on biofilm formation/degradation will be discussed including resistant strains. .

Conclusion

Advantageous properties of supercritical fluids offer numerous possibilities for their application in medicine, pharmacy and food industries as well as engineering. Besides being more effective and environmentaly friendly these processes often enable production of superior end-products compared to ones fabricated by conventional processes.

Acknowledgments

The research support by the Ministry of Education, Science and Technological Developmet of The Republic of Serbia (Projects E!9906 and III45017) is gratefully acknowledged.

Інноваційна теплотехнологія переробки сої на фітоестрогенні харчові продукти

Жанна Петрова[1], Катерина Слободянюк[2]

1. Інститут технічної теплофізики НАНУ, УКРАЇНА, м.Київ, вул.Булаховського,2, E-mail: bergelzhanna@ukr.net

2. Інститут технічної теплофізики НАНУ, УКРАЇНА, м.Київ, вул.Булаховського,2, E-mail: slobod_katya@ukr.net

Developed heat technology getting of phytoestrogenic powder. The advantage of developed heat technology is the lack in preparing material for drying of chemical and other extraneous ingredients as a result high quality, environmentally friendly products what preserving in a concentrated forms of all initial materials.

Ключові слова – теплотехнологія, соя, функціональний порошок, сушіння, відновлювання

Сучасне харчування потребує нових високоякісних продуктів. Розробка енергоефективної теплотехнології виробництва інноваційних сухих продуктів для харчування населення є важливим завданням, оскільки від цього залежить здоров'я людей. На даний час спектр нових харчових продуктів достатньо різноманітний. Харчові інгредієнти володіють не лише харчовою цінністю, а й біологічною активністю. Їх за звичай пропонують як сировину для виробництва функціональних продуктів та продуктів здорового харчування. Функціональні продукти представляють собою важливий компонент на цьому ринку, оскільки вони є потенційним суперником, як харчовим добавкам, так і органічним продуктам. Соя містить велику кількість білків,жирів та вважається основним постачальником фітоестрогенів [1].

На рисунку 1 представлені оптимальні режими переробки фітоестрогенної сировини на основі сої. Як видно з рисунку, найбільший вплив на якість отриманих порошків має температурний фактор та стабілізація біологічно активних речовин.

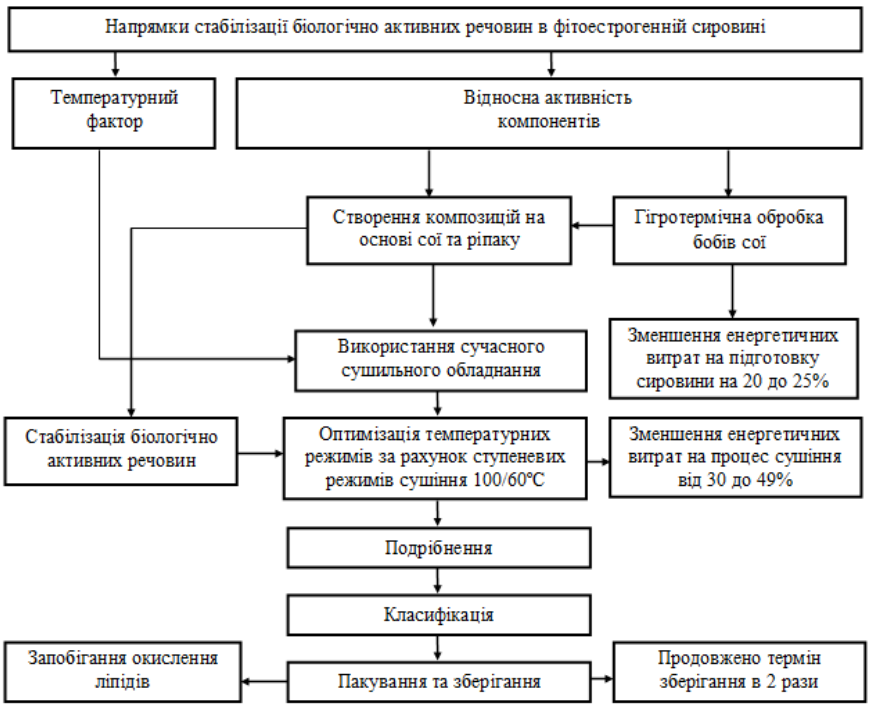


Рис. 1. Основні напрямки стабілізації біологічно активних речовин в фітоестрогенній сировині

Соя має високий вміст ліпідів, тому під час переробки та зберігання такої сировини потрібно створити умови, щоб запобігти окисленню ліпідів. Для цього сою купажували з рослинною сировиною, яка містить природні стабілізатори ліпідів. Створення

композиційних сумішей також дало можливість зменшити енерговитрати на підготовку сировини до сушіння на 20 – 25%. Використання енергоефективних ступеневих режимів зменшило енерговитрати на процес сушіння від 30 до 49%. Дотримання всіх технологічних режимів дозволило продовжити термін зберігання порошків в 2 рази [2].

Однією з важливих умов, які висуваються до сухих порошкоподібних сумішей є їх відновлюваність у воді, в тому числі й відсутність утворення грудок при контакті з водою. Процес відновлювання будь-якого порошку містить у собі певну послідовність стадій: змочування, осідання, диспергування, суспензування**.** Кінцевим результатом процесу відновлення харчових рослинних порошків, як видно з рис. 5.16, г є отримання стійкої, без ознак седиментації суспензії, як результат послідовного процесу доброго змочування, осідання, диспергування частиною порошку рідини.

На рис. 2 представлені результати відновлюванняння функціональних порошків.

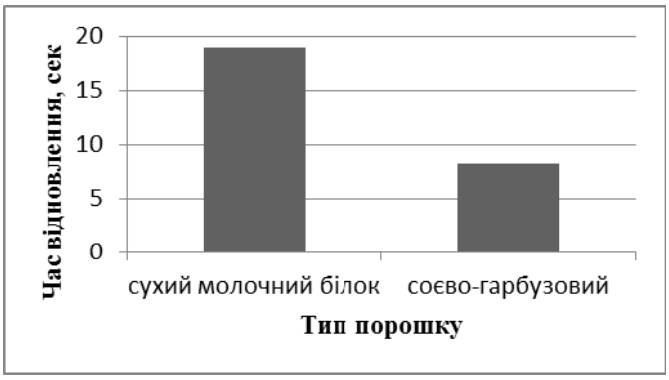


Рис. 2. Результати відновлювання функціональних порошків

Характеристикою процесу відновлення є час осідання. Змочений порошо має зникнути з поверхні рідини напротязі певного часу, наприклад, молочний білок максимально за 20 секунд. Як видно з рисунка 2, комбінований соєво-гарбузовий порошок відновлюється в 2,5 рази швидше ніж сухий молочний білок. Це дало можливість розробити на його основі продукти швидкого приготування.

Висновки

На основі проведених досліджень була розроблена теплотехнологія отримання фітоестрогенних функціональних порошків на основі сої. Основною якісною характеристикою цих порошків є високий ступінь відновлення, що дає можливість широкого впровадження в харчовій промисловості. Перевагою розробленої теплотехнології є відсутність при підготовці матеріалу до сушіння хімічних та інших сторонніх інгредієнтів, в результаті чого одержано високоякісну, екологічно чисту продукцію зі збереженням у концентрованому вигляді всіх речовин, що входять до складу вихідної сировини.

Список літератури

[1] Yu.F. Snyezhkin, Zh.O. Petrova, V.M. Pazyuk, “ Modern production development of functional foods” in *Energy efficient of heat technology of production of functional food powders*, xth ed Vinnytsya, Ukraine: VNAU, 2016, p. 9, 50.

[2] Powders with folate of plant material, Tekhnichni umovy TU U 10.3-05417118-046:2012.

Supercritical extraction with carbon dioxide – application possibilities

Edward Rój[1]

1. Supercritical Extraction Department, New Chemical Syntheses Institute, POLAND, 24-100 Pulawy, Aleja Tysiaclecia Panstwa Polskiego 13a, e-mail: edward.roj@ins.pulawy.pl

Abstract – Carbon dioxide in the supercritical state allows for the extraction of non-polar or showing little polarity compounds. The increasing prevalent use of extraction includes: manufacture of oils, volatile oils and resins, fractionation, purification, chemical reactions, impregnation of polymers, micronization, encapsulation and many other processes. The paper presents the possibility of applying the supercritical extraction with the use of carbon dioxide for the manufacture of different products for different industrial applications.

Keywords – supercritical extraction, oils and resins, fractionation, supercritical fluids, impregnation.

Introduction

The extraction with the use of carbon dioxide in the supercritical state has become increasingly popular in the industrial field. Although carbon dioxide is not the best solvent, it has enabled many technological concepts to take place, which have found their permanent use in the industry. The possibility of easy control over the change in density by the change of pressure and temperature leads to the opportunity of developing different compounds extraction techniques with the help of one solvent only, which is not at all possible in the case of liquid extraction. The main advantages of carbon dioxide are its non-toxicity, possibility of conducting the processes in the inert atmosphere providing protection against oxidation, low critical parameters, possibility of closing the solvent's cycle loop, low price. Carbon dioxide in the supercritical state allows for the extraction of compounds that are non-polar or of little polarity from different matrices. The addition of a co-solvent enables modification of the formed system to take place as well as application of the technique for the extraction of polar compounds. With the supercritical extraction technique it is possible to produce fatty acids from plant feedstock, volatile oils, resins (e.g. from hop and pepper), tocopherols, phytosterols and many others. By changing the solvent's polarity it is possible to conduct the extraction of compounds which are of different polarity. This category includes polyphenols, which act as antioxidants and exhibit antibacterial, anti-inflamatory and anticancer properties. High pressure extraction technique finds its use in the phase of pretreatment of raw materials used for extraction. Biomass subjected to high pressure, in correlation with other techniques (e. g. enzymatic, ultrasound), leads to the improvement of efficiency and selectivity due to higher mass exchange rates by easier penetration of the solvent in the biomass matrices. Other uses include fractionation and purification the extracts during their manufacture. The possible techniques can include the pressure fractionation, during which the particular fractions are received in the subsequent separators at a suitably reduced pressure as well as conducting chemical reactions in the CO_2 atmosphere, impregnation of polymers by biologically active compounds and micronization and encapsulation of active chemical compounds.

Acknowledgments

This chapter was partially financed in the framework of grant EUREKA/COMPLANT/5/2016 entitled: "Comprehensive processing of plant extracts for high value added products" attributed by the National Center for Research and Development.

References

[1] E. Rój, V. M. Tadić, D. Mišić, I. Žižović, I. Arsić, A. Dobrzyńska-Inger, D. Kostrzewa, Supercritical carbon dioxide hops extracts with antimicrobial properties, Open Chem., 13 (1), 1157-1171, DOI: 10.1515/chem-2015-0131.

Separation of Stereomers by Crystallization

Maksymilian Olbrych[1], Maciej Balawejder[2], Dorota Antos[1], Wojciech Piątkowski[1]

[1] Department of Chemical and Process Engineering, Faculty of Chemistry, Rzeszow University of Technology, 35-959 Rzeszow/PL; e-mail: wojciech.piatkowski@prz.edu.pl

[2] Chair of Chemistry and Food Toxicology, University of Rzeszow, 35-959 Rzeszow/PL;

In this study diastereisomeric crystallization was used to separate a mixture of pharmacologically active stereomers, which are drug ingredients. The stereomers are characterized by different biological activity and only one of them exhibits the highest pharmacological efficacy. The crystallization process was realized in multistage cross-current or counter-current mode. The process was designed based on solid-liquid equilibrium data (SLE), which were acquired in a wide composition range and temperature.

Keywords: crystallization, stereomers, separation, complete solid solution.

Majority of the stereomers of chiral pharmaceutically active substances exhibit different biological activity. Often, only one of them has healing properties while the other is for the body neutral or even harmful. Hence, a growing interest worldwide in the production of pure individual enantiomers is observed. Two methods for obtaining pure enantiomers are available. One of them is an asymmetric synthesis, which utilizes a chiral catalyst. Although this is a very convenient method, it is often very expensive and complex, which limits its application. Another method is the separation of a mixture of enantiomers produced in the so-called total synthesis. Usually, total sythesis provides racemates; mixtures enantiomerically enriched are rarely produced.

Diastereomeric crystallization is one of the most commonly used techniques for separating racemates. Its principle is based on conversion of racemate using an optically active compound (chiral resolving agent) to a mixture of diastereomeric salts, which easily decomposes. Diastereomers have different physical properties, which allows their separation by physical methods. The effectiveness of the crystallization process depends on the differences in the solubility of diastereomeric salts in the solvent used, as well as on other specific features of the system, such as e.g. polymorphism, solvate or double-salt formation. Separation diastereomeric mixtures is difficult when double salts are formed, or the mixture exhibits solid solution behavior in the crystalline phase, which is characterized by a complete or partial miscibility of the mixture components.

In this study crystallization was used to separate proper stereomers of three pharmaceutically active compounds: citalopram oxalate [1-3]; 2-methylbutanoic acid [4]; nafronyl oxalate. The molecule of the letter compound possesses two chiral centers [5;6] and is produced in the form of a mixture of four stereomers which consist of two pair of racemates being diastereomers to each other. All these compounds form a solid solution in the crystalline phase. To obtain a key product, the crystallization process was designed based on solid-liquid equilibrium data. The process was performed in cross-current and counter-current mode of multi-stage crystallization. Both isothermal and polythermal operations were considered.

Acknowledgments

The financial support of Polish Scientific Committee within the Grant no. N N209 004839 and project UMO2013/08/M/ST8/00982 are greatly acknowledged.

References

[1] Balawejder M., Gałan K., Elsner M.P., Seidel-Morgenstern A., Piątkowski W., Antos D., *Chem. Eng. Sci.*, 66 (2011) 5638–5647.

[2] Balawejder M., Kiwała D., Lorenz H., Seidel-Morgenstern A., Piątkowski W., Antos D., *Cryst. Growth & Des.*, 12 (2012) 2557−2566.

[3] Balawejder M., Mossety-Leszczak B., Poplewska I., Lorenz H., Seidel-Morgenstern Piątkowski W., Antos D., *Fluid Phase Eq.*, 346 (2013) 8–19.

[4] M. Olbrycht, M. Balawejder, K. Matuła, W. Piątkowski, D. Antos, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 53 (2014) 15990−15999.

[5] Kiwala D., Olbrycht M., Balawejder M., Piątkowski W., Seidel-Morgenstern A., Antos D., *Org. Proc. Res. Dev.*, 20 (3) (2016), 615–625,

[6] Olbrycht M., Kiwala D., Balawejder M., Piątkowski W., Seidel-Morgenstern A., Antos D., *Cryst. Growth & Des.,* 16 (2016), 5049−5058.

The impact of the construction material on the particle electrification in the spout-fluid bed apparatus

Wojciech Ludwig[1]

1. Department of Chemical Engineering, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, 50-373 Wroclaw, Norwida 4/6, E-mail: wojciech.ludwig@pwr.edu.pl

Abstract – This paper presents the results of research into the impact of the material used for the construction of walls in the spout-fluid bed apparatus on the particle electrification. Here a comparison is drawn between the values of the electrification potential and electrification current measured at the glass column and at a grounded metal device. The study revealed a considerable decrease in both values.

Keywords – Wurster apparatus, spout-fluid bed, electrification current, electrification potential

Introduction

– The phenomena related to electrostatic charging of dielectric materials during their fluidization and spouting turns out to be unavoidable [1]. The simplest method of reducing uncontrollable bed electrification is to make a device from conductive materials (metal) and ground it. The effectiveness of this method is, however, contested and it depends on the mechanism of generating the charges in the bed [2]. Previous experiments dealt with the impact of the bed mass, the particle circulation velocity, size and humidity on the electrification potential and current in a specially designed spout-fluid bed apparatus made largely of glass [3]. The aim of this study was to determine the impact of a grounded conductive construction material on the bed electrification in this apparatus.

Reasearch instalation and methodology

The whole research was carried out using the installation presented in Figure 1.

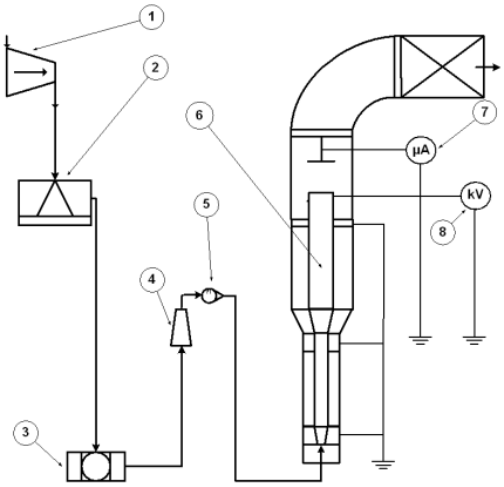


Fig.1. Diagram of research installation: 1 - compressor, 2 – freeze-air drying unit, 3 - air filter, 4 – rotameter, 5– pressure regulator, 6 – spout-fluid bed column, 7 – microammeter, 8 – kilovoltmeter.

The measurements were carried out at a constant temperature of 25 ^{0}C, while the following values were changed: the volumetric flow rate of spouting gas from 900 to 1100 l/min at a constant bed mass (500 g), the circulating bed mass from 200 to 700 g at a constant volumetric flow rate of spouting gas (1050 l/min) for different initial values of humidity: 0 or 5 %. The bed consisted of spherical Cellets® 500, 700 and 1000 particles made of micro-crystalline cellulose with a diameter of respectively 500-710, 700-1000, and 1000-1400 μm and a bulk density of 800 kg/m3. Following

the preceding experiments, the apparatus was modified in that glass walls were replaced with grounded steel segments.

Measurement results

The diagrams below presents exemplary measurement results.

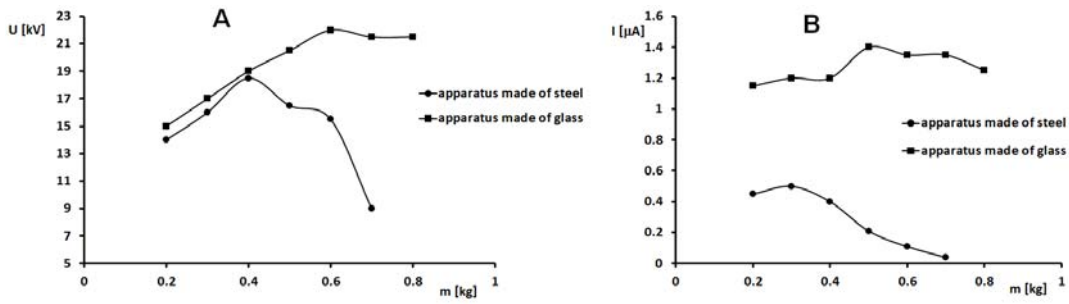


Fig.2. Dependence of electrification potential A and electrification current B on the circulating bed, U – electrification potential, I – electrification current, m – bed mass (Cellets® 1000 with a humidity of 0 %)

While the bed mass was rising in the metal column, so was at first the electrification potential; the values for Cellets® 1000 were comparable with those measured in the glass device. After the mass had exceeded 400-500 g (depending on the type of particle), the potential dropped dramatically due to the interaction with the walls. An increase in the bed mass results in an increase in the number of particles striking the walls and in the number of particles gathering on the grounded bottom in the form of a moving packed bed, which prolongs the contact time between the particles and the walls and makes them discharge. For particles with smaller sizes – Cellets® 700 and 500 – the electrification potential even for the smallest bed masses was a few times lower than that for the glass column. The smaller the circulating particles, the smaller the electrification potential due to the increase in the contacting area with the walls. In all cases under investigation, the electrification current was a few times lower in the metal column in comparison to that in the glass column.

Conclusion

The experiments confirmed the effectiveness of grounded steel walls in limiting the uncontrolled particle electrification in the spout-fluid bed apparatus, in particular at a greater bed mass (over 400 g). It should be emphasised, however, that the values of the electrification potential were still high, though considerably lower than in the glass column (the lowest value was 2 kV). The introduced changes only affected the particle electrification caused by the interaction with the walls, but they failed to affect the electrostatic charge caused by friction between particles and by the interaction with air.

Acknowledgments

The studies were funded by the Polish National Science Centre within the framework of the research grant UMO-2013/09/B/ST8/00157.

References

[1] P. Mehrani, H. T. Bi, J. R. Grace, “Electrostatic charge generation in gas–solid fluidized bed”, *J. Electrostat.*, vol. 63, pp. 165-173, 2005.

[2] A. Park, H. T. Bi, J. R. Grace, “Reduction of electrostatic charges in gas–solid fluidized beds”, *Chem. Eng. Sci.*, vol. 57, pp. 153–162, 2002.

[3] W. Ludwig, T. Mączka, “Determination of cores electrification during the flow in the modified Wurster apparatus”, *Tech. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 5-15, 2017.

Minimum Stable Circulation Velocity in a Spout-Fluid Bed Apparatus

Wojciech Ludwig [1]

1. Department of Chemical Engineering, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, 50-373 Wroclaw, Norwida 4/6, E-mail: wojciech.ludwig@pwr.edu.pl

Abstract – This paper aims to present the values of minimum gas velocity that ensures stable circulation in a specially designed spout-fluid bed apparaturs. To this end, the research on the relation between the type of spouted particles and their humidity was carried out. The minimum stable circulation velocity increased along with the increase in the bed mass, whereas the influence of humidity was only noticeable for particles of smallest diameters.

Keywords – Wurster apparatus, spout-fluid bed, hydrodynamics, cores, circulation

Introduction

The spout-fluid bed apparatus with a draft tube, so-called Wurster apparatus, is believed to be the best apparatus for coating [1]. Within the framework of a previous study at the Department of Chemical Engineering of the Wrocław University of Science and Technology, an apparatus being a development of Wurster's concept was designed for dry powder and electrostatic coating of of fine-grained materials [2]. Its untypical construction enables specific particle flow hydrodynamics. For this type of apparatus, the air velocity must reach considerably higher values than the so-called minimum circulation velocity [3], so that the bed circulation can be stable, without pulsation and changes in particle concentration. The least air velocity that ensures such flow is called minimum stability circulation velocity (MSCV).

The aim of this study was to examine the impact of the bed mass, its humidity and type of particles on MSCV.

Research installation and methodology

The research was carried out using the installation presented in Figure 1.

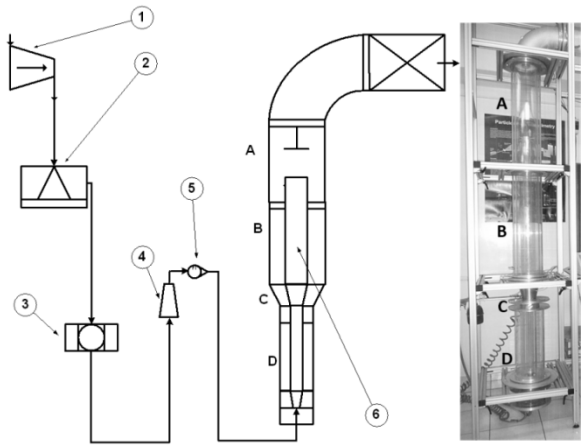


Fig.1. Diagram of research installation and a photo of the column: 1 - compressor, 2 – freeze-air drying unit, 3 - air filter, 4 – rotameter, 5– pressure regulator, 6 – spout-fluid bed column: A – upper segment with deflector, B – middle part, C – cone, D - lower segment with injector.

The mass of the bed poured into the column (from 200 to 1,000 g) and the particle humidity (from 4 to 10 %) were changed during the measurements. The circulating bed consisted of spherical Cellets® 200, 700 and 1000 particles made of micro-crystalline cellulose with a diameter respectively of 200-355, 700-1000 and 1000-1400 μm and the bulk density of 800 kg/m^3. A required mass of particles with proper humidity was poured into the column. Then the compressor was switched on and the air velocity was increased up to the value of MSCV at which the flow was stable, without pulsations and changes in bed concentration, which was confirmed by laser-lit column observation.

Measurement results

The diagrams below present exemplary measurement results.

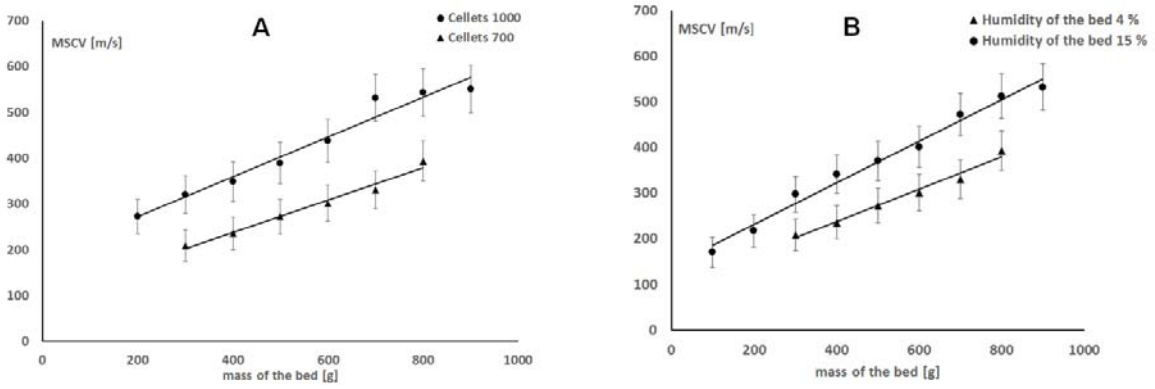


Fig.2. Dependence of MSCV on the mass of the circulating bed for: A - different particles of the humidity of 4 %, B - Cellets 700® particles of various humidity values.

MSCV kept increasing along with the increase in the mass of the bed poured into the column (Fig. 2), which stands in contrast to the published results of other similar studies [3]. The apparatus operated with a diluted bed with the height of the bed being too small in proportion to the height of the device to affect the minimum circulation velocity. MSCV decreases proportionately to the decreae in partile diameter particles as in classical apparatuses (Fig. 2A). The bed humidity only affects the value if the particle diameter is smaller (Cellets 700 and 200). An increase in the bed humidity resulted in an increase in MSCV (Fig. 2B), which is probably related to the change of electrostatical properties of particles. Humid particles become electrostatically charged to a greater extent [4], which along with their small diameter and mass affects the circulation ability (clinging to the walls of the apparatus, agglomerating).

Conclusion

The experiments helped determine the relation between various parameters and the MSCV value characteristic of the specially designed spout-fluid bed apparatus with a draft tube. The coating process should be carried out at a velocity exceeding MSCV. It is only then that the apparatus works properly and demonstrates its advantages like e.g. a shorter process time. Since the value under investigation depends on the electrostatic charge, and consequently on the electrostatic properties of the bed, it may be considerably decreased by reducing the uncontrolled charging of particles. This will be examined in future experiments.

Acknowledgments

The author wishes to express his gratitude to Roksana Maluha for her assistance during experiments. The studies were funded by the Polish National Science Centre within the framework of the research grant UMO-2013/09/B/ST8/00157.

References

[1] E. Teunou, D. Poncelet, “Batch and Continuous Bed Coating- Review and State of the Art”, *J. Food Eng.*, vol. 53, pp. 325-340, 2002.

[2] R.G. Szafran, W. Ludwig, A. Kmieć, “New spout-fluid bed apparatus for electrostatic coating of fine particles and encapsulation”, *Powder Technol.*, vol. 225, pp. 52-57, 2012.

[3] A. Kmieć, W. Ludwig , R. Szafran, „Minimum Circulation Velocity in a Spouted Bed Apparatus with Draft Tube”, *Chem. Eng. Technol.*, vol. 32, pp. 450-453, 2009.

[4] W. Ludwig, T. Mączka, “Determination of cores electrification during the flow in the modified Wurster apparatus”, *Tech. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 5-15, 2017.

Використання віртуалізації для збільшення рівня надійності технічних систем систем автоматизації промислових об'єктів

Вавулін Петро[1], Бойко Тетяна[2]

1. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр. Перемоги, 37, E-mail: petr.vavulin@gmail.com

2. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр. Перемоги, 37, E-mail: tvbojko@gmail.com

Taking into account the global trends experience of integration of modern information technologies with production processes, with the aim of increasing the competitiveness and reliability of Ukrainian industrial systems, the issues and methods for using of virtualization solutions are considered. The main method of research is computer simulation of real technical systems using the tools of virtualization (Microsoft Hyper V).

Ключові слова – віртуалізація, надійність, гіпервізор, система автоматизації.

Вступ.

Сучасні міжнародні стандарти технологічних процесів потребують комплексного та повного розгляду системи керування і захисту, зокрема стандарти ISO 14000 та ISO/IEC 17799 [1]. Системи керування і захисту технологічних процесів стають все більш складними і виникає проблема інтегрованості цих систем з сучасними технологіями для практичного використання в галузях промисловості які пов'язані з техногенним ризиком. Кожний технологічний процес повинен використовувати сучасні технології, які дозволяють максимально знизити ймовірність аварії і зменшити надходження небезпечних речовин у навколишнє середовище. З іншого боку, на даному етапі розвитку технологій, забезпечити повністю безаварійну роботу технічних систем не представляється можливим [2]. Зважаючи на це очевидно, що побудова гіперконвергентних рішень з використанням віртуалізованих середовищ для побудови систем автоматизації надзвичайно важливе. Використання даних технологій передбачає підвищення рівня надійності та відмовостійкості, у випадку створення та відновлення працездатності програмного забезпечення робочих станцій у автоматичному чи напівавтоматичному режимі.

Об'єкт дослідження

В контексті актуальності питань аварійної безпеки, виявляється необхідним розвиток та впровадження сучасних IT-технологій для зменшення техногенних ризиків. Об'єктом дослідження даної роботи являється комп'ютерно-інтегроване управління технічними системами з використанням засобів віртуалізації. Питання можливості застосування віртуалізованих середовищ для функціонування складних технологічних систем було розглянуто та підтверджено у відповідних наукових працях [1].

Саме тому розглянемо питання впливу застосування віртуалізації на рівень техногенного ризику складної промислової системи у режимі експлуатації. Для цього створимо віртуальні машини, які будуть ідентичними копіями сервера керування системою автоматизації Honeywell з спеціалізованим програмним забезпеченням Experion PKS. На рисунку 1 приведено результати запуску віртуального сервера на базі гіпервізора MS Hyper V.

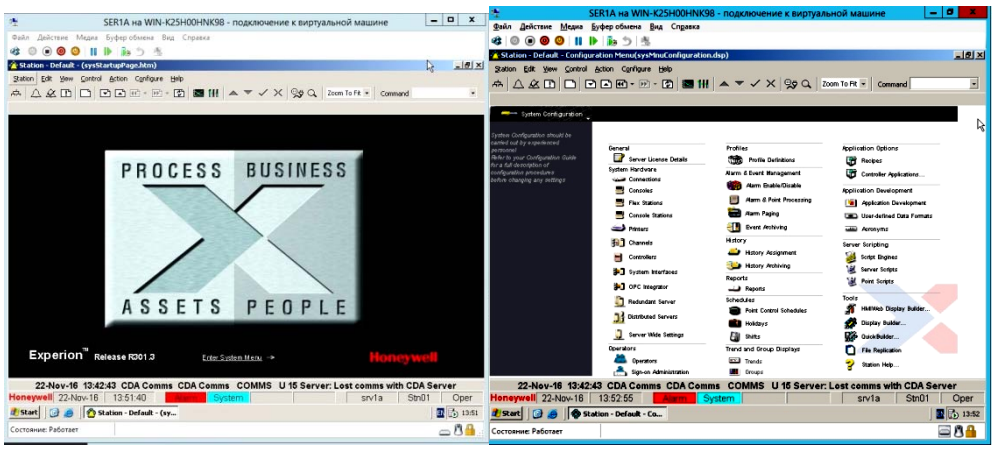


Рис.1. Запуск віртуального сервера на базі гіпервізора.

У відповідності до експериментальних даних отриманих Ф. Коопманом та Е. Тран у своєму дослідженні [3], приймемо за ймовірність відмови сервера керування наступне значення $\lambda=0{,}66\cdot10^{-6}$. В таблиці 1 наведено результати розрахунку рівня надійності системи в залежності від апаратної та програмної конфігурації. Для роботи гіпервізора було використано звичайний персональний комп'ютер (об'єм оперативної пам'яті 16 Гб, чотирьох-ядерний процесор AMD з тактовою частотою 2.5 GHz).

Таблиця 1

Дані для кількісної оцінки техногенного ризику технологічної системи

Найменування	Кількість резервних віртуальних машин, або відповідних їм фізичних аналогів	Ймовірність відмови
Традиційна система	2	$4{,}356\cdot10^{-13}$
Віртуалізована система 1	4	$1{,}897\cdot10^{-25}$
Віртуалізована система 2	8	$3{,}6\cdot10^{-50}$

Висновки

В цій роботі було розглянуто вплив використання сучаних IT-технологій для підвищення рівня надійності систем керування промисловими об'єктами. Очевидно, що рівень використання віртуалізованих середовищ має величезний потенціал для застосування і збільшення не тільки надійності, а й спрощення керування процесами та адміністрування апаратних засобів систем автоматизації.

Список літератури

[1] P. Vavulin, "Using of virtualized it-infrastructure under normal operation of automation systems of technological objects", Technology Audit And Production Reserves, № ½ (33), 2017.

[2] M. Bychenok, "Ryzyky zhyttiediialnosti u pryrodno-tekhnohennomu seredovyshchi", Institute for National Security of the National Security and Defense of Ukraine. – Kyiv, 2008, 160 p.

[3] P. Koopman, "Mission failure probability calculations for critical function mechanizations in the automated highway system," CMU-RI-TR-97-44, Pittsburgh, USA, 1997.

Модернізація стадії очистки газових викидів аміаку у виробництві кальцинованої соди

Віктор Моїсєєв[1], Євгенія Манойло[2], Аліна Грубнік[3]

1. Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут», УКРАЇНА, м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2.

2. Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут», УКРАЇНА, м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2.

3. Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут», УКРАЇНА, м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2, gr_alia@mail.ru

Today's powerful production of soda ash is exceptionally large material consumption equipment and large environmental emissions of ammonia to the atmosphere. It is determine the need for purification of gas emissions from ammonia. After analyzing the known design of devices for purification of exhaust gases we have developed new design of a counter flow vortex apparatus for intensification of the process of absorption of gas emissions from soda ash production. Design provides increased throughput of gas and liquid with the lowest hydraulic resistance.

Ключові слова: абсорбція, викиди аміаку, вихровий апарат, абсорбер, виробництво кальцинованої соди.

Сучасне потужне виробництво кальцинованої соди відрізняється виключно великою матеріалоємністю обладнання та великими викидами у навколишнє середовище [1]. Основними джерелами газових викидів виробництва є газові викиди аміаку після процесу карбонізації амонізованого розсолу. Одночасно на заводах працює від 4 до 13 промивачів газів колон-ІІ. Концентрація аміаку в газовому викиді знаходиться в межах 0,1- 0,2 г/м^3, при ПДВ = 50 мг/м^3. Такі значні викиди обумовлюють подальшу необхідність очистки газових викидів від аміаку.

Окрім проблем екології, в технології виробництва кальцинованої соди великі капітальні витрати на обладнання, що стримує подальші темпи інтенсифікації виробництва.

Традиційний барботажний промивач газів колон-ІІ складається із восьми царг (бочок), днища та кришки [2]. Основним масообмінним елементом ступеню апарату є барботажний контактний пристрій, який встановлюється всередині тарілки. На кожній тарілці розташовано 17 барботажних пристроїв та один патрубок для переливу рідини через гідрозатвор на нищерозташовану тарілку. Методика розрахунку відомих тарілчастих барботажних апаратів описана в літературі [3]. Всього у барботажному промивачі газів колон-ІІ, на практиці, застосовується 8 робочих тарілок з барботажними пристроями.

В останні роки широке використання в промисловості знаходять високоефективні вихрові апарати, які працюють в діапазоні швидкості газового потоку в контактному пристрої від 5 до 25 м/с. Характерною особливістю вихрових масообмінних апаратів є те, що з зоні контакту фаз розвивається велика швидкість оновлення поверхні контакту фаз.

При цьому зменшується товщина пограничного шару. Тому величина коефіцієнту масовіддачі для швидкісних апаратів на порядок вище, ніж для насадкових та барботажних апаратів. Існує велика кількість конструкцій вихрових контактних пристроїв [4, 5]. Природно, що кожен із авторів віддає перевагу своїй конструкції, що заважає зрівнянню та науково-обґрунтованому проектуванню перспективних промислових апаратів. Прийнято вважати, що збільшення кількості диспергованої рідини всередині вихрового пристрою збільшує ефективність масопередачі. Пояснюється це тим, що зі збільшенням кількості диспергованої рідини збільшується площа активно-оновлюваної поверхні контакту фаз. В

кількості основного критерію для узагальнення вихрових пристроїв різної конструкції в роботі [6] прийнято відношення кількості диспергованої рідини всередині вихрового пристрою до величини бокової поверхні завихрювача, де рідина диспергується та оновлює свою поверхню.

Велика різноманітність відомих конструкцій вихрових апаратів показує, що в літературі мало робіт, які на науковій основі визначають оптимальний зв'язок конструктивних та режимних параметрів для умов абсорбції аміаку у виробництві кальцинованої соди. Більшість робіт націлено на дослідження ефективності зафіксованих винахідником конструкцій.

Висока ефективність масопередачі у вихрових пристроях пояснюється тим, що всередині вихрових пристроїв спостерігається активна, яка безперервно оновлюється, високорозвинена площа поверхні контакту фаз. Високі значення відцентрових сил дозволяють ефективно відділити газовий потік від рідини.

Для процесів очищення газів від легкорозчинних речовин перспективними є вихрові пристрої з протитечійним потоком фаз, де збільшена поверхня контакту фаз та відбувається більш інтенсивне її оновлення в результаті співудару крапель рідини, як з елементами конструкції, так і з потоком рідини, яка обертається. У вихрових пристроях площа поверхні контакту фаз може бути збільшена за рахунок змінення елементів конструкції. При зміненні щільності зрошення площа поверхні контакту фаз змінюється суттєво. У той же час при зміненні швидкості газу площа поверхні контакту фаз змінюється менш значно, або практично не залежить від швидкості газу.

Проаналізувавши відомі конструкції вихрових апаратів, нами була розроблена перспективна конструкція протитечійного вихрового апарату для інтенсифікації процесу абсорбції відходячих газів содового виробництва. Конструкція забезпечує збільшену пропускну здатність по газу та рідині з найменшим гідравлічним опором.

Список літератури

[1] V. M. Titov, «Razrabotka teoreticheskih osnov tehnologii i oborudovanija proizvodstva kal'cinirovannoj sody s cel'ju sozdanija maloothodnogo proizvodstva», Avtoref. diss. … doktora tehn. nauk. Harkov, 2001.

[2] G. A. Tkach, V. P. Shaporev, V. M. Titov, «Proizvodstvo sody po maloothodnoj tehnologii». Har'kov, 1998.

[3] A. N. Nikolaev, A. A. Ovchinnikov, N. A. Nikolaev, V. A. Maljusov, «A.S. №1507429 SSSR. Sposob ochistki gazov», bjulleten' izobreteni. 1989, №34. (53).

[4] A. F. Mahotkin, A. M. Shamsutdinov, «Vihrevoj raspylitel'nyj apparat». A.S. №593706 SSSR, 1974.

[5] V. A. Bulkin, «Razrabotka, metody rascheta i vnedrenie vihrevyh apparatov s ob emnymi fakelami oroshenija dlja ochistki gazovozdushnyh potokov», Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehn. nauk. Kazan', KHTI im. S.M. Kirova, 1988.

[6] A. F. Mahotkin, «Processy i apparaty ochistki othodjashhih gazov proizvodstva nitrojefirov», Diss. na soiskanie uchenoj stepeni dokt. tehn. nauk. Kazan', KHTI im. S.M. Kirova, 1990.

Salts of divalent metals as catalysts of transesterification reaction of sunflower oil by ethanol and butan-1-ol

Zoriana Palyukh[1], Yuriy Melnyk, Stepan Melnyk

1. Department of technology of organic products, Lviv Polytechnic National University,

UKRAINE, 79013 Lviv, 12, S.Bandera str., e-mail: pa_zoriana@ukr.net

Transesterification reaction of sunflower oil by ethanol and butan-1-ol in the presence of salts of divalent metals such us nickel acetate, oxalate and sulfate, copper (II) acetate and sulfate, zinc sulfate, cobalt (II) acetate, manganese (II) sulfate and chloride has been studied. It was found that salts of divalent metals should be used as catalysts of transesterification reaction because conversion of sunflower oil reaches more than 98%.

Keywords – transesterification, sunflower oil, ethanol, butan-1-ol, salts of divalent metals.

Introduction

Usually the transesterification reaction of sunflower oil by methanol is carried out in the presence of alkaline catalysts such as KOH or NaOH although other alcohols such as ethanol, propan-1-ol, butan-1-ol can also be used [1]. There are several disadvantages of using homogeneous catalysts namely a problem of catalyst separation from the reaction mixture, soap formation and the need for costly wastewater treatment of liquid catalysts residues and some products of their transformation. Therefore, we suggested to study the transesterification reaction using salts of divalent metals as catalysts that is fully or partially insoluble in the reaction mixture.

Discussion of results

The research of transesterification reactions of sunflower oil by ethanol was carried out at a temperature of 353K and molar ratio of ethanol : oil – 6 : 1. The transesterification reaction of sunflower oil by butan-1-ol was performed at 383K and molar ratio of reactants butan-1-ol : oil – 10 : 1. The catalyst content was 2 wt. %. The reaction time was 3 hours.

We found that in the transesterification reaction of sunflower oil by ethanol in the presence of organic and inorganic salts of divalent metals conversion of oil reaches more than 97%. When nickel acetate had used as a catalyst conversion of sunflower oil was 98.0%. Application of copper (II) acetate made it possible to achieve higher conversion of oil than use of nickel acetate – 98.1%. The use of nickel oxalate led to a slightly lower conversion of oil – 97.8%.

When sulfates of metals had used as catalysts the highest value of the oil conversion 99.5% and 99.6% reached in the presence of copper (II) sulfate and nickel sulfate respectively. Almost the same values of conversion 62.8% and 62.5% observed using manganese (II) sulfate and zinc sulfate respectively. Using of manganese (II) sulfate the equilibrium conversion of oil was 98.9% and using of zinc sulfate 97.3% respectively.

The results of research of transesterification reaction of sunflower oil by butan-1-ol showed that the highest value of the oil conversion 48.8% was noticed with use of nickel oxalate. When copper (II) acetate had used conversion of oil was 33.5%. Using cobalt (II) acetate caused a change of color of the reaction mixture. This can be explained by the fact that at sufficiently high temperature of transesterification reaction (383K) and at the presence of oxygen may occur oxidation reaction of α-carbon atom relative to the double bond in the fragment of oleic acid, which is the most reactive. Thus, we can conclude that use cobalt (II) acetate as a catalyst of transesterification reaction by butan-1-ol is inappropriate. It was found that use of inorganic salts (sulfates and chlorides of metals) compared to organic salts gives higher conversion of oil. It can be associated with solubility of metal of salts in the system of alcohol – oil.

Table 1

The impact of salts of divalent metals to conversion of sunflower oil

Catalyst	Conversion of sunflower oil, %	Reaction time, min	The initial rate of oil conversion, $r \cdot 10^5$, mol/(dm^3 ·s)
ethanol : oil – 6 : 1, temperature – 353K			
NiC_2O_4	97,8	270	1,8
$Ni(CH_3COO)_2$	98,0	210	2,5
$Cu(CH_3COO)_2$	**98,1**	**180**	2,7
$NiSO_4$	99,6	240	2,5
$MnSO_4$	98,9	300	2,3
$CuSO_4$	**99,5**	**180**	2,8
$ZnSO_4$	97,3	240	2,2
butan-1-ol : oil – 10 : 1, temperature – 383 K			
NiC_2O_4	**48,8**	**180**	0,5
$Ni(CH_3COO)_2$	21,0	180	0,3*
$Cu(CH_3COO)_2$	33,5	180	0,4*
$Co(CH_3COO)_2$	29,4	180	0,4*
$MnCl_2$	40,6	180	0,8
$MnSO_4$	24,0	180	0,3*
$CuSO_4$	36,7	180	0,4*
$ZnSO_4$	39,4	180	0,5*
$NiSO_4$	**41,2**	**180**	0,9

* the rate of conversion of triglyceride after the induction period

Thus we suggest that some examined salts of divalent metals can be used as catalysts of transesterification reaction of oil by ethanol and butan-1-ol. However, investigated salts were partially or completely soluble in the reaction mixture. That can get a problem of removal of the catalyst from the reaction products. In addition, the induction period that take place by catalysis of transesterification by metal salts significantly affects the conversion of sunflower oil. The induction period in transesterification reaction can be explain the necessity of formation of complexes between salts of metals and partially substituted glycerin. Thereby the solubility of the catalyst increases in the reaction system that increases conversion of triglyceride.

Conclusions

It was established in transesterification reaction of sunflower oil by ethanol (at reaction temperature 353K, molar ratio of ethanol : oil – 6 : 1 and content of the catalyst 2% weight) the most active catalyst of all studied organic divalent metal salts is copper (II) acetate and among all studied inorganic salts the most active is copper (II) sulfate. In the transesterification reaction using butan-1-ol (at reaction temperature 383K and molar ratio of butane-1-ol : oil – 10 : 1 and content of the catalyst 2 % weight) the most active catalyst of all studied organic salts of divalent metals is nickel oxalate and among all studied inorganic salts the most active is nickel sulfate.

List of references

[1] J. Van Gerpen, B. Shanks, R. Pruszko, “Biodiesel Production Technology”, Colorado,National Renewable Energy Laboratory, 2004, pp. 2; 31-33; 52.

Foam Separation of Whey Protein

Michal Araszkiewicz[1], Łukasz Janczewski[1], Anna Trusek - Hołownia[1]

1. Department of Chemistry Division of Bioprocess and Biomedical Engineering, Wrocław University of Science and Technology, POLAND, Wroclaw, Norwida 4/6, E-mail: michal.araszkiewicz@pwr.edu.pl

The foam separation of whey protein and stability of enzyme was examined in series of laboratory experiments. The proposed method was tested as alternative method of separation of organic compounds to the common methods like the precipitation or chromatography. It appears that using the foaming agents had significant influence on the efficiency and run of separation process.

Keywords: foam separation, foam, protein, whey, enzymes, foaming agents.

Introduction

The recovering, isolation and purification of organic compounds, especially enzymes produced in biotechnological processes is a challenge. A foam separation seems to be quite interesting alternative to commonly used methods like precipitation or chromatography. In general foam separation has been widely used in recovery, isolation and enzyme purification produced in biotechnological processes. The most significant advantages are possibility of separation of highly diluted mixtures with high level of enrichment. The solvents usage can be ommited due to the air and other gases are used in foam production and therefore the whole proces can be treated as „green". Additionally, use of neutral gas and conduction of proces in room temperatures allows to separate the thermally sensitive compounds or with tendency to oxidation [1]. The most common disadvantages of foam separation is risk to protein denaturation at the gas – liquid boundary.

Foam separation

The foam separation proces rely on the introduction of gas bubbles into the liquid mass with surfactant. The foam itself arises when the surface active molecules joins the surface at the gas-liquid boundary. The formed bubbles rises above the liquid level and creates the foam column which can be easily turn back in the separation vessel. There the foam is destroyed with both mechanically or with vacuum pressure. The recovered liquid from the foam is enrichted with solution of surfactant.

Aim of the work

The foam separation proces of concentrated whey protein WPC in the barbotage column and the estimation of chosen proces parameters on the enrichment and a recovery coefficients.

Experimental setup

The protein concentrations of initial solutions and of the settled foams were determined with spectrophotometer at 280 nm. On the base of these values the basic coefficients like an enrichment coefficient and a recovery one were calculated. The enzyme stability in dependence of foaming agents, base on the enzymatic activity test was also determined. The experimental setup has been completed with an aeration column, an air compressor, a rotameter and a tank with a laboratory stirrer to collect foam. Four different foaming agents were tested (with different concentration): Roteor M6, Tween 80, Triton X-100, Triton X-114 and concentrated whey protein with known concentration (0.8 [g/l]). The final solution volume was 1 dm^3 and the experiment lasted for 30 min. Initial protein concentration was determined with Lowry method, the protein concentration in water was determined with spectrophotograhy (280 nm).

The results

It appears that the protein concentrated solution with no surfactant added can be separated if only aeration was intense enough. However after addition of foam agent the values of E and R were higher. The exemplary results are shown in Fig.1.

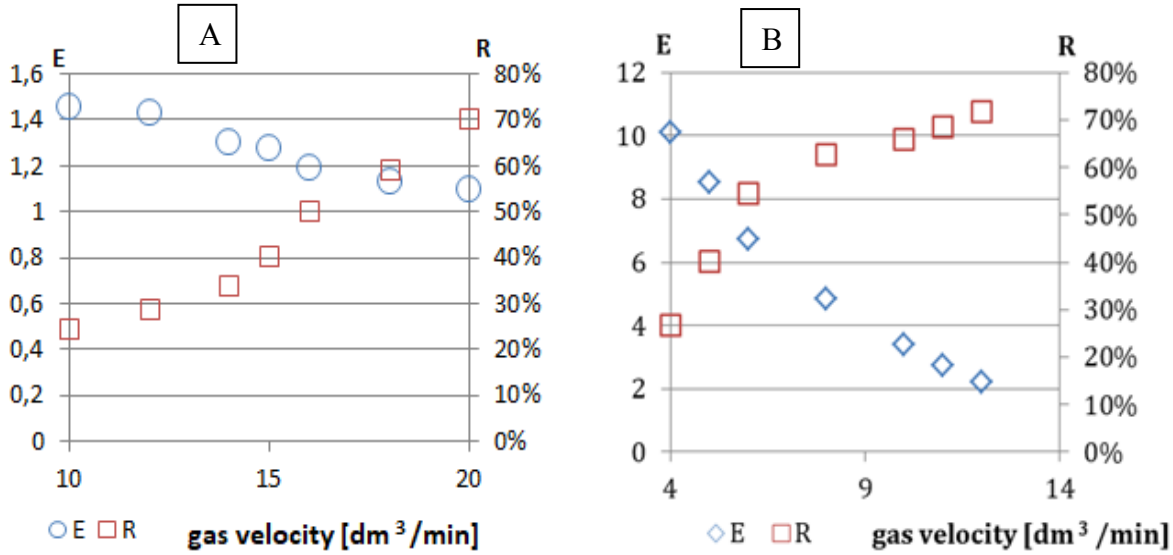


Fig.1. Separation efficiency (E – enrichment, R – recovery coefficients) for water solution of protein A and 1 % solution of Triton X-100.

Conclusion

It appears that the foam separation significantly increases using the foaming agents. Especially using of Roteor M6, Triton X-100 and Triton X-114 gave better separation eficiency. The E and R coefficients were almost ten times higher than in Tween 80 case and simple solution of WPC. The concentration of foaming agent has a dominating influence as well on process efficiency as on the enzymatic stability. The recovery coefficient rises with higher gas velocities while enrichnment coefficient was falling with process efficiency.

Acknowledgments

Project supported by Wroclaw Centre of Biotechnology, programme The Leading National Research Centre (KNOW) for years2014-2018 (310/2015/KNOW).

References

[1] Bhattacharjee S., Kumar R., Gandhi K. S., (1997), Prediction of separation factor in foam separation of proteins, *Chem. Eng. Sci.*, 52, 4625 – 4636.

Innovative and Conventional Technology of Methyl Methacrylate Synthesis

Dirk Enke[1], Wladimir Suprun[1], Thomas Hahn[2]

1. Institute of Chemical Technology, Universität Leipzig, GERMANY, 04103 Leipzig, Linnestrasse 3,
E-mail: wladimir.suprun@uni-leipzig.de.

2. Instiutute of Chemistry, Martin Luther Universität Halle-Wittenberg GERMANY, 06120 Halle, Danckelmann-Platz 4,
E-mail: thomas.hahn@chemie.uni-halle.de

Abstract: Methyl methacrylate can be produced in different ways based on acetone of low hydrocarbon feedstocks. In the present review, the recent commercialized and expected MMA technologies will be described and a comparison of these production routes is given. Thereby, the catalyst development will be strongly emphasized.

Keywords: Methyl methacrylate, aldol-condesation, bifunctional catalyst

Methyl methacrylate (MMA) is an important monomer, which is widely used for producing acrylic plastics (polymethyl methacrylate) or producing polymer dispersions for paints and coatings. The world production capacity has been almost doubled in past 10 years, and reached about 2.4 mill. t/a. Now five technologies for MMA monomer production coexist in the world, and none of them is the predominant process. The conventional MMA process centers on the reaction of Acetone and HNC to give acetone cyanhydrine, which than further undergoes acid assisted hydrolysis and esterification. This ACH-process creates large amount of by-products. The demand of MMA is still expected steady growth in the future. Most of new processes have been developed for an environmentally friendly production of MMA and thereby the development of the catalysts was the key technology.

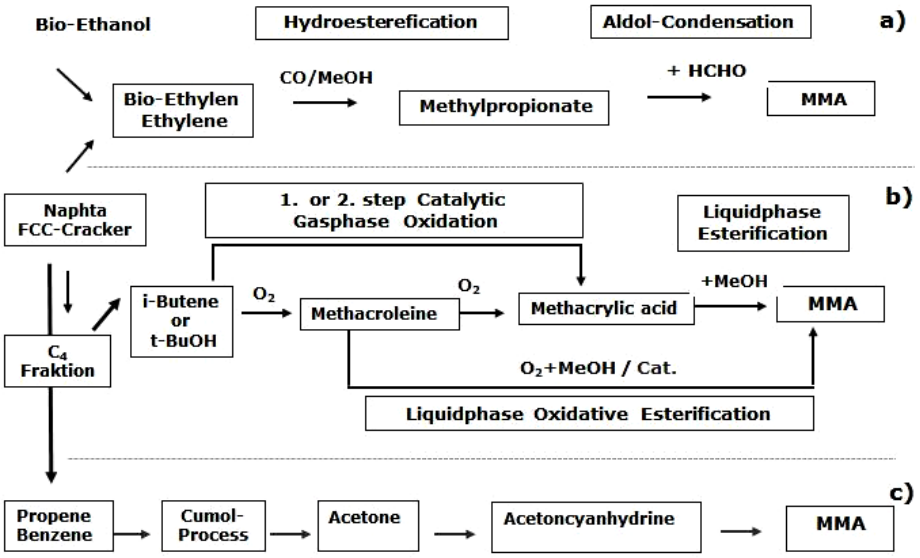


Fig. 1. Routes to methyl methacrylate: a) aldol-condensation, b) hydrocarbon oxidation and c) ACH-process.

This contribution describes the recent commercialized and expected MMA technologies and specially so called "Alpha-Process" emphasizing catalyst development [1]. Additional, the own results of the gas-phase aldol-condensation of methyl propionate with formalin over bifunctional catalyst will be presented [2].

References

[1] A. Wittcoff, B.G. Reuben, J.S. Plotkin, "Industrial organic chemicals". Second Edition. John Wiley & Sons, (2013), pp. 188-193.

[2] W. Ya. Suprun , "Synthesis of methyl metacrylate by catalytic gas-pahase aldol condensation", Наукоемкие Технологии Функциональных Материалов, Известия СПбГТИ, 2017, 37, pp. 68-74

Utilization of ozonation proces in the fludized bed reactor for modyfication of some parameters of wheaten flour

Tomasz Piechowiak[1], Piotr Antos[1], Maciej Balawejder[1*]

1. Department of Food Chemistry and Toxicology, University of Rzeszow, POLAND, Rzeszow, ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszow, E-mail: *maciejb@ur.edu.pl

Abstract –Flour is the most important raw material in the bakery and biscuit production. Its properties, which are defined as the baking value, are determining factor for the quality of bread and flour products. In the presented study a the effect of the ozonation process of flour on the activity of some enzymes was investigated.

Keywords – wheaten flour, backing value, enzymatic activity, ozonation

Introduction

In Flour being a product of grain milling is the most important raw material in the bakery and biscuit production. Its properties, which are defined as the baking value, are determining factor for the quality of bread and flour products. An alternative to traditional techniques for improving the baking value can be the ozonation treatment.

In shaping the baking value of flours a large role is attributed to enzymes, mainly from the group of hydrolases and oxidoreductases.

Enzymatic activity varies and is dependent on number of factors, i.e., directly by climate and soil properties, applied agricultural technology for crops production, genetic factors, as well as indirectly from the milling conditions. Therefore, products made of flour prepared from flour with enzymatic activity different from the accepted standards will not meet the quality requirements, and thus expose producers to large losses.

It is therefore necessary to seek out technology, which may direct the degree of enzymatic transformations occurring in the flour e.g., during milling, during the ripening or storing. An alternative to traditional techniques for improving the baking value can be the ozonation treatment.

Materials and methods

Flour was subjected to ozonation in the fluidized bed reactor (Fig. 1) that was already scuccesffully utilized for a number of treatments (Balawejder 2012, Balawejder et al., 2016).

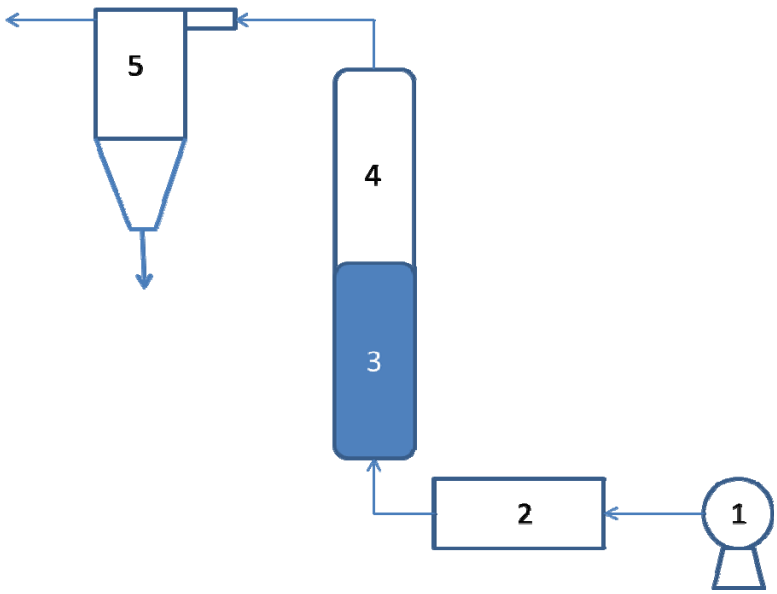


Fig. 1. Scheme of the laboratory scale fluidized bed reactor: 1) pump, 2) ozone generator 3) bed, 4) reactor, 5) cyclone.

Conclusion

Analyses have shown that ozone is able to influence the enzymatic activity of flour. However, the direction of these changes was largely determined by the time of exposure, dose, and presumably properties of investigated enzymes. The inpact of oznation for fatty acids, and enzymes acidity showed a large variation depending on the processes conditions.

These studies will be continued in order to find the optimal process conditions, and determine the impact on the rheological properties of dough and the quality of bread made from flour ozonized

References

[1] Balawejder M., (2012) Sposób degradacji pestycydów w glebie i innych materiałach sypkich oraz urządzenie do realizacji tego sposobu. (The process of degradation of pesticides in soil and other flowing solids and apparatus for carrying out the method in polish.) Zgłoszenie patentowe (Patent application) P.401853

[2] Balawejder M., Józefczyk R., Antos P., Pieniążek M. Pilot scale installation for remediation of DDT contaminated. Ozone: Science & Engineering, 2016, 38(4) pp.272-278 http://dx.doi.org/10.1080/01919512.2015.1136556

Problems and prospects of analytical modeling of transport phenomena in technologies of food production

Volodymyr Potapov[1]

1.Department of Refrigeration and Trade Technique and Applied Mechanics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine, Kharkiv, Klochkivska St, 333,, E-mail: potapov@bigmir.net

Equations describing the kinetics of the conjugate processes of mass, energy, and momentum transfer for average state parameters: concentrations, temperatures and rates of deformation (flow) are obtained.

Keywords – kinetics, modeling, transport phenomena, conjugate processes, differential equations

Introduction

Processes of food technology are complex physicochemical processes, variables in space and time, which have a dual deterministic-stochastic nature. The flows of matter involved in them are, as a rule, multiphase and multicomponent. During the technology process the mass transfer, energy and momentum transfer, chemical and biochemical reactions usually takes place at each point of the phase and at interfaces. Transfer coefficients can vary over a wide range, even for the same raw material. The geometric shape of the object is usually not simple and the boundary conditions are not homogeneous. All this leads to the fact that the mathematical model of the corresponding technological process turns out to be very complicated. Therefore, in the practice of modeling technological processes in food production, the "black box" model is very common, when the process is described by a regression equation, the coefficients of which are determined during the experiment. At the same time, such an empirical method has nothing to do with the physics of food technology processes and is not promising.

Kinetics equations of the transport phenomena

The purpose of this paper is to develop approximate analytical methods for solving boundary value problems related to the description of transport phenomena in technological processes of food production. At the base of the proposed approach lies the equation of kinetics for average values of physical substances, which is obtained from the integral equation of conservation and transfer of a physical substance [1].

$$\frac{dX_i}{d\tau} = \frac{k_i}{K_i}\frac{2\Gamma}{R_x R_V}\left(X_i - X_{iS}\right) + X_i \cdot \frac{\bar{\upsilon}}{R_V} + \frac{\bar{I}_i}{K_i}, \tag{1}$$

where i - indices characterizing the type of transfer (mass i=1, energy i=2, momentum i=3);

τ - time;

X_i - state parameter that causes the transfer of the corresponding substance;

$X_1=C$ - concentration of the substance; $X_2=T$ - temperature; $X_3=\upsilon$ - average rate of deformation (solid body), average flow velocity (liquid);

K_i, k_i - the transfer coefficients: $K_1=1$; $K_2=c\rho$; $K_3=\rho$; $k_1=D$; $k_2=\lambda$; $k_3=\eta$ (where λ — coefficient of thermal conductivity, ρ - density, D — diffusion coefficient, η — coefficient of dynamic viscosity);

$$\Gamma = 1 + \frac{R_x}{R_y} + \frac{R_x}{R_z}, \tag{2}$$

Γ - shape factor, taking into account the geometry of the body, its value varies from 1 (infinite plane) to 3 (sphere);

R_x - minimum distance from the center of the body to its surface; R_y, R_z - half of characteristic size of the other two coordinates;

R_V - ratio of body volume to area of its surface;

$\overline{\upsilon}$ - fverage velocity of convective substance transfer;

$\bar{I}_i$ - average density of the source (drain) of the substance, arising for example phase transitions or chemical transformations;

X_{i_S} - value of the state parameter on the surface of the body, which is determined from the bondary conditions.

First-type boundary condition:

$$X_{i_S} = X_S \,. \tag{3}$$

Second-type boundary condition:

$$k_i \frac{2\left(X_i - X_{iS}\right)}{R_x}\Gamma = j_S \,. \tag{4}$$

Third-type boundary condition:

$$k_i \frac{2\left(X_i - X_{iS}\right)}{R_x}\Gamma = -\alpha_i (X_{iS} - X_{i\infty}) \,. \tag{5}$$

Where j_S - substance flux density on the body surface; α_1 – mass transfer coefficient; α_2 – heat transfer coefficient; $X_{i\infty}$ – value of the state parameter at an infinite distance from the body surface.

The system of Eq. (1), in the case of constant coefficients, is a system of linear differential equations of the first order, the analytic solution of which has the following form

$$X_i = \mathrm{A}_i \exp(\Lambda_i \tau) + B_i(\tau) \,, \tag{6}$$

Where A_i Λ_i and B_i are algebraic functions of transfer coefficients, geometric characteristics and density of internal sources (sinks) of the substance.

Conclusion

The equations describing the kinetics of the conjugate processes of transport phenomena for average state parameters - concentrations, temperatures, and rates of deformation (and flow) are obtained. The equations allow to correctly take into account the geometry of bodies of arbitrary shape and inhomogeneous boundary conditions. The equations have analytical solutions, which makes it possible to use them for a wide class of problems: determining the duration of the process, calculating the average state parameters at a given time, determining the mass, energy, momentum transfer coefficients from the regression analysis of the experimental process kinetics.

References

[1] V.Potapov, “ Kinetics of Transport Phenomena in the Drying Foodstuffs,” in Proceedings 5th Nordic Drying Conference, Helsinki, Finland, 2011, p. 43.

Influence of liquid properties and flow conditions on aerosols released from electronic cigarettes (ECs)

Marcin Odziomek[1], Łukasz Kwiatkowski[1], Tomasz R. Sosnowski[1]

1. Faculty of Chemical and Process Engineering, Warsaw University of Technology, Poland, Warsaw, Waryńskiego 1, E-mail: m.odziomek@ichip.pw.edu.pl

The aim of the work is to clarify the processes responsible for generation and properties of aerosols released from electronic cigarretes (ECs). Using particle-sizing method based on laser diffraction we measured properties of aerosols released from several ECs with different inernal aerodynamic resistance. Aerosols were generated at physiological flow rates from e-liquids with different composition and properties.

Keywords – aerosols, electronic cigarettes, e-liquids, aerodynamic resistance, size distribution measurements, laser diffraction, viscosity measurements

Introduction

Electronic cigarettes which are new technical devices for nicotine delivery through the respiratory system, are still poorly characterized regarding the quality and dynamic behavior of inhalable aerosol they release. Both, generation and penetration of aerosol released from ECs into the respiratory system depend on droplets nucleation dynamics, but at the same time they are strictly related to the processes of aerosol dilution and hygroscopic growth inside the respiratory tract. The role of conditions in which aerosol was formulated, i.e. conditions of mixing vapor produced by heating e-liquid with external air during inhalation was imperceptible so far. Therefore, the main goal of this work is to clarify the influence of the dynamic of inhalation (puffing flow rate) and e-liquid composition on properties of aerosol released from several models of ECs.

Methods

We characterized the most important properties (VMD - volume median diameter, concentration) of aerosols released from several popular EC models: model White (Volish), Venture 3 Pulse (Provog), eBox (Vype), eGrip (Joyetech). Additionally, all ECs were characterized in respect to their internal aerodynamic resistance. During measurements of aerosol properties the air flow rate through ECs was constant and held in the range (from 2 to 6 dm^3/min). ECs were filled up with several e-liquids with different content of glycerin (VG), propylene glycol (PG) and nicotine. The viscosity of e-liquids was measured with rotational viscometer (Smart, Fungilab). The measurements of aerosol properties were done with Spraytec laser diffractometer (Malvern) which was equipped with inhalation cell [1]. Spraytec gives concentration-independent results on the basis of multiple scattering analysis and needs no dilution of analyzed aerosols. It is a big advantage because the majority of published data were obtained at high aerosol dilution which was needed to reduce aerosol concentrations to the operational measuring range of other instruments. This may significantly affect the results due to droplet evaporation and also may influence other important processes (e.g. coagulation in the original dense suspensions) [2,3].

Results

The exemplary results are shown in Fig. 1. All ECs were filled up with e-liquids containing PG and VG in the proportion 3:2 and 2:3. The measured viscosity of both e-liquids was 165 and 315 mPas respectively. We noted high differences in VMD values among analyzed EC models but only at flow rate of 2 dm^3/min. In these conditions ECs with low internal aerodynamic resistance – Venture and eGrip generated aerosol characterized by larger VMD than the other two models with

higher internal aerodynamic resistance. The influence of e-liquid viscosity on the aerosol droplets size distribution can be also observed - aerosols generated from more viscous liquid (Fig. 1B) have noticeably smaller VMD values.

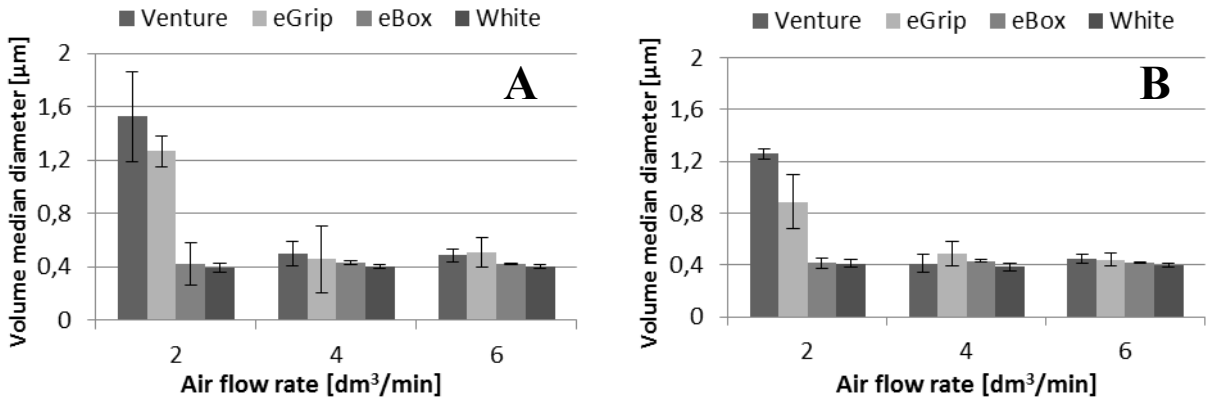


Fig.1. The volume median diameter (VMD) of aerosols released from e-cigarettes at air flow rate 2 – 6 dm^3/min. E-liquid composition: **A** - PG/VG – 3:2, **B** – PG/VG – 2:3.

Conclusion

Obtained results indicates that both conditions of aerosol formation in ECs (especially air flow rate generated through ECs during inhalation) and composition of e-liquids have impact on the properties of aerosols inhaled by ECs users. The extensive analysis of the influence of aerosol formation conditions in e-cigarettes is necessary for the more certain assessment of safety and dangers related to EC mists inhalation.

Acknowledgments

This work was supported by the Polish National Science Center under grant no. DEC-2015/19/D/ST8/00822

References

[1] T. R. Sosnowski, K. Kramek-Romanowska, "Predicted Deposition of E-Cigarette Aerosol in the Human Lungs" *J. Aerosol Med. Pulm. Drug Deliv.,* vol. 29 (3), pp. 299-309, 2016

[2] B. J. Ingebrethsen, S. K. Cole, S. L. Alderman, "Electronic cigarette aerosol particle size distribution measurements", *Inhal. Toxicol.,* vol. 24 (14), pp. 976-984, 2012

[3] S. L. Alderman *et al*., "Particle Size Distribution of E-Cigarette Aerosols and the Relationship to Cambridge Filter Pad Collection Efficiency", *Contributions to Tobacco Research*, vol 26 (4), pp. 183-190, 2014

Вплив швидкості сушіння на кристалічність цукровмісної продукції

Вячеслав Михайлик[1]

1. Інститут технічної теплофізики НАНУ, УКРАЇНА, Київ, вул. Булаховського, 2. E-mail: mhlk45@gmail.com

Abstract – The impact of the drying rate of sugar beet on the degree of crystallinity of its dried tissue was investigated. The differential thermal analysis (DTA) and X-ray diffraction (XRD) methods were used in order to determine the phase composition. The increasing of drying rate leads to an increase in the sucrose amorphous phase. Moreover, it was shown that the dry product is a mixture of biopolymers, sucrose, salts and acids in crystalline and amorphous states.

Ключові слова – сушіння, цукровий буряк, сахароза, кристалізація, термічний аналіз, рентгенофазовий аналіз, ступінь кристалічності.

Вступ

В природних колоїдних капілярно-пористих матеріалах з високим вмістом розчинних вуглеводів (глюкоза, фруктоза, сахароза та ін.) процес зневоднення ускладнений тим, що видалення води відбувається в основному з водного розчину (соку), кількість якого в овочах і фруктах в середньому становить 91...92 % до маси сировини. В процесі сушіння концентрація розчинених компонентів соку неухильно зростає, досягаючи критичного пересичення, що спонукає до кристалоутворення. Швидкість утворення кристалічних фаз в нечистих розчинах, якими є соки, залежить від природи речовини, температури, величини пересичення, в'язкості та співвідношення компонентів. Якщо швидкість видалення води значно перевищує швидкість кристалізації зростає вірогідність утворення аморфних фаз. За наявністю аморфних компонентів та зв'язаної води в тканинах з низькою вологістю спостерігається склування. Фазовий склад висушених продуктів, дисперсність гідрофільних компонентів та вологість визначають гігроскопічність, умови диспергування, сепарації та зберігання. В зв'язку з цим дослідження формування фазового складу цукровмісної рослинної сировини при сушінні має не тільки наукове, а і вагоме практичне значення.

Матеріали та методи

В дослідженні свідомо були використані тканини цукрового буряку. Він є ідеальним модельним об'єктом для такого роду досліджень. В зрілому корені цукрового буряку сахароза є основним компонентом сухих речовин, її вміст складає біля 70 %, інші розчинні вуглеводи відсутні.

Сушіння виконували на експериментальному конвективному стенді за температури сушильного агента 60, 80 та 100 °С та швидкості – 1,5 м/с.

Вміст кристалічної сахарози визначали за допомогою модернізованого дериватографа «Q–1000» при швидкості нагрівання 3,6 К/хв. у відкритому платиновому тиглі. В основу застосованої методики покладена властивість речовин в кристалічному стані перетерплювати фазовий перехід першого роду. Площа, що знаходиться між кривою плавлення і базовою лінією ДТА в координатах напруга – час, пропорційна інтегральній теплоті плавлення сахарози. Її масу визначали приймаючи питому теплоту плавлення ΔH_{sug} = 111,4 Дж г$^{-1}$. Градуювання приладу здійснено по теплоті плавлення стеаринової кислоти ΔH_{ref} = 198,9 Дж г$^{-1}$. Ступінь кристалічності розраховували як відношення маси кристалічної сахарози до маси сухих речовин зразка.

Рентгенофазовий аналіз (РФА) проведено за допомогою дифрактометра ДРОН-4-07 в відфільтрованому нікелем Cu K_α випромінюванні аноду та геометрії зйомки по Бреггу-Брентано. Ступінь кристалічності визначали за методом Метьюза, як відношення площі

під піками кристалічних речовин до загальної площі під дифракційними кривими в інтервалі кутів дифракції 10...60 град.

Результати досліджень

Дослідження кінетики сушіння показало, що швидкість зневоднення тканин цукрового буряку прямо залежить від температури. Розраховано вологовміст при якому концентрація сахарози в соку досягає насичення. При конвективному сушінні температура матеріалу залишається нижчою температури сушильного агенту і досягає його температури лише на завершальному етапі зневоднення. До денатурації протоплазми сік залишається зосередженим в клітинах. Припускається, що кристалізація сахарози розпочинається в пошкоджених клітинах, з яких видалення води відбувається в першу чергу. У міру зневоднення кристалізація з периферії переміщується в глиб тканини. При безперервному і інтенсивному зневодненні міжкристального розчину концентрація його наростає, збільшується в'язкість, ускладнюється процес дифузії сахарози до поверхні кристалів, погіршується чистота, в результаті чого швидкість кристалізації спадає. Настає період, коли швидкість зневоднення значно перевищує швидкість кристалізації, сахароза не встигає кристалізуватись і утворює аморфну масу. Таку сахарозу можна розглядати як переохолоджену рідину в склоподібному стані.

Дослідження фазового складу висушених тканин методом ДТА безпосередньо після сушіння показали, що плавлення кристалічної сахарози спостерігається в інтервалі 170…195 °С, а її вміст в зразках залежить від того з якою швидкістю відбувалось зневоднення. За температури сушильного агента 60 °С кристалічну фазу утворює близько половини (34,0 з 70 %) сахарози, в розрахунку на сухі речовини. З підвищенням температури сушіння до 80 та 100 °С вміст кристалічної фази зменшується до 22,4 та 20,3 %, відповідно.

РФА встановлено, що всі зразки, незалежно від температури сушіння, після тривалого зберігання (90 днів) в герметичній упаковці при 18…22 °С набули ступеню кристалічності ~36 %. Зростання ступеня кристалічності під час зберігання може відбуватись за рахунок додаткової кристалізації сахарози охолодженням та перетворення частини нестабільної аморфної фази в кристалічну.

Висновки

Методом диференціального термічного аналізу встановлено, що швидкість сушіння тканин цукрового буряку впливає на ступінь кристалічності отриманого продукту. З підвищенням швидкості сушіння, шляхом збільшення температури сушіння, ступінь кристалічності зменшується.

Рентгенофазовим аналізом виявлено, що при зберіганні у висушених тканинах відбуваються процеси, які призводять до зростання ступеня кристалічності.

Виходячи з рівня кристалічності, висушений продукт являє собою суміш біополімерів, сахарози, солей та кислот в кристалічному та аморфному стані.

Фазові перетворення цукрів в сировині з високим їх вмістом необхідно враховувати в теоретичних розрахунках та теплових балансах сушіння.

Синтез комплексних гідрогелів поліакриламіду як основи косметичних масок

М.Р. Чобіт[1], Р.М. Білозір[1], В.С. Токарев[1]

1. Кафедра органічної хімії, ІХХТ, Національний університет „Львівська політехніка”, УКРАЇНА, м. Львів, 79013, пл. Св. Юри 3/4. e-mail: chobit@polynet.lviv.ua

These complex hydrogels composites were obtained from starch and polyacrylamide. The complex hydrogels filled by: ions Ca^{2+} and Mg^{2+}, potassium citrate were obtained. The swelling kinetics and physical-mechanical properties of the complex hydrogels obtained were investigated. The synthesized composites can be used as the base of facial masks for making cosmetics.

Keywords: hydrogel, polyacrylamide, starch, cosmetics.

Вступ.

Сьогодні в світі проводяться інтенсивні дослідження одержання та дослідження властивостей полімерних гідрогелів через перспективність їх застосування в багатьох галузях, зокрема косметології. Новим напрямком для застосування стали гідрогелеві маски для обличчя. Крім головної дії інтенсивного зволоження щкіри, гідрогелеві маски виконують процеси детоксикації. Маска добре прилипає до шкіри обличчя, тому створює умови подібні до парникового ефекту, що ще більше сприяє ефективнішому очищенню шкіри. Разом з тим, створений мікроклімат прискорює кровообіг і активні речовини маски проникаючи в глибокі шари шкіри покращує процес їх засвоєння. Фізико-хімічні та механічні властивості гідрогелів, а, отже, і сфери їх можливого використання визначаються природою полімеру, ступенем структурування, співвідношенням полімер : вода. Тому одержання та дослідження впливу різних факторів на характеристики полімерних гідрогелів є важливим і актуальним завданням сучасної полімерної хімії.

Робота присвячена дослідженню процесів одержання та властивостей зшитих полімерних гідрогелів на основі акриламіду.

Експериментальна частина.

Полімеризацією гідрофільних функціональних мономерів у водному середовищі було отримано просторово зшиті полімерні гідрогелі наповнені крохмалем. Гідрогелі на основі акриламіду одержувались за даною схемою. Перелічені реагенти, попередньо розчинені у воді, завантажувались у пробірку для надання відповідної форми одержаному композиту. Концентрація ініціатора ($K_2S_2O_8$, персульфат калію) в реакційному розчині становила 0,5 % мас. Реакційну суміш нагрівали при температурі 60 °С, при інтенсивному перемішуванні за допомогою магнітної мішалки. Тривалість процесу полімеризації складала 20 хв., після чого зразок охолоджувався до кімнатної температури та обережно виймався з реакційної посуди. Гідрогелі на основі акриламіду одержувались за даною схемою (рис. 1).

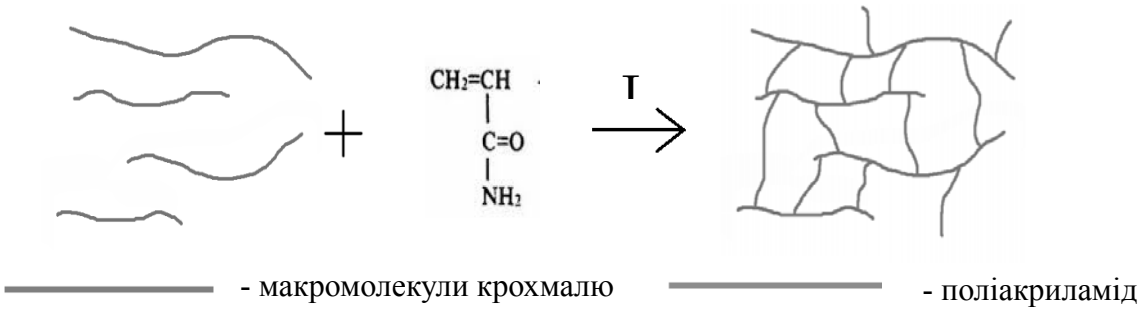


Рис.1. Схема реакції одержання гідрогелевих композитів.

На рис.2 представлені кінетичні криві набрякання композитів з однаковим складом полімеру з різною концентрацією ініціатора при синтезі. На графіку можемо побачити, що гідрогелі з меншим вмістом крохмалю та відповідно вищим вмістом поліакриламіду характеризуються більшим ступенем набрякання. Відповідно, змінюючи склад полімерного композиту можна регулювати ступінь його набрякання та фізико-механічні властивості одержаного гідрогелю.

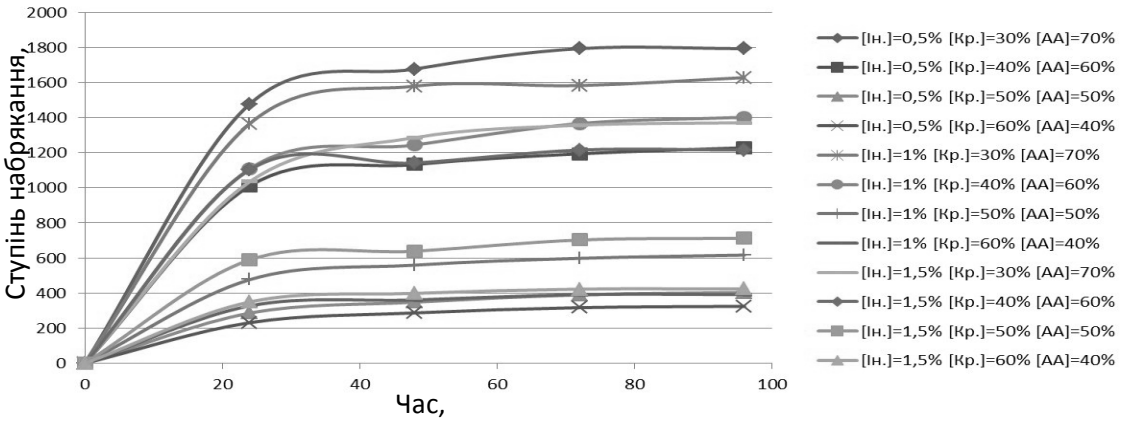


Рис.2. Кінетика набрякання одержаних гідрогелів.

На рисунку 2. продемонстрована кінетика набрякання різних зразків полімерних композитів, які відрізняються складом та концентрацією ініціатору при синтезі. Змінюючи відсотковий склад полімерного композиту можна регулювати ступінь набрякання та фізико-механічні властивості одержаного гідрогелю.

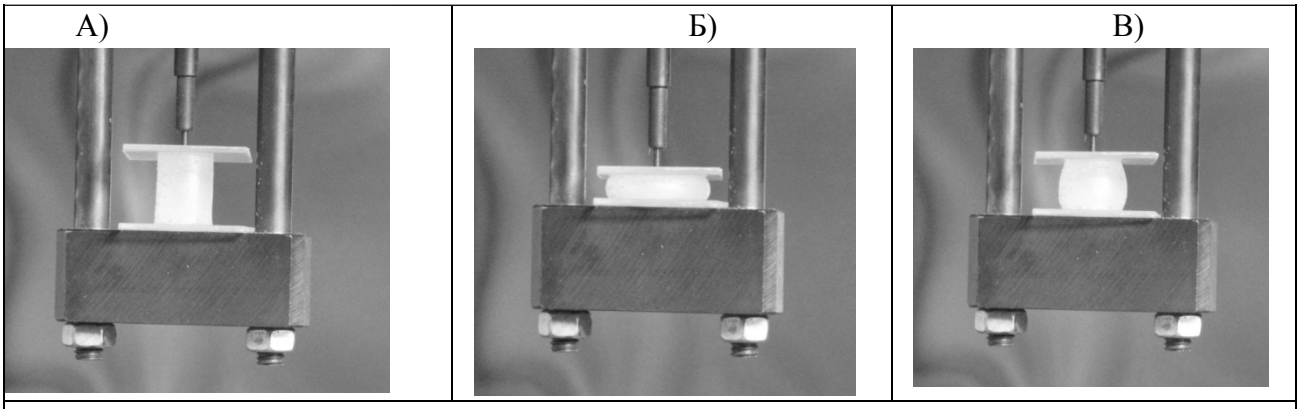


Рис.3. Механічні властивості: А) до навантаження; Б) при навантаженні; В) після розвантаження.

Проведені експерименти з метою одержання гідрогелів наповнених активнивними мікроелементами (іонами кальцію). На рис.3 можна побачити зразки гідрогелю зі співвідношенням Кр-АА (30:70), наповнені $CaCI_2$ (вміст 10%мас), ступінь набрякання 300%мас. при навантаженні Р = 20,8 кН/м2.

Висновки.

Отримані структуровані гідрогелі є високоеластичними, пружними матеріалами, які характеризуються достатньо високою міцністю. Так, при стискувальних навантаженнях до 20,8 кПа відносна деформація зразків гідрогелів становла до 70% в залежності від складу кополімеру без руйнування зразка. При цьому, після зняття навантаження зразки відновлювали форму та розміри, що вказує на формування міцної структури, яка не руйнується при навантаженнях.

Модифікація мінеральних наповнювачів відходами олієжирової промисловості

Чобіт М.Р.[1], Васильєв В.П.[1], Панченко Ю.В.[1]

1. Кафедра органічної хімії, ІХХТ, Національний університет „Львівська політехніка”, УКРАЇНА, м. Львів, 79013, пл. Св. Юри 3/4. e-mail: chobit@polynet.lviv.ua

In this work were derived polymeric composite materials (PCM) based on polystyrene and PVC. In the course of this work were obtained with PCM modified and unmodified fillers: chalk, kaolin, aerosil, titanium dioxide, aluminum oxide. It kinetics modifications fat-containing waste mineral fillers, thermomechanical properties, tensile strength and toughness of PCM.

Keywords: polymeric composites, polystyrene, polyvinyl chloride, modified, mineral filler.

Вступ.

Олієжирова промисловість України виробляє широкий асортимент харчових жирів та олій різноманітного призначення. При цьому утворюються жировмісні відходи, які не можуть бути використані у харчових цілях. Через це актуальною є проблема пошуку нових шляхів використання таких відходів. У той же час сучасна промисловість вимагає появи нових, у т.ч. полімерних композиційних матеріалів. Загальноприйнятим підходом для створення таких матеріалів є використання модифікованих мінеральних наповнювачів. Цікавою уявляється спроба спільного вирішення цих двох проблем, тобто вивчення можливості використання відходів олієжирової промисловості для модифікації поверхні дисперсних мінеральних наповнювачів, які можливо використовуватиз подальшим їх використанням для створення нових полімерних композиційних матеріалів.

Експериментальна частина.

Для модифікації використовували наступні мінеральні наповнювачі: крейду, каолін, діоксид титану, аеросил, оксид алюмінію. В якості модифікатора використовувалися жировмісні відходи ТОВ « Нововолинський олійно-жировий комбінат». У стакан об’ємом 150 мл поміщали наповнювач і жир у співвідношенні 10:1 та дистильовану воду у співвідношенні 25:1 до наповнювача. Суспензію при постійному перемішуванні магнітною мішалкою нагрівали до температури 50˚С та витримували протягом певного часу. Отриману суміш фільтрували та просушували за температури 80˚С протягом 4-5 год. Ступінь модифікації наповнювача визначали гравіметричним методом, після випалювання зразків при температурі 500˚С до постійної ваги.

В процесі дослідження кінетики можиіфікації було встановлено, що одержуються наповнювачі з різним ступенем модифікації. При цьому по збільшенню швидкості модифікації наповнювачі можна розташовувати в ряд: аеросил – каолін – діоксид титану – оксид алюмінію – крейда. Таку різницю в швидкостях модифікації мабуть можна пояснити впливом поверхні наповнювача.Для порівняння властивостей зразків матеріалів на основі полівінілхлориду з модифікованими та не модифікованими наповнювачами, було проведено термомеханічні дослідження. По результатам цих досліджень видно, що при однакових співвідношеннях наповнення різні наповнювачі проявляють неоднакові термомеханічні властивості. Так модифікація каоліну практично не впливає на теплостійкість композитів, модифікація крейди та діоксину титану зміщує термомеханічні криві в бік більш низьких температур, а аеросилу та оксиду алюмінію в бік більш високих температур.

Композити на основі ПВХ з модифікованими та не модифікованими наповнювачами досліджувались на апараті Tira Test 2200. Визначались їх міцність на розрив та відносне видовження. Результати наведені у таблиці 1. Як видно з даних наведених в таблиці 1. використання модифікованих наповнювачів призводить до значного покращення міцності

композитів. Значення міцності на розрив при застосуванні різних наповнювачів зростає на 34 - 214 %.

Таблиця 1

Міцність на розрив композитів на основі ПВХ

Наповнювач	Міцність на розрив, кН/м^2	Приріст міцності, %	Відносне видовження, %
Крейда немодифікована	267	-	25
Крейда модифікована	838	214	26
Каолін немодифікований	447	-	10
Каолін модифікований	943	122	37
TiO_2 немодифікований	706	-	29
TiO_2 модифікований	943	34	50
Al_2O_3 немодифікований	396	-	16
Al_2O_3 модифікований	783	97	34
Аеросил немодифікований	1141	-	23
Аеросил модифікований	2123	86	32

Визначення ударної в’язкості проводились для композитів на основі стиролу з такими мінеральними наповнювачами: крейда, аеросил, оксид алюмінію. Результати проведених досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Ударна в’язкість композитів на основі стиролу

Наповнювач	Ударна в’язкість, кДж/м^2	Приріст ударної в’язкості, %
Крейда немодифікована	0,0073	-
Крейда модифікована	0,0150	109
Аеросил немодифікований	0,0069	-
Аеросил модифікований	0,0074	6,2
Al_2O_3 немодифікований	0,0121	-
Al_2O_3 модифікований	0,0154	26

Як видно з таблиці 2, найбільші показники ударної в’язкості показали зразки композитів наповнених модифікованою крейдою та модифікованим оксидом алюмінію. Приріст ударної в’язкості найбільший у крейди, а найменший – у аеросилу.

Висновки.

В результаті проведених досліджень було вперше досліджено можливість модифікації дисперсних мінеральних наповнювачів жировмісними відходами олієжирової промисловості, для одержання полімерних композиційних матеріалів. Для ряду полімерних композицій термомеханічні криві зсуваються в бік вищих температур, тобто вироби зроблені з таких композитів можна використовувати при більш високих температурах без втрати їх механічних властивостей. Показано, що використання таких модифікованих наповнювачів покращує фізико-механічні властивості композитів, на їх основі збільшуючи їх ударну в’язкість, відносне видовження та міцність на розрив.

Study on the limitation of ammonia losses from mineral fertilizers containing amide nitrogen

Michał Dawidowicz,[1] Piotr Rusek[1], Janusz Igras[1]

1. Fertilizer Department, New Chemical Syntheses Institute, Poland, Puławy, Tysiąclecia Państwa Polskiego 13A,
E-mail: Michal.Dawidowicz@ins.pulawy.pl

The paper presents results of studies on the effectiveness of NBPT and 2-NPT urease inhibitors in reducing nitrogen losses from NH_2 containing nitrogen fertilizers. NBPT and 2-NPT have demonstrated high efficiency in inhibiting enzymatic urea degradation. It has also been proven that the urea chemical bonding through the coordination bonds did not have a significant effect on the resistance of the amide nitrogen to ammonium ion conversion under the effect of the urease enzyme.

Keywords – NBPT, 2-NPT, urease, inhibitor, nitrogen fertilizer, fertilizer efficiency,

Introduction

Nitrogen emissions from agricultural sources includes NH_3 losses from plant production, use of N fertilizers, and nitrogen from animal production. The nitrogen balance of animal production in Poland amounts to 666 thousand tons of nitrogen per year[1)]. NH_3 gas losses account for 10-25%, which amounts to between 67 and 166 thousand tons per year. According to the data of Grupa Azoty 2,021 thousand ton of urea based fertilizers were produced in Poland in 2013 and 2 136 thousand tons in 2014. Average NH_3 gaseous losses from nitrogen fertilizers are 20% [3.4)]. They mainly concern urea and fertilizers with its addition. For urea and RSM fertilizers it's 91 thousand tons of nitrogen per year. The level of nitrogen losses varies depending on how the fertilizer is used. Urea NH_3 losses on soil or foliage are much higher, and in extreme cases up to 50% of the N[4)] dose may be lost by NH_3 evaporation. It is critical to improve the efficiency on urea base fertilizers and one the ways that is especially promising is the use of urease inhibitors such as NBPT or 2-NPT. Inhibitors where tested with N fertilizers: RSM, urea, RSMS, urea and ammonium sulfate solution, and adduct of urea and calcium nitrate.

Conclusion

NBPT and 2-NPT have demonstrated high efficiency in inhibiting enzymatic urea degradation. It seems that this type of modification of urea base fertilizers is at this time the best possible way of improving the efficiency of urea fertilizers.

References

[1] Dział Handlowy Zakładów Azotowych Puławy S.A. – nawozy@pulawy.pl

[2] Pietrzak S. *Straty amoniaku z nawozów naturalnych i ich konsekwencje środowiskowe.* Nawozy i Nawożenie nr 4/29, 2006

[3] Trenkel M. E.: *Controlled-Relesase and Stabilized Fertilizers in Agroculture*. Pulb, by IFA, 1997

[4] Winiarski A. *Badania and ograniczeniami strat azotu z mocznika poprzez stosowanie inhibitorów urolizy*. IUNG Puławy, s. R (269), 1990

Disposer for splintering and segregation of materials in chemical and agricultural production

Yuriy Melnyk[1], Illya-Mykola Ilenkov, Taras Skorokhoda, Mykhaylo Boyko

1. Department of Chemical Technology and Remaking of Plastic,
Lviv Polytechnics National University; 12 Bandera Str., Lviv, Ukraine: e-mail: yuriy.ya.melnyk@lpnu.ua

Annotation. The paper presents the construction of a disposer for the thorough and consistent splintering of raw materials of various size and shape, in particular of waste products accumulated during the reprocessing of plastic, construction materials, agricultural production, etc. The obtained secondary raw materials can be consequently used for the development of polymeric compositional materials for various purposes.

Keywords – secondary raw materials, plastic, ecology, rotor, separation, cutting instrument.

Introduction

As a result of the dire effects of everyday waste, as well as industrial by-products, on the environment and ecology of the planet, the utilization of plastic waste has become one of the most pressing global challenges. Polymeric materials and goods make up a considerable chunk of this waste. For this reason, the development of equipment for the splintering of plastic waste, as well as the creation of various fillers, in particular from agricultural waste, is one of the most burning current issues of chemical and technical engineering.

Discussion

The paper proposes a thorough and consistent method of splintering raw materials of various sizes and shapes, in particular secondary plastic materials, construction materials, agricultural produce, etc. In the initial phase, the splintering is carried out in a mechanized way (with the use of a hammer) in gas-magnetic environment by centrifugally turning the rotor of the striking force. The changing rotation speed of the cutting instrument, which is to be fastened to its surface, causes the splintering of the materials in the diversely profiled gaps of uneven depth between the surface of the cutting instrument and the especially made carbide plates. For the completion of the second phase of splintering the hull of the disposer is provided with the fixed condensive disc that was designed to separate the chamber of splintering from a lower chamber the purpose of which is electromagnetic finest grinding with the help of needle-like solid bodies of various sizes. The final phase of the method entails the separation and sorting of elements with the help of the centrifugal force in a slit-like sieving surface brought about by the rotation of two bodies.

This method of the splintering of materials is unique due to the use of a rotor which has the form of a disc and cone. The disc is stiffly fastened to the nave of the shaft of the engine while the cone together with the nave are fastened freely on shaft of the engine. The nave has special openings for the splintered material. The mechanism of regulating dispersibility has the form of the microscrews which are kinematically interconnected through the onpressing space washer with the cone hub; a spring has been fixed between the latter and the disk.

Conclusions

The proposed blueprint of a multi-functional disposer can be used for the splintering into fragments of various size of waste from polymeric materials and agricultural produce. Such fragments can be then used for the creation of polymeric compositional materials that may be employable for various purposes.

Determination of process parameters of electrolytic iron dissolution for coking wastewater treatment

Janczewski Łukasz[1], Noworyta Andrzej[1], Anna Trusek-Holownia[1]

1. Chemistry Department, Wrocław University of Technology, POLAND, Wrocław, Wybrzeże St. Wyspiańskiego 27, E-mail: lukasz.janczewski@pwr.edu.pl

Abstract – Instead of usually applied iron salts ($FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$) it was planned to use electrolytic dissolution of iron to treat coking wastewater. In this way the introduction of anions to the system is avoided. Estimation the quantitative relations for the optimization of the anodic dissolution process were a primary objective of this work. Thus, data necessary to the electrocoagulation reactor design were obtained.

Keywords – electrolytic iron dissolution, electrocoagulation, process parameters, coking wastewater

Introduction

Iron ions which precipitate as $Fe(OH)_3$ are commonly used in wastewater treatment. Both in processes where objective is pollutants coagulation and for improvement of sedimentation/flotation process and also when the objective is to remove pollutants (eg. sulfides or cyanides) by reaction with the iron ions. There are commonly known methods of pollutans coagulation with application of iron sulphates and chlorides (3+). With application of them, the anions are introduced to the processed wastewater stream. An increased concentration of anions can be a problem if water has to be introduced to the sewage system or should be used again in technological processes. Generation of iron ions by electrolytic dissolution of an iron anode could possibly eliminate previously mentioned inconvenience.

Electrocoagulation

Electrocoagulation (EC) is one of the electrochemical methods of wastewater treatment. It integrates the basic processes like electrochemical dissolution, coagulation and flotation. EC is based on an electolytic process of metal anode dissolution (iron or aluminum). Graphically complexity of the processes which occur during electolytic iron dissolution was presented on the Figure 1a. As a result of the electrolytic iron anode dissolution Fe^{2+} i Fe^{3+} ions can be created. For the given process conditions a valence of occuring iron ions can be easily identified with application of Faraday's law. On the figure 1b experimental results and calculated results from Faradays law for iron +2 i +3 were presented.

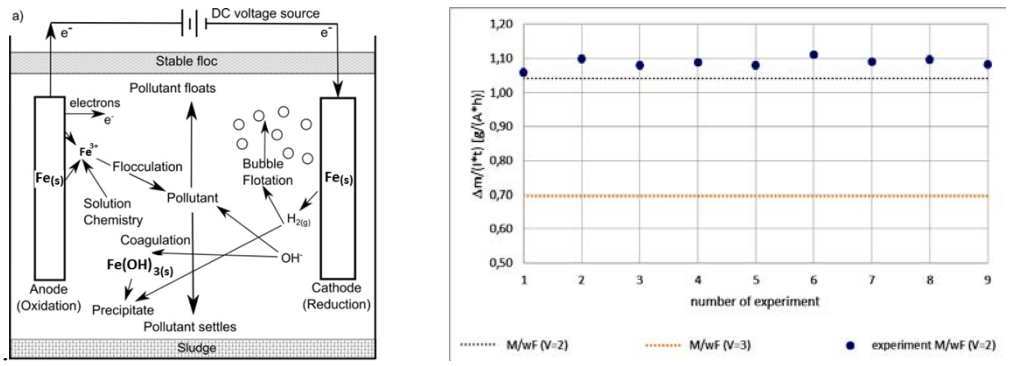


Fig.1. a) Pollutant separation processes in an ECF reactor [1], b) Example of a comparison of iron mass for ampere-hour resulting from dissolution experiments and calculated from Faraday's law for w = 2 and w = 3;

It was stated that, as a result of the electrolytic dissolution of an iron anode in coking wastewater (pH 7.5 – 9.5, 3500mg/dm^3 NaCl, 900mg/dm^3 Na_2SO_4; 300mg NH_4Cl; ammonia

water), the anode dissolution leads to obtaining of Fe^{2+}ions. These ions in contact with dissolved oxygen are oxidized to Fe^{3+} (Fig 2c). Based on the solubility product of $Fe(OH)_2$ i $Fe(OH)_3$ it can be stated, that iron ions occur in assumed pH range at very low concentrations e.g. for pH = 9 $c_{Fe+2} = 2.7 \cdot 10^{-6}$ [g/dm^3] and $c_{Fe+3} = 2.1 \cdot 10^{-21}$ [g/dm^3]. As long as there is a necessary for realization of coagulation process, Fe^{2+} i Fe^{3+} ions are necessary for conducting of reaction of sulphide and cyanide removal. Because of this, to achieve higher concentration of iron ions it is necessary to acidify the solution. On the other hand decreasement of pH will lead to decreasement of the degree of dissotiation of H_2S and HCN.

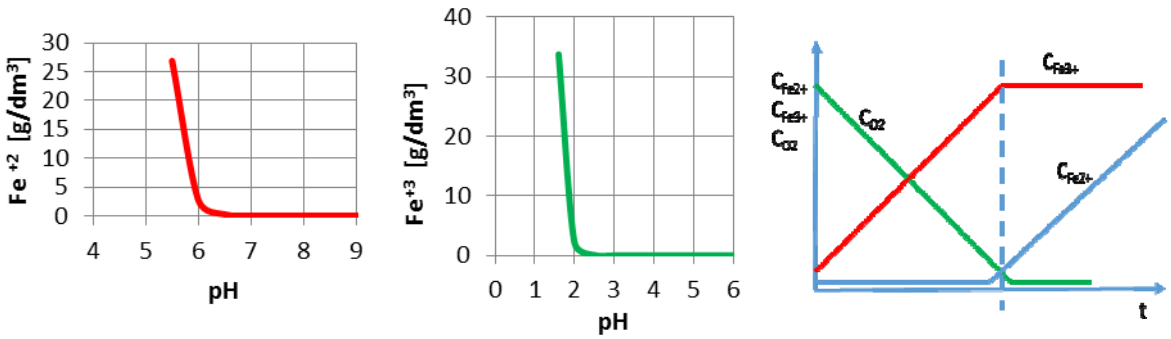


Fig.2. a) Concentration of Fe^{+2} ions vs. pH, b) Concentration of Fe^{+3} ions vs. pH, c) change of dissolved oxygen, and different iron ions concentration in time

In presented work, an attempt to identify relationships between selected parameters of electrolytic process of iron dissolution was made. Selected relevant parameters were considered: physical and chemical properties of the "synthethic" solution of coking wastewaters, geometry of the electrodes, relevant electric parameters and geometrical configuration of the electrodes.

Examination of electrolytic process iron dissolution in the context of pollutants removal should be considered as two succeeding stages: stage, when coagulats in form worst soluble iron hydroxides $Fe(OH)_3$ are created and stage when reaction of Fe^{2+} ions with pollutants in form sulphides and cyanides is performed.

Conclusion

The investigations lead to the following conclusions:

1. As a result of anodic dissolution, Fe^{+2} ions were found in solution
2. The anodic dissolution was accompanied by alkalization of the solution and temperature increasing.

Acknowledgments

Investigations were performed as a part of RFCS grant number 710078, "The innovative system for coke oven wastewater treatment and water recovery with the use of clean technologies (INNOWATREAT)".

References

[1] Janczewski Ł., Dyląg M. „Electrocoagulation method for treatment of oil-in-water emulsions – process modelling from 'enlightened empiricism' to MOSAIC", 20th International Conference Process Engineering and Chemical Plant Design, Berlin, 2014, 85-96

Properties of High-Efficiency Filter Media Applied for Dewatering of Diesel Fuel

Patrycja Wierzba[1], Andrzej Krasiński[1]

1. Faculty of Chemical and Process Engineering, Warsaw University of Technology, POLAND, Warsaw, Warynskiego 1, 00-645, E-mail: p.wierzba@ichip.pw.edu.pl

Abstract – This work is focused on surface characterization of cellulose filter material used for water separation from diesel fuel. The influence of modification with OTS was determined by selected parameters characterizing its surface. Finally, the results were verified for a full-scale element in water separation test.

Keywords – cellulose filter media, hydrophobicity, surface modification, octadecytrichlorosilane (OTS)

Introduction

In order to provide a high quality of diesel fuel, new filtration techniques and separation materials are continuously being developed. The diesel filtration problems observed in recent years result from a change of fuel composition due to environmental concerns. In addition, parameters defined in standards for fuels are adjusted to meet requirements of common rail injection systems, which means that diesel completely free of water and solids is expected.

The common filtration method is a single stage separation filter having a hydrophobic material which is a barrier for dispersed water droplets and at the same time enables the oil to pass through its pores. Mechanism of filter operation is based on deposition of water droplets on the surface, where their coalescence takes place. The accumulated water droplets are merged on the surface, and then drained upstream the hydrophobic barrier [1]. Due to a simple design, compact size and relatively low cost, such filters are widely applied in vehicles to protect the engine. To enhance its long-time operation, hydrophobic separators should be characterized by self-cleaning properties and low adhesion of both solids and water to the surface. A relevant combination of material structure with a modified surface by deposition of nanoparticles followed by hydrophobic chemical coating is a route to obtain high-efficiency separators [2].

Materials and methods

The cellulose based media used in this research were in the form of pleated thin wall screens. The main filtration layer consists of cellulose fibres supported by two polyester layers. The reference material was modified to increase its hydrophobicity and enhance self-cleaning properties. The cellulose was exposed to the 1%vol. octadecyltrichlorosilane (OTS) solution in n-hexane by the dip-coating method for 1h at ambient temperature [3].

To characterize the used separation materials, measurements of static contact angle (CA), sliding angle and contact angle hysteresis for water droplets were carried out. The sliding angles were measured for water droplet volume equal to 50 μl. These parameters define the ability of the filter material to repel water and thus prevent its accumulation on the surface.

Experimental setup

Experiments of low sulphuric diesel fuel dewatering were carried out in a test rig equipped with centrifugal pump, which generated the emulsion by a single pass of water through its impellers (dozed to the system upstream the circulation pump). The dispersions was circulated in a closed loop from the tank through a filter housing, two purifying filters and then returned to the tank. Pressure drop, flow rate and total water concentration on the inlet and outlet (measured by coulometric Karl Fischer method) were determined during the 150 minutes of test time. The flow

rate was fixed and equal to 200 l/h, which for pleated element of the height 150 mm corresponded to superficial velocity 0.18 mm/s. The inlet water concentration was equal to 1000 mg/l and kept constant in all presented experiments. The mean size of water droplets was 14.87 µm (by number).

Results

According to obtained results of wettability and repellency of tested materials (Table 1) increase of water contact angle and significant reduction of water sliding angle was achieved as a result of presented modification.

Table 1

Characterization of surface properties of tested materials.

Material	Water contact angle (CA), °	Water sliding angle (α50), °	Contact angle hysteresis, °
Cellulose media, without modification	125.5±5.1	44.0±1.8	20.7±1.3
Cellulose media, OTS modification	146.1±2.4	11.3±3.0	9.9±3.3

The change of those parameters, i.e. an increase of CA and a significant decrease of sliding angle, corresponds to a pronounced improvement of filter performance in water separation tests, see Fig 1. Due to enhanced self-cleaning properties, an increase of filter efficiency was observed. In this case the dP increased much less comparing to untreated cellulose, due to less water accumulation on the inlet side of hydrophobic media. This effect results from weaker adhesion of water to the surface, which enables much smaller the droplets to be detached and effectively drained upstream the hydrophobic screen.

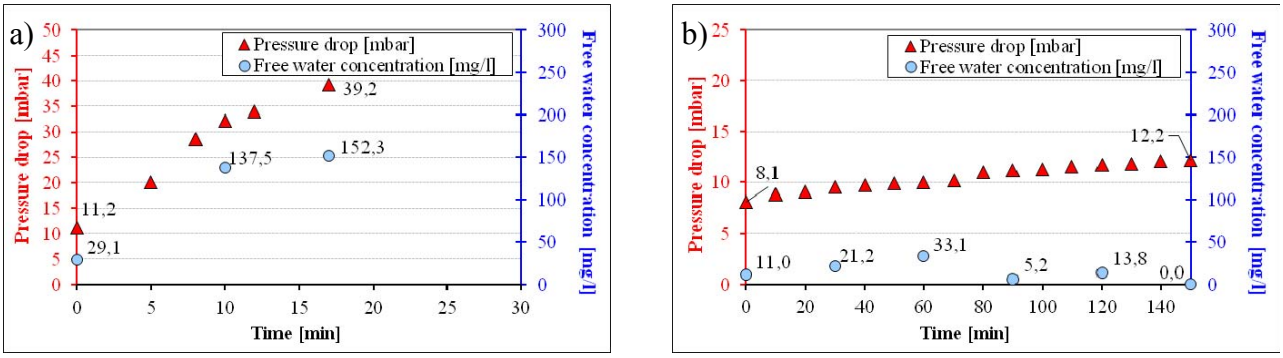


Fig.1. The results of diesel fuel dewatering using: a) cellulose media, without modification, b) cellulose media with OTS modification.

Conclusion

Experimental results presented in this work show that modification of selected grade cellulose with OTS provides a high efficiency structure for water separation from diesel fuel.

References

[1] S. U. Patel, G.G. Chse, “Separation of water droplets from water-in-diesel dispersion using superhydrophobic polypropylene fibrous membranes”, Separation and Purification Technology, 2014, 126, 62-68.

[2] J. Song, O.J. Rojas, “Approaching super-hydrophobicity from cellulosic materials: A Review”, Nordic Pulp and Paper Research Journal, 2013, 28 (2), 216-238.

[3] A. Kumar, P. Ryparova, “Influence of surface modification of wood with octadecyltrichlorosilane on its dimensional stability and resistance against Coniophora puteana and molds”, Cellulose, 2016, 23, 3249-3263.

Кінетика температури м'ясних напівфабрикатів під час інфрачервоного жарення

Потапов В.О.[1], Костенко С.М.[2]

1. Кафедра холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки, Харківський державний університет харчування і торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, e-mail: potapov@bigmir.net

2. Кафедра холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки, Харківський державний університет харчування і торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, e -mail: dlyastasa@gmail.com

The research of kinetics of meat semi-finished products temperature at infrared frying is carried. Main results of work is the kinetics equation of average temperature of the inner layers of the product in time, which takes into account the thermal and geometrical characteristics of the product, as well as irradiator's power.

Ключові слова: кінетика, температура, інфрачервоне жарення, м'ясний напівфабрикат.

Вступ

Існуючі дослідження пропонують різні моделі жарення, орієнтовані на інженерні розрахунки [1, 2], але питання кінетики температури внутрішніх шарів м'ясних напівфабрикатів під час інфрачервоного (ІЧ) жарення досліджено недостатньо, що ускладнює забезпечення енергетичної ефективності харчових виробництв.

Головний матеріал

У випадку ІЧ-нагрівання електромагнітна енергія поглинається нескінченно малим поверхневим шаром продукту, що відповідає випадку теплообміну з заданим потоком теплоти (граничні умови II роду). Втрати теплоти з поверхні продукту спричинені конвективним теплообміном із довкіллям незмінної температури (граничні умови III роду). Внаслідок взаємодії цих двох потоків та малої інертності ІЧ-нагрівання температура поверхні продукту зростає швидше, ніж внутрішніх шарів, які нагріваються лише завдяки теплопровідності. Втрати маси продукту під час нагрівання будемо вважати малими порівняно з енергією, витраченою на нагрівання, та не будемо їх враховувати.

Підведення теплоти здійснюється з одного боку (верхня поверхня продукту), втратами теплоти з нижньої поверхні продукту нехтуємо. Густину потоку ІЧ-опромінення на поверхні продукту вважаємо рівномірно розподіленою завдяки використанню відбивача [3].

Коефіцієнт форми K_F враховує геометрію теплоприймача [4]:

$$K_F = 1 + \frac{R_x}{R_y} + \frac{R_x}{R_z}, \tag{1}$$

де R_x – половина товщини продукту, R_y и R_z – половина розміру продукту за двома іншими координатами.

Отримано диференціальне рівняння кінетики температури:

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{2\,K_F\,\lambda}{c\,\rho\,R_V\,R_x}\,\frac{\mathrm{Bi}_F}{\mathrm{Bi}_F+1}\left(\frac{\eta\,P_E}{\alpha\,S} + T_A - T\right), \tag{2}$$

де τ - час, T – середня температура внутрішніх шарів, T_A – температура повітря всередині апарату, λ - коефіцієнт теплопровідності продукту, c – питома теплоємність продукту, ρ - щільність продукту, η - коефіцієнт поглинання випроміненої потужності, P_E – потужність ІЧ-випромінювача, α – коефіцієнт тепловіддачі, R_V – відношення об'єму продукту до площини

його поверхні, S – площина верхньої поверхні продукту, $\mathrm{Bi}_F = \alpha R_x / (2 K_F \lambda)$ – модифіковане число Біо.

Розв'язок цього рівняння з початковою умовою $T(0) = T_0$ має вигляд

$$T = \frac{\eta P_E}{\alpha S} + T_A - \left(T_0 - \frac{\eta P_E}{\alpha S} - T_A \right) \cdot \exp\left(- \frac{2 K_F \lambda}{c \rho R_x R_V} \frac{\mathrm{Bi}_F}{\mathrm{Bi}_F + 1} \tau \right). \quad (3)$$

Рівняння (3) описує кінетику середньої температури внутрішніх шарів продукту з плином часу.

Якщо задати середню потрібну температуру всередині продукту (температура готовності), то з рівняння (3) можна знайти потрібний час жарення:

$$\tau_R = \frac{c \rho R_x R_V}{2 K_F \lambda} \cdot \left(\frac{\mathrm{Bi}_F + 1}{\mathrm{Bi}_F} \right) \cdot \ln \left(\frac{T_A - T_R + \frac{\eta P_E}{\alpha S}}{T_A - T_0 + \frac{\eta P_E}{\alpha S}} \right), \quad (4)$$

де τ_R – час жарення, T_R – середня температура готовності внутрішніх шарів продукту.

Висновки

Порівняння аналітичного часу готовності зі значеннями, отриманими фізичним експериментуванням, доводить ефективність розробленої моделі для визначення температури внутрішніх шарів м'ясних напівфабрикатів під час інфрачервоного жарення, а також подальшої оптимізації теплового обладнання харчових виробництв та ресторанного господарства.

Список літератури

[1]. V. O. Potapov and O. S. Somov, "Nablyzhena model' dynamiky teploobminnyh protsesiv", in *Progresyvni tehnika ta tehnologii harchovyh vyrobnytstv restorannogo gospodarstva ta torgivli*, Harkiv, Ukraina, 2008, pp. 380-388.

[2]. V. O. Potapov and O. V. Petrenko, "Modeliuvannia protsessu zharennia kulinarnyh vyrobiv osnovnym sposobom", in *Progresyvni tehnika ta tehnologii harchovyh vyrobnytstv restorannogo gospodarstva ta torgivli*, Harkiv, Ukraina, 2008, pp. 248-252.

[3]. V. P. Plevako at al., "Reflektor dlia rivnomirnogo oprominiuvannia pryimacha z urahuvanniam vtrat teploty", in *Obladnannia ta tehnologii harchovyh vyrobnytstv*, Donets'k, Ukraina, 2010, pp. 137-146.

[4]. V. A. Potapov, "Kineticheskie uravneniia sopriazhennyh iavlenij perenosa dlia protsessa sushki pischevogo syria", in *Kinetika iavlenij perenosa v protsesse sushki*, Deutschland / Germaniia: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013, pp. 140-147.

Модифікація поверхні алюмінію та кремнію наноструктурними металами гальванічним заміщенням

Галина Зозуля[1], Орест Кунтий, Любов Сусь, Оксана Добровецька, Маряна Шепіда

1. Кафедра хімії і технології неорганічних речовин, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, пл.Св.Юра, 9, E-mail: gzozula@ukr.net

Summary – The influence of the nature of the substrate (aluminum, silicon), medium (water solutions and solutions of DMSO, DMF), ions of the deposited metals and duration of galvanic replacement is investigational on the morphology of the modified surface and particles size. The basic process conditions that promote the formation of nanostructured sediment was established.

Ключові слова: гальванічне заміщення, нанорозмірні частинки, алюміній, кремній, мідь, срібло, золото, нікель.

Вступ

Гальванічне заміщення (контактне осадження) є одним із перспективних методів модифікації поверхні металів і напівпровідникових матеріалів нанорозмірними частинками [1, 2]. В останнє десятиліття його також часто використовують для одержання таких наноструктур: ядро-оболонка (core/shell) [3], рамкові структури [4], нанотрубки [5]. Проте спонтанність процесу гальванічного заміщення ускладнює одержання наночастинок із заданими характеристиками – геометрією, розподілом за розмірами, вмістом компонентів. Тому актуальним є встановлення основних параметрів, які впливають на зазначені характеристики. Це стане підґрунтям для створення наукових засад керованого синтезу наноматеріалів методом гальванічного заміщення. Метою роботи було дослідження впливу природи підкладки, складу розчину, тривалості процесу на морфологію осаду міді, срібла, золота, нікелю на поверхні алюмінію та кремнію.

Результати досліджень

Показано, що на алюмінієвій та кремнієвій поверхнях формуються наноструктурні осади металів (міді, срібла, золота та інших) гальванічним заміщенням у водних розчинах (рис., *a, b*) і середовищі органічних апротонних розчинників – DMSO, DMF (рис., *c, d*). Встановлено вплив концентрації іонів осаджуваного металу та тривалості процесу на морфологію осаду і геометрію його структурних частинок.

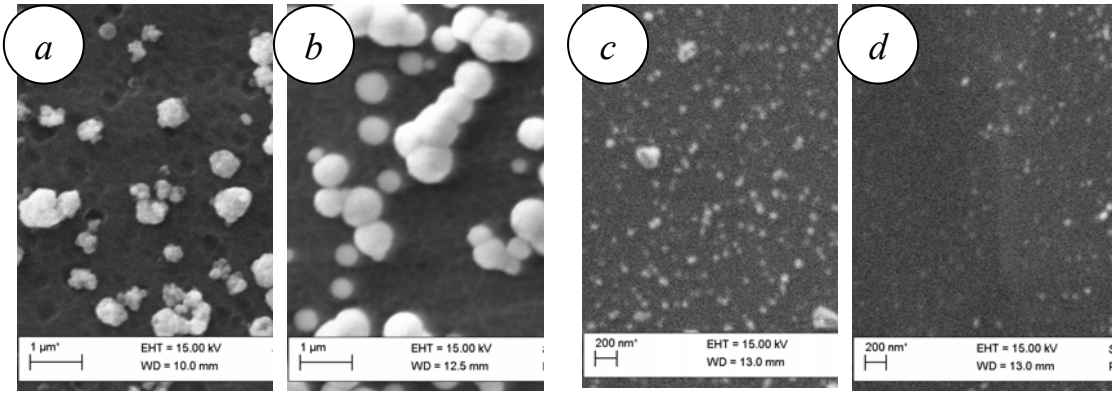


Рисунок. СЕМ зображення поверхні алюмінію (*a, b*) та кремнію (*c, d*) з нанесеними міддю (*a*), нікелем (*b*), сріблом (*c*), золотом (*d*) гальванічним заміщенням

Виявлено, що у розчинах простих солей за підвищення вмісту іонів металів розміри частинок суттєво збільшуються (частинки міді у сульфатних розчинах), тоді як у

комплексних (пірофосфатний для міді, тетрахлороауратний для золота) такої закономірності не спостерігається. Проте в останніх проявляється залежність розмірів частинок осаджуваного металу від стійкості комплексу – чим вона вища, тим частинки дрібніші. Так, найменші частинки формуються для золота, оскільки комплекс $[AuCl_4]^-$ є найміцнішим з тих, що використовували.

Встановлено, що в середовищі органічних апротонних розчинників гальванічне заміщення проходить без побічних процесів. Це сприяє формуванню наночастинок однорідних за розмірами та рівномірності їх розподілу на поверхні. Окрім того, високодонорні властивості таких розчинників зумовлюють утворення поверхневих комплексів на зародках відновлених металів, що також позитивно впливає на наноструктурність осаду.

Показано, що незалежно від природи середовища розміри частинок зростають із збільшенням тривалості гальванічного заміщення. Тривалий процес спричиняє також формування агломерованого осаду з великим розкидом частинок за розмірами.

Висновки

1. Склад розчину та тривалість гальванічного заміщення є головними факторами впливу на морфологію наноструктурного осаду та розміри його структурних частинок.

2. З підвищенням стійкості комплексу спостерігається тенденція до зменшення розмірів утворюваних частинок металу на поверхні підкладки. Формуванню наноструктурного осаду сприяє також середовище органічних апротонних розчинників.

3. Збільшення тривалості гальванічного заміщення суттєво сприяє росту наночастинок відновлюваних металів аж до субмікронних розмірів. Це зумовлено зародкоутворенням практично тільки у початковий період, тобто під час формування мікрокатодів і мікроанодів на поверхні підкладки. У подальшому відбувається лише їх ріст.

Список літератури

[1] O.Ya. Dobrovets'ka, O.I. Kuntyi, G.I. Zozulya, I V. Saldan, O.V. Reshetnyak, "Galvanic Deposition of Gold and Palladium on Magnesium by the method of Substitution", Materials Sci., vol. 51, pp. 418-423, 2015.

[2] Ego T., Hagihara T., Morii Y., Fukumuro N., Yae S., Matsuda H., "AFM Analysis for Initial Stage of Electroless Displacement Deposition of Silver on Silicon Surface", ECS Transactions, vol. 50, pp. 143-153, 2013.

[3] Chiajen Hsu, Chienwen Huang, Yaowu Hao, Fuqiang Liu, "Au/Pd core–shell nanoparticles for enhanced electrocatalytic activity and durability", Electrochem. Comm., vol. 23, pp. 133-136, 2012.

[4] M. Tsuji, M. Hamasaki, A. Yajima, M. Hattori,T. Tsuji, H. Kawazumi, "Synthesis of Pt–Ag alloy triangular nanoframes by galvanic replacement reactions followed by saturated NaCl treatment in an aqueous solution", Materials Lett., vol. 121, pp. 113-117, 2014.

[5] D.-Y. Park, H.S. Jung, Y. Rheem et al. "Morphology controlled 1D Pt nanostructures synthesized by galvanic displacement of Cu nanowires in chloroplatinic acid", Electrochim. Acta, vol. 55, pp. 4212-4216, 2010.

Перспективи використання концентрату насіння соняшника в технологіях кондитерських виробів підвищеної харчової цінності

Вікторія Євлаш[1], Володимир Потапов[2], Наталія Отрошко[3] Сергій Нікітін [4]

1. Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, E-mail: evlashvv@mail.ru

2. Кафедра холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки, Харківський державний університет харчування та торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, E-mail: potapov@bigmir.net

3. Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, E-mail: NAOtroshko@hduht.edu.ua

3. Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, E-mail: s.nikitin@hduht.edu.ua

Sunflower meal is rarely used in the food industry despite its high nutritional value and low cost. One of the reasons for such a situation is the formation of dark-colored complexes of chlorogenic acid with proteins in an alkaline environment. The effect of heating of sunflower cake on sensory characteristics of confectionery products with the addition of meal was studied.

Ключові слова – соняшниковий шрот, хлорогенова кислота, технологія кондитерських виробів, органолептичні показники.

Вступ

Соняшник - одна з основних сільськогосподарських культур України (до 30% від світового обсягу вирощування [1]). Соняшникова олія, яка є основним продуктом переробки соняшнику, становить від 40 до 50% маси насіння, ще 22-25% відноситься до лушпиння [2]. Таким чином, близько 25-30% приходиться на макуху або шрот (в залежності від способу отримання олії).

Соняшникового шрот містить велику кількість білка (~35%, до 63%), клітковину (~15%), мінерали (кальцій, фосфор), вітаміни (Е, група В) і поліфеноли (2-5%) [2, 3, 4]. За вмістом амінокислот (Таблиця 1) соняшниковий шрот близький до соєвого (за винятком низького вмісту лізину), у той же час соняшниковий шрот, на відміну від соєвого, не містить антіживільних речовин і не є алергеном.

Таблиця 1

Вміст амінокислот в соняшниковому і соєвому [5] шротах, г/100 г продукту

Амінокислота	Соняшниковий шрот	Соєвий шрот
Незамінні амінокислоти		
Аргінін	3,38	4,01
Лізин	1,84	3,44
Фенілаланін	2,28	2,68
Гістидин	0,92	1,43
Лейцин, ізолейцин	5,22	6,38
Метіонін	1,16	0,79
Валин	2,18	2,69
Треонін	1,81	2,03
Замінні амінокислоти		
Тирозин	1,27	1,86
Пролін	2,20	2,43
Серін	2,84	2,34
Аланін	2,76	2,44

Незважаючи на це, на сьогоднішній час соняшниковий шрот використовується в основному як сировина для комбікормів та добрив.

Особливістю насіння та шроту соняшнику є високий вміст фенольних сполук (від 2 до 5% для шроту), 70% з яких - хлорогенова кислота (до 3% за масою) [4], менша кількість кавової кислоти, потім коричної, кумарової, ферулової, сінапової кислот і сліди ванілінової і оксібензойної кислот. З одного боку наявність такої великої кількості хлорогенової кислоти є позитивним фактором, тому що ця харчова кислота має яскраво виражену фізіологічну активність і є природним антиоксидантом [5]. З другого боку, окислення в нейтральних і лужних середовищах хлорогенової кислоти та її подальші реакції з білками призводять до фарбування продуктів з соняшникового шроту в колір від кремового до темно-зеленого і темно-коричневого, що значно зменшує привабливість відповідних виробів для споживача. Цей факт - одна з основних причин того, що соняшниковий шрот обмежено використовується в харчовій промисловості.

Результати та обговорення

В опублікованих рвніше дослідженнях показано, що при термічній обробці соняшникового насіння вміст хлорогенової кислоти знижується [6], а біологічна цінність - зростає [7]. Тому нами були проведені попередні експерименти, метою яких є розробка технології кондитерських виробів з додаванням концентрату насіння соняшнику. Вивчався вплив конвективно-кондуктивної термобробки на формування показників якості концентрату насіння соняшнику. На першому етапі продукт нагрівали кондуктивно під тиском до $0{,}5 \cdot 10^5$ Па при температурі в продукті 123-124 °С протягом 15 хв. а потім ще 45 хв. підсушували конвективно при температурі в продукті 132-135 °С. Така обробка знизила вміст хлорогенової кислоти з 0,58% до 0,50% та надала шроту приємного горіхового присмаку та аромату. Таким чином, органолептичні показники (колір, смак) готового кондитерського виробу були поліпшені.

Список літератури

[1] UNIAN. (2016, December 05). *Ukrainskie agrarii sobrali rekordnyiy urojay semyan podsolnechnika* [Online]. Available: https://economics.unian.net/agro/1661537-ukrainskie-agrarii-sobrali-rekordnyiy-urojay-semyan-podsolnechnika.html

[2] D. I. Nikitchin, *Podsolnechnik.* Kiev: Urozhay, 1993. (in Russian)

[3] O. N. Pahomova, “ Perspektivnost ispolzovaniya zhmyihov i shrotov maslichnyih kultur dlya povyisheniya pischevoy i biologicheskoy tsennosti produktov pitaniya,” *Almanah «Nauchnyie zapiski Orel GIET»*., no. 1 (4), pp. 377-381, 2011. (in Russian)

[4] S. R. Wildermuth, “Chlorogenic Acid Oxidation and Its Reaction with Sunflower Proteins to Form Green-Colored Complexes,” *Comp Rev Food Sci F*, vol. 15, pp. 829-843, 2016.

[5] M. Karamac, “Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds,” *Eur Food Res Technol*, vol. 235, pp. 221–230, 2012.

[6] B. Milic, “Chlorogenic and quinic acids in sunflower meal,” *J Sci Food Agric*, vol. 19, pp. 108–113, Feb, 2012.

[7] I. A. Moskvich, “ Otsenka biologicheskoy tsennosti podsolnechnogo shrota,” *Izv. VUZov. Pischevaya tehnologiya*, no. 1, p. 126, 2006. (in Russian)

Застосування піридоксину в високогустинному пивоварінні

Тетяна Харандюк[1], Руслана Косів[1], Наталія Березовська[1], Любов Паляниця[1]

Кафедра технології органічних продуктів, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 13, E-mail: tetyanakharandyuk@gmail.com,kosivruslana@gmail.com

Abstract - This article describes a study of efficiency of pyridoxine using in the fermentation of beer wort by yeast strain Saflager W-34/70 in terms of high gravity brewing. It was found that adding of vitamin B6 to wort (dose - 0.01 mg / dm^3) leaded to increase of fermentation intensity of sugars, the fermentation degree of young beer, the concentration of ethanol in it and yeast biomass.

Ключові слова – високогустинне пивоваріння, головне бродіння, піридоксин.

Вступ

Необхідність виготовлення пива високої якості в короткі терміни і найменш дорогим способом спонукала багатьох виробників використовувати нові та сучасні процеси, зокрема високогустинне пивоваріння. За цією технологією сусло, що містить 14 % сухих речовин або більше зброджують, піддають дозріванню, а потім розбавляють знекисненою водою, насиченою вуглекислим газом, до потрібної густини або концентрації етанолу. Це дозволяє збільшити продуктивність пивоварні без залучення додаткових інвестицій.

Зброджування високогустинного сусла висуває додаткові вимоги до дріжджів. Вони повинні бути осмо- та спиртостійкими, при ферментації за підвищених температур – термотолерантними, швидко та глибоко зброджувати цукри сусла. Значний вплив на процеси життєдіяльності дріжджів мають температура процесу, склад і pH сусла, застосування активаторів дріжджів, зокрема ростових речовин.

Потреба у факторах росту - речовинах, які входять до складу клітин, але не можуть при цьому ними синтезуватися, відрізняється залежно від штаму дріжджів. Факторами росту для дріжджів усіх штамів є біотин (вітамін B_7), пантотенова кислота (вітамін B_3) і мезоінозіт (вітамін B_8). Досліджено застосування вітамінів групи В: тіаміну (B_1), рибофлавіну (B_2), пантотенової кислоти (B_3), нікотинової кислоти (B_5 або PP), біотину (H або B_7), фолієвої кислоти (B_9), ціанокобаламіну (B_{12}), у високогустинному пивоварінні.

Деякі штами дріжджів низового бродіння відчувають потребу також і в піридоксині (вітаміні B_6). Піридоксин відіграє важливу роль у метаболізмі білків та амінокислот, необхідний для нормального синтезу нуклеїнових кислот, і як наслідок сприяє покращенню росту і розмноженню дріжджів.

Тому актуально дослідити ефективність застосування піридоксину при зброджуванні високогустинного пивного сусла дріжджами низового бродіння штаму Saflager W-34/70.

Дослідження впливу піридоксину на зброджування високогустинного сусла

Об’єктами досліджень були дріжджі низового бродіння штаму *Saflager W-34/70.* За їх участю при нормі внесення 22,5 млн. клітин на 1 см^3 зброджували охмелене сусло концентрацією 16 % сухих речовин без додавання піридоксину (контрольний зразок) та з його додаванням при температурі 15 °С протягом 7 діб.

На першому етапі досліджень визначали оптимальну дозу піридоксину, за якої відбувається максимальне збільшення бродильної активності дріжджів (рис. 1). Встановлено, що вона дорівнює 0,01 мг/дм^3.

Надалі оцінювали вплив піридоксину при оптимальній його дозі на динаміку бродіння високогустинного сусла за зміною маси виділеного вуглекислого газу. Додавання вітаміну B_6 сприяло збільшенню інтенсивності бродіння порівняно з контрольним зразком (рис. 2).

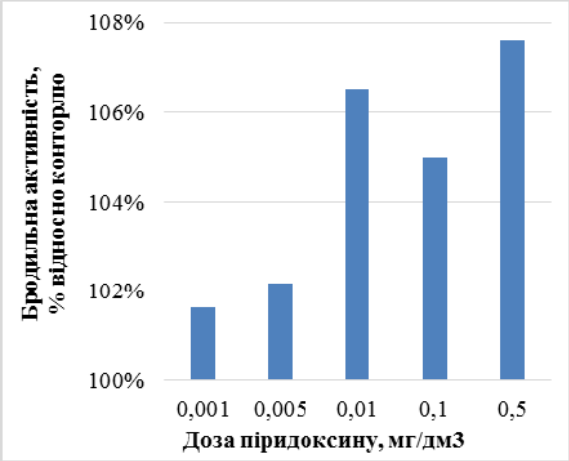


Рис. 1. Визначення оптимальної дози піридоксину

Рис. 2. Динаміка бродіння сусла

Окрім швидкості бродіння важливе значення мають фізико-хімічні показники молодого пива (таблиця).

Таблиця

Фізико-хімічні показники молодого пива

Показники молодого пива	Зразки молодого пива	
	контроль	з додаванням піридоксину
Вміст екстракту (% мас.): видимий дійсний	4,02 6,37	3,57 5,97
Вміст етанолу, % мас.	5,21	5,31
Ступінь зброджування (%): видимий дійсний	75,2 62,8	77,71 64,7
pH	4,45	4,47
Кислотність, $см^3$ 1моль/$дм^3$ NaOH/100 $см^3$	2,4	2,5
Вміст віцинальних дікетонів, мг/$дм^3$	0,24	0,28
Маса виділеного CO_2, г	9,74	10,23
Біомаса дріжджів, г	5,56	6,35

В результаті досліджень встановили, що додавання піридоксину до високогустинного сусла сприяло збільшенню ступеня зброджування на 2,5 %, вмісту етанолу на 1,9 % та біомаси дріжджів на 14,2 %.

Висновки

З метою інтенсифікації зброджування високогустинного сусла рекомендується додавати піридоксин у кількості 0,01 мг на 1 $дм^3$ сусла.

Якість пива, отриманого в технології високогустинного пивоваріння

Любов Полюжин[1], Руслана Косів[1]

1. Кафедра технології органічних продуктів, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: lyubapolyuzhyn@gmail.com, kosivruslana@gmail.com

Changes of technological modes during the implementation of technical and technological innovations necessitate the study of their impact on the taste and aroma of beer. In this work we determined the content of substances that form the bouquet of the finished beer obtained by high gravity brewing technology from 16% wort, at fermentation temperature of 14 °C after bringing it to the condition with prepared water.

Ключові слова – високогустинне пивоваріння, пиво, побічні пробукти бродіння.

Вступ

На сьогодні актуальні енергоощадні та ефективні технології виробництва пива, серед яких чільне місце посідає високогустинне пивоваріння. В результаті зброджування сусла з високою концентрацією сухих речовин (більше 14 %) збільшується продуктивність виробництва, зменшується витрата енергоносіїв та, відповідно, знижується собівартість готового напою. Зміни технологічних режимів зумовлюють необхідність вивчення впливу технічних і технологічних інновацій на смак і аромат пива – його головні споживчі властивості.

Дослідження вмісту побічних продуктів бродіння в високогустинному пиві

Одночасно з основними продуктами бродіння (етиловим спиртом і діоксидом карбону) утворюється ряд побічних продуктів – гліцерин, вищі спирти, кислоти, естери, альдегіди, дікетони та ін. Всі ці компоненти становлять незначну частку пива. Проте, всі вони, навіть не досягаючи порогових концентрацій, впливають на аромат і смак пива.

Американська спільнота хіміків пивоваріння (ASBC), Європейська Пивоварна Конвенція (EBC) і Асоціація Американських пивоварів погодили термінологію, яку використовують для опису смаку та аромату пива. Для цього застосовують 14 класів, які складаються з 42 термінів, кожен з яких позначають чотиризначними цифрами [1].

Вищі спирти та естери – речовини, які формують букет готового пива, значно впливають на смак і аромат товарного напою. Вони не зазнають змін на стадії дозрівання пива, тому близькі значення їх концентрацій в молодому та готовому пиві. Наявність вищих спиртів і естерів у певній концентрації є передумовою для одержання якісного пива. Концентрації ацетальдегіду і віцинальних дікетонів – речовин, які формують букет молодого пива, знижуються при його дозріванні внаслідок їх відновлення. Тому визначали вміст вищих спиртів і естерів у молодому пиві та вважали, що їх концентрації у дозрілому пиві аналогічні. Вміст побічних продуктів у готовому пиві розраховували з врахуванням коефіцієнту його розбавлення 0,2 підготовленою водою на стадії кондиціювання за технологією високогустинного пивоваріння.

Об’єктом дослідження був дистилят молодого пива, отриманий після зброджування сусла концентрацією 16 % сухих речовин дріжджами Saflager W-34/70. Бродіння тривало 7 діб при температурі 14 ^{o}C. Вміст побічних продуктів бродіння визначали хроматографічним методом [2].

Результати досліджень показали, що вміст пропілового, бутилового та ізобутилового спиртів у кондиційованому пиві перевищував середній вміст у готовому пиві у 4, 5 і 2 рази

відповідно, проте був значно (у 12, 70 і 10 разів відповідно) нижчим від порогових концентрацій, тобто не вплине на смак і аромат напою.

Таблиця 1

Вміст побічних продуктів бродіння в пиві та їх характеристика

Смако-ароматичні речовини	Номер речовини за ЕВС	Поріг відчуття, мг/дм^3 [1]	Середній вміст у пиві [3], мг/дм^3	Вміст у пиві, мг/дм^3		Смак та аромат
				до кондиціювання	після кондиціювання	
Вищі спирти						
Пропіловий	0110	600	2-10	51,3	41,0	Алкогольний, винний, розчинника
Бутиловий	0110	200	0,4-0,6	4,1	3,3	
Ізобутиловий	0110	200	5-10	26,5	21,2	
Ізоамілові:	0112					
2-метил-бутанол-1		65	10-15	117,2	93,8	
3-метил-бутанол-1		70	30-50	37,8	30,2	
Естери						
Ізоамілацетат	0131	1,6	1-5	2,0	1,6	Ефірний, банана, грушевих льодяників
Етилацетат	0133	30	15-40	38,2	30,6	Фруктовий, розчинника

Вміст 2-метил-бутанолу-1 був у 9 разів вищим від середнього вмісту в готовому пиві та в 1,5 рази від порога відчуття. Таким чином отримане пиво матиме присмак алкогольний, винний, розчинника (код 0112). Концентрації 3-метил-бутанолу-1, ізоамілацетату та етилацетату не перевищували ні середнього вмісту в товарному пиві, ні порогового значення концентрацій цих речовин.

Висновки

Встановлено, що за технологією високогустинного пивоваріння можна отримати пиво високої якості з 16%-го сусла за температури ферментації 14 ^{o}C після доведення його кондицій підготовленою водою.

Список літератури

[1] Meilgaard M. C., Reid D. S. and Wyborski K. A., Reference standards for beer flavor terminology system, J. of the American Society Brewing Chemistets, 1982, Vol. 40, No. 4, 119.

[2] Kosiv R., Kharandiuk T., Polyuzhyn L., Palianytsia L., Berezovska N., Optimization of Main Fermentation of High-Gravity Wort, Chemistry And Chemical Technology, 2016, Vol. 10, № 3, 349-353.

[3] Narziss L., Abriss der Bierbrauwerei, Weinkeim, Wiley-VCH, 2005.

Спосіб антисептування сусла зі спельти у спиртовому виробництві

Любов Паляниця[1], Зорян Піх[1], Наталія Березовська[1]

1. Кафедра технології органічних продуктів, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: author liubapal@ukr.net

The influence of electrochemically activated water on qualitative and quantitative composition of microflora wort obtained from spelta is investigated. An effective method of microorganisms fighting of grain mash of alcohol production using electrochemically activated water - anolyte is proposed.

Ключові слова – спельта, сусло, католіт, аноліт, електрохімічно активована вода, етиловий спирт.

Вступ

Важливим аспектом для покращення виробництва етилового спирту з зернової сировини є ефективна боротьба зі сторонньою мікрофлорою, продукти метаболізму якої негативно впливають на життєдіяльність дріжджів і активність ферментів. Найчастіше для цього використовують антисептики та антибіотичні препарати. Електрохімічно активована вода може стати ефективнимим способом антисептування зернового сусла у спиртовому виробництві.

Мета роботи – дослідження впливу електрохімічно активованої води на якісний та кількісний склад мікрофлори сусла, одержаного на основі спельти.

Результати досліджень

Електрохімічно активовану воду отримували з водопровідної у приладі «Ековод-3К». Спочатку спельту витримували у різних зразках води (католіті, аноліті, суміші католіту та аноліту 1:1 та водопровідній) протягом 1 год. Мікрофлора зерна спельти представлена спорогенними (*Bacillus*, *Clostridium)* і аспорогенними бактеріями, а також мікроскопічними грибами, серед яких *Penicullium, Cladosporium, Aspergillus niger*. Використання аноліту дозволило знизити кількість плісеней у 2,6 разів, а загальне мікробне число у 2,0 рази у порівнянні із контролем.

Застосування католіту для приготування замісу дозволило знизити кількість плісеней та загальне мікробне число у 1,6 разів у порівнянні з контролем. Аноліт на стадії гідро-ферментативного оброблення спельти проявив кращі антисептичні властивості, ніж католіт і суміш, знизивши кількість плісеневих грибів у 3,1 рази, а загальне мікробне число – у 3,2 рази у порівнянні з контролем.

Знезараження сусла відбувається на стадії гідроферментативного оброблення замісу на основі спельти та води, а також підсилює цей ефект використання електрохімічно активованої води для приготування замісу. Так, загальне мікробне число сусла зменшується відносно контролю у 1,3 рази у зразку з католітом, у 1,6 рази – з сумішшю католіту і аноліту та у 5,9 разів – з анолітом. У зразках сусла з католітом та сумішшю католіт+аноліт (1:1) кількість плісеневих грибів мінімальна, а у зразку з анолітом– рівна нулю. Отже, найефективнішим у боротьбі із контамінантною мікрофлорою сусла є аноліт.

Висновки

Таким чином, використання електрохімічно активованої води, зокрема аноліту на стадії гідро-ферментативного оброблення спельти дозволяє зменшити загальну кількість мікроорганізмів у суслі, зокрема майже повністю позбутися аспорогенних та знизити кількість спорогенних бактерій і цвілей.

Аналіз способів сушіння для отримання порошкоподібних харчових продуктів

Потапов В.О.[1], Педорич І.П.[2]

1. Кафедра холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки, Харківський державний університет харчування і торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, e-mail: potapov@bigmir.net

2. Кафедра холодильної та торговельної техніки і прикладної механіки, Харківський державний університет харчування і торгівлі, УКРАЇНА, Харків, вул. Клочківська, 333, e-mail: pedorich_i@mail.ru

The most common methods of drying liquid and high water content products in order to obtain a powder are considered. It is concluded that the use of radiation and convective heat transfer and drying in one unit, could significantly reduce the operating costs for the process and get high-quality powdered product.

Ключові слова: сушіння, кондуктивне, конвективне сушіння, випарювання, апарат, продукт.

Вступ

З метою продовження термінів зберігання харчової сировини, отримання продукту з новими якісними властивостями використовують зневоднення, що може здійснюватися механічним шляхом (центрифугування, пресування) або концентруванням з підведенням теплової енергії (випарювання, сушіння). Одним з перспективних напрямків сушіння є отримання порошків харчових продукті. Порошки дозволяють істотно розширити харчові ресурси, значно поліпшити асортименти нових видів харчових виробів, в яких у концентрованому вигляді збережені всі інгредієнти, що входять до складу вихідної сировини [1]. В той же час існують різні методи сушіння при отриманні порошків з високовологих та рідких продуктів, аналіз деяких з них наведено нижче.

Головний матеріал

Найбільш поширеними способами сушіння рідин, що використовуються в харчовій промисловості, є кондуктивний, конвективний, сушіння під дією енергетичних полів та сублімаційний [2]. Найчастіше висушування рідин проводять кондуктивним способом, який ґрунтується на передачі теплоти матеріалу під час контакту з гарячою поверхнею. За такого способу сушіння повітря необхідне тільки для видалення водяної пари з сушарки. У разі висушування рідин кондуктивним методом, як правило, використовують вальцеві сушарки. Якість отриманого сухого продукту характеризується високими органолептичними показниками. Перевагами кондуктивного сушіння є швидкість, яка пояснюється високим коефіцієнтом теплопередачі між гарячою поверхнею і матеріалом, низькі енергозатрати і невисока вартість устаткування.

Застосовується ультразвукове сушіння рідких харчових продуктів під дією інтенсивних акустичних коливань. До переваг цього способу сушіння відноситься можливість прискорення процесу в 2-6 разів порівняно з кондуктивним методом без суттєвого збільшення температури матеріалу, що особливо важливо під час сушіння термолабільних продуктів, що легко окислюються. Однак цей метод вимагає використання дорогого обладнання, що, відповідно, суттєво збільшує затрати на виготовлення кінцевого продукту [3].

Для рідин, що містять термолабільні речовини, рекомендовано конвективний метод розпилюючого сушіння, оскільки тривала дія високих температур призводить до їх інактивації. У такому випадку метод здійснюється розпилюванням рідин у потоці гарячого повітря температурою близько 150°С протягом 2…3с. За цей час перегрівання рідини не

відбувається. Недоліком розпилювального сушіння є великі розміри і дороге обладнання, підвищені витрати електроенергії [4].

Під час виробництва висушених харчових продуктів з метою зменшення витрати паливно-енергетичних ресурсів на висушування використовують попереднє видалення води з вихідної сировини (згущування) шляхом випарювання в випарних установках (багатокорпусних чи однокорпусних з термокомпресією) а потім проводиться сушка в сушильній камері.

Відома ціла низка різних установок для отримання сухого продукту методом попереднього згущення та розпилення [4-7]. Всі вони мають один головний недолік, який полягає в двохступеневому процесі: спочатку сировину концентрують вакуумним випарюванням, а потім висушують до кінцевої вологості у розпилюючих сушарках. Ця технологія характеризуються енерговитратами і є економічно доцільною тільки за високої продуктивності, що в першу чергу пов'язано з технічними складнощами експлуатації вакуумно-випарювальних апаратів та розпилюючих сушарок за малої продуктивності.

Висновки

Проведений аналіз способів отримання порошкоподібних продуктів із рідкої або високовологої сировини показав, що потреби ринку обладнання вимагають розробку малогабаритного та універсального пристрою, в якому було б можливо поєднання операцій вакуумного концентрування та сушіння при переробці, в першу чергу, відходів овоче-концентратних, молоко- та м'ясопереробних підприємств невеликої потужності.

Одним із перспективних методів розв'язання цього науково-технічного завдання є використання радіаційно-конвективного способу теплопідведення в універсальному випарювально-сушильному апараті, що дозволить суттєво знизити експлуатаційні витрати на процес і отримати високоякісний порошкоподібний продукт [8].

Список літератури

[1]. L. A. Kabanov and B. V. Karabulia, "Sravnitelnaia kharakteristika plodovo-yahodnykh poroshkov vyrabotannykh razlichnymi metodami sushki," in *Konservnaia i ovoshchesushilnaia promyshlennost*, Moskva, Rossiia, 1983, vypusk 5, pp. 23–25.

[2]. O. I. Cherevko and A. M. Poperechnyi, "Masoobminni protsesy," in *Protsesy i aparaty kharchovykh vyrobnytstv*, Kharkiv, Ukraina, Svit knyhy, 2014, ch. 6, sec. 6.5, pp. 440-449.

[3]. I. P. Holiamin, "Ultrazvuk: Malenkaia entsiklopediia", in *Sovetskaia entsiklopediia*, Moskva, Rossiia, 1979, pp. 287-312.

[4]. V. M. Aleksandrov et al., "Ustanovka dlia polucheniia sukhoho produkta," R.F. Patent 2022607, 15.11, 1994.

[5]. Yu. A. Masloboev et al., "Sposob polucheniia sukhoho molochnoho produkta," R.F. Patent 2116032, 27.07, 1998.

[6]. Yu. Ya. Borysov, "Sposob polucheniia sukhoho moloka, molochnykh i molokosoderzhashchikh produktov," R.F. Patent 2127526, 20.03, 1999.

[7]. S. Yu. Kashurin, "Sposob polucheiyia sukhoho moloka," R.F. Patent 2485785, 2013.

[8]. V. A. Potapov et. al., "Vybor ratsionalnoho teplo-massobmennoho protsessa polucheniia dieticheskoi dobavki «Nutrio-Hem»," in *Udoskonalennia protsesiv i obladnannia kharchovykh ta khimichnykh vyrobnytstv*, Odesa, Ukraina, 2016, pp. 66-70.

Особливості механічної активації полівінілхлориду

Володимир Моравський, Ірина Дзяман, Андрій Масюк, Вікторія Антонюк, Анастасія Кучеренко

Кафедра хімічної технології переробки пластмас, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м.Львів, вул. С.Бандери, 12, E-mail: vmoravsky@gmail.com

Abstract - The results of experimental studies of features of powdered PVC mechanically activated by zinc are presented. The method of efficiency research of mechanical activation of powdered polymers by finely dispersed metals was developed. The optimal processing time of powdered PVC in a ball mill during activation of finely dispersed zinc was established.

Ключові слова – активація, полівінілхлорид, цинк, кульовий млин, полімерні композити.

Вступ

Металонаповнені полімерні композиційні матеріали поєднують ціні властивості полімерів та металів і знаходять широке використання в багатьох галузях промисловості. Властивості металонаповнених полімерних композитів в значній мірі залежать від концентрації, розміру і характеру розподілу металу в полімерній матриці, а також методу і режимів їх одержання. Для функціональних металонаповнених композитів велике значення мають властивості металевого наповнювача, наприклад електропровідність і магнітні властивості. Створення металонаповнених композиційних матеріалів з високими технологічними і експлуатаційними властивостями вимагає розроблення нових методів їх одержання, наприклад шляхом металізації вихідної полімерної сировини з її наступною переробкою стандартними методами безпосередньо у вироби. Однією з основних проблем під час використання такої технології є проведення і дослідження стадії активації полімерної поверхні, особливо у випадку використання порошкоподібної полімерної сировини.

Експериментальна частина

Активацію полімерної поверхні проводили в лабораторному кульовому млині одночасно обробляючи керамічними циліндричними мелючими тілами порошкоподібний ПВХ з дрібнодисперсним порошком цинку. Така обробка забезпечує закріплення металу активатора на полімерній поверхні і надання їй каталітичної активності необхідної для формування основного шару металу в розчинах хімічного відновлення. Для дослідження ефективності активації порошкоподібного ПВХ було розроблену методику, що дозволяє встановити вміст металу в розділених по висоті за густиною фракціях активованої полімерної суміші. Про високу ефективність активації (міцне закріплення частинок металу на полімерній поверхні) свідчить близький вміст металу в різних фракціях.

Проведені дослідження показали, що ефективність активації залежить від багатьох чинників основними з яких є співвідношення компонентів (ПВХ : метал-активатор), час обробки, швидкість обертання і ступінь завантаженості кульового млина.

Висновки

Таким чином, встановлено, що в процесі механічної активації в кульовому млині суспензійного полівінілхлориду дрібнодисперсним цинком відбувається міцна взаємодія між поверхнею полімеру і металом-активатором, що є необхідним для проведення наступної стадії металізації і одержання металонаповнених полімерних композитів з високими експлуатаційними показниками.

Одержання каталітично активних металоорганічних композитів на основі металів змінної валентності золь-гель методом

Галина Хованець, Олена Макідо, Оксана Хавунко

Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, УКРАЇНА, Львів, 79060, вул. Наукова, 3а,; khovanets_galyna@ukr.net

Abstract – Catalytically active highly porous metalloorganic composites based on tetraethoxysilane – metals of variable valence were synthesized using the sol-gel method. Qualitative and quantitative microanalysis of composites TEOS : Fe showed that the structure of obtained composite depends on the amount of metal introduced in the system as well as on the heat treatment. Nanocatalyst based on Fe(III) is perspective to create the catalytic systems in the processes of hydrocarbons oxidation.

Ключові слова – гетерогенний каталіз, золь-гель синтез, металоорганічні композити, метали змінної валентності, ТЕОС.

Вступ

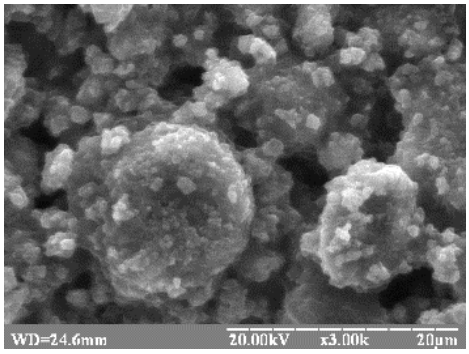
Одним із важливих аспектів гетерогенного каталізу є одержання каталізаторів із високою активністю та селективністю, що характеризуються не тільки простотою синтезу та можливістю регенерації, а й легкістю видалення з реакційної суміші та екологічною безпекою. Перспективним матеріалом для створення таких каталізаторів є металоокисні пористі композити, для яких матеріалом-носієм активного елементу слугують наночастинки діоксиду кремнію, а визначальними факторами їх ефективної роботи є розвинута поверхня та наявність великої кількості адсорбційних центрів. Такі ката3літичні системи можуть використовуватись в процесах окиснення вуглеводів, а також для очищення стічних вод хімвиробництв у складі систем Фентона [1].

Результати та обговорення

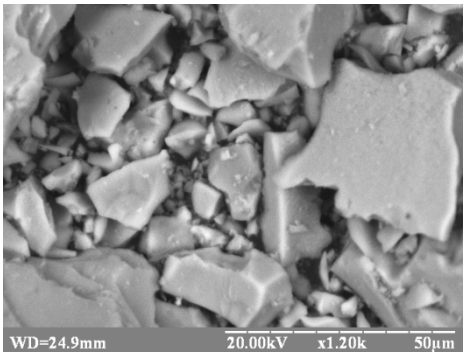
Металоорганічні композити на основі металів змінної валентності були одержані методом золь-гель синтезу системи ТЕОС – метали змінної валентності (Fe(II), Fe(III), Cu(II), Co(II), Ni(II)) при різних співвідношеннях SiO_2:Me_xO_y у кінцевому продукті 1 : 0,01; 1 : 0,1; 1 : 0,25; 1 : 0,50; 1 : 0,75 (ваг. ч.). У золь-гель систему ТЕОС : H_2O : C_2H_5OH : H_3PO_4 = 1 : 2 : 5 : 0,4 (моль) метали вводили у вигляді розчинів відповідних солей. Після завершення гелеутворення зразки висушували при 100°С та прожарювали при 500°С для одержання відповідних оксидів в результаті розкладу гідроксидів та гідроксооксидів металів.

Проведені якісні та кількісні мікроаналізи одержаних композитів на основі ТЕОС:Fe із різним вмістом компонентів показали, що структура одержаного композиту залежить від кількості введеного металу у систему (рис. 1). Так, при введенні малої кількості Fe (SiO_2:Me_xO_y < 1 : 0,5) спостерігається рівномірний розподіл металу в об'ємі із збереженням заданого співвідношення оксидів незалежно від валентності введеного заліза. Структура одержаних композитів є високопористою (рис. 1а). При збільшенні кількості введеного металу у систему (SiO_2:Me_xO_y > 1 : 0,5) спостерігається зменшення пористості матеріалу, що, ймовірно, пов'язане із утворенням щільної структури, в якій оксид заліза повністю може бути екранований шаром SiO_2 [2], що особливо чітко видно для зразків композитів SiO_2:FeO, відпалених при 500°С зі співвідношенням 1 : 0,75 (рис. 1, б).

Крім того, для композитів ТЕОС : Fe, атоми заліза в яких були введені у вигляді ферум (II) сульфату, спостерігається наявність атомів S, що може свідчити про входження атомів сульфуру у полімерну сітку у вигляді S-S зв'язку, яка не руйнується за температури 500°С і також сприяє ущільненню отриманої структури (рис.2).



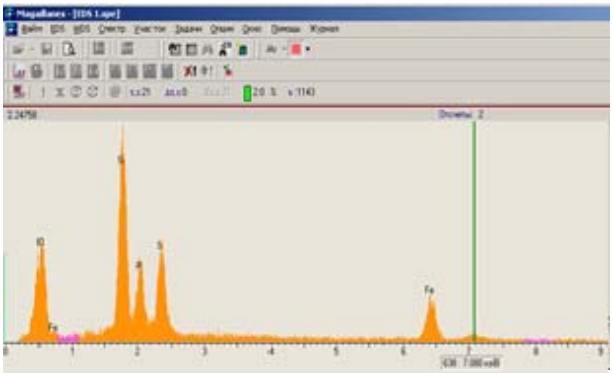
а



б

Рис.1 Фотографії металоокисних композитів SiO_2 : FeO, відпалених при 500°C зі співвідношенням 1 : 0,01 (а) і 1 : 0,75 (б). Фотографії отримані за допомогою растрового електронного мікроскопа-мікроаналізатора РЕММА-102-02

Одержані каталітичні системи на основі ТЕОС-Fe(II) та ТЕОС-Fe(III) зі співвідношенням 1:0,75 були випробувані у процесі окиснення кумолу молекулярним киснем. Дослідження проводили для зразків після термічної обробки - сушіння при 100^0C (n) та прожарювання при 500^0C (p). Результати вимірювання швидкості реакції окиснення кумолу в залежності від обраного каталізатора представлені в таблиці.



Таблиця

Швидкість процесу окиснення кумолу молекулярним киснем

№ п/п	Ініціатор азодіізо-бутиронітрил AIBN	Каталізатор SiO_2:Fe_2O_3 n	Каталізатор SiO_2:Fe_2O_3 p	Каталізатор SiO_2:FeO p	Швидкість $W \cdot 10^5$
	моль·л$^{-1}$	*г·г$^{-1}$*	*г·г$^{-1}$*	*г·г$^{-1}$*	*моль·л$^{-1}$·с$^{-1}$*
1	0,02	–	–	–	1,9
2	0,02	0,005	–	–	1,6
3	0,02	–	0,005	–	5,5
4	0,02	–	–	0,005	0,5

Отримані результати показали, що при введенні у процес окиснення композиту на основі Fe(II) спостерігається сповільнення швидкості реакції. Однак, використання каталізатора на основі Fe(III), прожареного при 500°C, приводить до зростання швидкості реакції більше ніж в 2,5 рази, що робить такі композити перспективними для створення каталітичних систем у процесах окиснення вуглеводнів.

Список літератури

[1] A.L.Pham, F.M.Doyle, D.L.Sedlak, “Kinetics and efficiency of H_2O_2 activation by iron-containing minerals and aquifer materials”, Water Research, 2012, Vol. 46 (19), P. 6454–6462.

[2] G.H.Du, Z.L.Liu, X.Xia, Q.Chu, S.M.Zhang, “Characterization and application of Fe_3O_4/SiO_2 nanocomposites”, J. Sol-Gel Sci. Techn., 2006, Vol. 39 (3), P. 285–291.

Вплив температури обробки на експлуатаційні властивості плівок на основі полівінілового спирту, модифікованого монтморилонітом

Вікторія Антонюк[1], Володимир Красінський, Наталія Хамула

1. Кафедра хімічної технології переробки пластмас, НУ «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів,
E-mail: antoniukviktoriav@gmail.com

Abstract - developed a method obtaining films based on polyvinyl alcohol and montmorillonite modified polyvinylpyrrolidone. The effect of treatment temperature on physical and mechanical properties of the films was investigated. Established that endurance Established that exposure received films at negative temperatures virtually no effect on their performance properties, and elasticity even increased. Heat treatment enhances the strength of the films.

Keywords - polyvinyl alcohol, montmorillonite, modification, operating properties.

Вступ

Одним із способів покращення експлуатаційних властивостей полімерів є їх модифікація нанонаповнювачами. За допомогою змішування полімеру з нанонаповнювачами в ультразвуковому полі одержують композити з потрібними фізико-механічними властивостями, які не притаманні вихідним полімерам. Використання таких полімерних нанокомпозитів потребує інформації про їх властивості за різних температур обробки, особливо для бензо-, оливостійких плівок на основі полівінілового спирту.

Експериментальна частина

Для досліджень використовували плівки, одержані з розчинів чистого полівінілового спирту (ПВС) та композицій на основі полівінілового спирту і монтморилоніт-полівінілпіролідонової сумішші (МПС). Одержували композиції зі співвідношенням кількості елементарних ланок ПВС до кількості елементарних ланок полівінілпіролідону (ПВП) у МПС як 12:1. Плівки одержували упарюванням розчинника за кімнатної температури, після чого піддавали термообробці за 110 і 150 ºС та кріолізу за -20 ºС впродовж 30 хвилин. Досліджували вплив температури на фізико-механічні властивості одержаного полімерного нанокомпозиту.

Найвищими значеннями механічної міцності на прорив відзначаються плівки на основі чистого ПВС незалежно від температури обробки плівок. Зниження міцності плівок з додаванням МПС в композицію пояснюється підвищенням гетерогенності системи. Відносне видовження під час прориву є вищим для плівок на основі модифікованого ПВС (понад 200%) внаслідок меншої щільності пакування ланцюгів ПВС у композиті.

Після термічної обробки міцність усіх плівок підвищується. Найвищою міцністю відзначаються плівки витримані за 150 ºС. Одночасно, відносне видовження плівок із зростанням температури термообробки зменшується на 30%. Після кріолізу за -20 ºС спостерігається зменшення механічної міцності плівок на 15-25%, проте відносне видовження під час прориву зростає.

Висновок

Витримка плівок на основі модифікованого ПВС за підвищених температур сприяє підвищенню їх міцності. Витримка ж плівок за понижених температур приводить до протилежних результатів – міцність плівок незначно знижується, проте еластичність підвищується. Отже, плівки на основі розроблених нанокомпозитів можна експлуатувати за від'ємних температур без суттєвої зміни їх властивостей.

Інноваційна технологія виготовлення малотоксичної фанери на основі карбамідоформальдегідних клеїв

Павло Бехта, Ірина Салабай[1]

1. Кафедра технологій деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу, ДВНЗ "Національний лісотехнічний університет України", УКРАЇНА, м. Львів, вул. Ген. Чупринки, 103, E-mail: iryna_salabay@ukr.net

Urea-formaldehyde adhesives were filled with wood fiber sludge in order to reduce the formaldehyde content of plywood. The fiber sludge is characterized by a high content of lignin, which interacts with formaldehyde in the resin and chemically binds it, which leads to a reduction of free formaldehyde content in adhesive composition and, accordingly, reduction of free formaldehyde content in the plywood.

Ключові слова – фанера, карбамідоформальдегідний клей, деревинний волокнистий шлам, вміст формальдегіду у фанері.

Вступ

Карбамідоформальдегідні клеї, будучи дешевими і забезпечуючи хороші механічні властивості, найчастіше використовують для виготовлення фанери. Проте, істотним недоліком таких клеїв є те, що вони не є екологічно чистими. Доведено, що формальдегід може призвести до захворювань органів дихання, очей, нервової системи і навіть до раку та лейкемії. Токсичність фанери часто зменшують цілеспрямованим хімічним, фізичним чи комбінованим модифікуванням клеїв, зокрема, їх наповненням. Для наповнення клеїв на основі карбамідоформальдегідних смол найчастіше застосовують деревинне або житнє борошно, додавання яких збільшує собівартість матеріалу. Тому пошук нових речовин для модифікування клеїв є досить актуальним, насамперед, залученням для цього невикористовуваних відходів виробництв, зокрема, деревинного волокнистого шламу (надалі шлам) – відходів обігових вод виробництва волокнистих плит мокрим способом. У попередньому дослідженні встановлено, що наповнення карбамідоформальдегідних клеїв шламом дає змогу істотно зменшити їх токсичність [1]. Тому метою дослідження було розробити технологію виготовлення малотоксичної фанери з використанням карбамідоформальдегідних клеїв, наповнюючи їх шламом.

Матеріали та методика

Під час досліджень використано: подрібнений деревинний волокнистий шлам з розміром частинок менше 0,2 мм і вологістю 10%; карбамідоформальдегідну смолу КФ-МТ; амоній хлорид; березовий лущений шпон товщиною 1,5 мм і вологістю 6%. За допомогою багатофакторного планування експерименту досліджено вплив параметрів технологічного режиму склеювання шпону (вмісту шламу в клеї (0; 2; 4 мас. ч. / 100 мас. ч. смоли), витрати клею (100; 115; 130 г/м^2), тривалості (1; 3; 5 хв) та температури (110; 130; 150 °С) пресування) на вміст формальдегіду у фанері та її міцність на зріз. Оцінку значущості коефіцієнтів одержаних рівнянь регресії виконували за *t*-критерієм Стьюдента. Перевірку адекватності математичних моделей здійснювали за допомогою *F*-критерію Фішера. Вміст формальдегіду у фанері визначали методом WKI, який ґрунтується на високій розчинності формальдегіду у воді. Міцність фанери на зріз визначали згідно із стандартами ДСТУ EN 314-1: 2003 і ДСТУ EN 314-2:2006 (клас з'єднання 1).

Результати та обговорення

З'ясовано, що на вміст формальдегіду у фанері впливають: вміст шламу, у разі додавання якого в клей до 4 мас. ч. вміст формальдегіду у фанері зменшується на 16-30%; витрата клею, в разі зменшення якої від 130 до 100 г/м^2 вміст формальдегіду зменшується на 30-42%; та температура пресування, у разі підвищення якої від 100 до 150 °С вміст формальдегіду зменшується на 34-41%. У випадку останньої варто зазначити, що основне

зменшення вмісту формальдегіду (на 31-39%) відбувається під час підвищення температури від 100 до 130 °С; звідси випливає, що подальше підвищення температури пресування є недоцільним. Тривалість пресування (від 1 до 5 хв) істотно не впливає на зміну вмісту формальдегіду у фанері. Отже, для зменшення вмісту формальдегіду у фанері необхідно, щоб затвердіння клею відбувалося за мінімально можливої товщини клейового шару і максимально можливої температури затвердіння. Тоді кількість залишкового формальдегіду в затверділому клеї у виготовленій фанері буде мінімальна. Додавання шламу до клею зменшує кількість смоли за однакової витрати клею, що, відповідно, зменшуватиме вміст формальдегіду в клеї. Шлам характеризується високим вмістом лігніну [1], який під час взаємодії з формальдегідом у смолі зв'язує його, що також призводить до зменшення вмісту вільного формальдегіду в клейовій композиції і, відповідно, у готовому матеріалі.

Міцність фанери на зріз частково зменшується на 11-12% у разі додавання в клей до 4 мас. ч. шламу, залишаючись при цьому більшою у 2,3-2,5 рази, порівняно з вимогами стандарту, та зростає на 14-17% у разі підвищення температури пресування від 100 до 150 °С; до того ж основне збільшення міцності фанери на зріз (на 14-16%) відбувається з підвищенням температури від 100 до 130 °С. Незначне зменшення міцності фанери на зріз у разі додавання шламу можливе через погіршення змочувальної здатності клею внаслідок збільшення його в'язкості, що призводить до зменшення площі контакту та відсутності суцільного клейового шару. З підвищенням температури пресування посилюється тепловий рух молекул клейового шару, зменшується в'язкість клею і покращується контакт між клеєм і деревиною. Витрата клею (від 100 до 130 г/м^2) та тривалість пресування (від 1 до 5 хв) істотно не впливають на зміну міцності фанери на зріз.

Висновки

Запропоновано інноваційну технологію виготовлення малотоксичної фанери завдяки наповненню карбамідоформальдегідних клеїв деревинним волокнистим шламом, що дозволило на 55% зменшити допустимий вміст формальдегіду у фанері, не погіршуючи її механічних властивостей. Оскільки шлам є відходами, які генерується під час процесу очищення обігових вод виробництва волокнистих плит, то така технологія також робить внесок у зменшення обсягів твердих відходів, в результаті чого досягаються значні економічні, соціальні та екологічні переваги.

Отримано адекватні регресійні залежності, які дають змогу спрогнозувати вміст формальдегіду у фанері та міцність фанери на зріз від параметрів режиму склеювання шпону. Мінімальний вміст формальдегіду у фанері (3,6 мг / 100 г абс. сух. фанери) досягається за максимальної кількості шламу (4 мас. ч.) в клеї, мінімальної витрати клею (100 г/м^2), тривалості пресування 3 хв і температури пресування 130 °С. Такий вміст формальдегіду є у 2,2 рази менший, ніж допустимий для класу емісії Е1 (до 8 мг / 100 г абс. сух. фанери). При цьому, значення міцності фанери на зріз (2,5 МПа) відповідає вимогам стандарту ДСТУ EN 314-2:2006 (не менше 1,0 МПа).

Список літератури

[1] P. Bekhta ta in., "Vlastyvosti karbamidoformal'dehidnykh kleyiv napovnenykh derevynnym voloknystym shlamom," Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrayiny: zbirnyk naukovykh prats', L'viv: TzOV "Firma "Kamula", 2015, vyp. 13, s. 217-223.

Obtaining bilayer granules in cone-shape vortex granulators

Andrii Ivaniia[1], Artem Artyukhov[2]

1. Processes and Equipment of Chemical and Petroleum-Refineries Department, Sumy State University, UKRAINE, Sumy, Rymskogo-Korsakova street 2, E-mail: andrey.ivaniy@gmail.com

2. Processes and Equipment of Chemical and Petroleum-Refineries Department, Sumy State University, UKRAINE, Sumy, Rymskogo-Korsakova street 2, E-mail: artyukhov@pohnp.sumdu.edu.ua

Abstract – The possibility of obtaining multilayer granules in cone-shape vortex granulators was proposed and proved. Experimental studies of a new granulation method were conducted, and the samples of bilayer granules were obtained in the cone-shape vortex granulator. The analysis of the structure and surface characteristics of the samples were presented.

Keywords – vortex granulator, granulation, vortex fluidized bed, multilayer granules, ammonium nitrate.

Introduction

Obtaining the long-acting fertilizers, which can liberate different agents gradually and progressively, is actual issue of nowadays. Thus, it becomes possible to reduce the frequency of fertilizer application, and resulting to reducing production costs. There are many methods for obtaining multilayer granules, but obtaining it in the vortex granulators is the most promising method. Vortex granulators are characterized by intense heat and mass transfer, low hydraulic resistance, high level of mechanization and automation [1].

Experimental procedure

The raw granules of ammonium nitrate were irrigated by different types of prepared solutions in the vortex fluidized bed. The surface layers were formed after crystallization these solutions. The samples of different bilayer granules were obtained. During investigation the next water solutions were used: urea; ammonium nitrate; a mixture of urea and ammonium nitrate; a mixture of urea, ammonium nitrate and sodium tripolyphosphate (surfactant); a mixture of urea, ammonium nitrate and sodium hexametaphosphate (surfactant).

Analysis of the results

Analysis of samples shows that the highest quality of the surface layer was received when raw granules were irrigated by water solution of urea. Availability of ammonium nitrate in a solution leads to cracks and large pores. The use of surfactants in solution does not lead to visible improvement of the surface layer quality.

The obtained samples of bilayer granules show that their shape is spherical, and coverage is uniform across the surface of the granules. So vortex devices with fluidized bed lets obtain quality multilayer granules. Obtaining multilayer granules with predetermined layer thicknesses it's the task of further research.

This research under the project "Improving the efficiency of granulators and dryers with active hydrodynamic regimes for obtaining, modification and encapsulation of fertilizers" (state registration number 0116U006812).

References

[1] A. V. Ivaniia and A. E. Artyukhov, "Otrimannya bagatosharovih granul u vihrovih granulyatorah" ["Obtaining multilayer granuals in vortex granulators"], Materials of science conference Education, science and industry: development and prospects, Shostka, pp. 34, 2016.

Інноваційні технології зневоднення рослинної сировини

Ігор Яровий [1], Олена Маренченко[2]

1. Кафедра ПОтаЕМ, ОНАХТ, УКРАЇНА, Одеса, вул.. Канатна 112, E-mail: goryarov@gmail.com
2. Кафедра ПОтаЕМ, ОНАХТ, УКРАЇНА, Одеса, вул.. Канатна 112, E-mail: lena.marenchenko@mail.ru

Abstract. The purpose of research is to develop a design dryers with an innovative way of inlet energy. The design of the apparatus used heating wet material microwave electromagnetic field. The design band microwave dryer. The basic characteristics of a thin layer of drying material in a medium microwave electromagnetic field.

Ключові слова – сушіння, рослинна сировина, мікрохвильове електромагнітне поле, стрічкова сушарка.

Вступ

Сушіння рослинної сировини в середовищі мікрохвильового (МХ) електромагнітного поля має значні переваги порівняно з традиційним конвективним сушінням. Розвиток цього інноваційного способу сушіння стримує висока складність обладнання та майже повна відсутність науково обґрунтованих методик для побудови МХ сушильних апаратів та способів їх використання для різних типів сировини.

Основна частина

Використовуючи в якості енергопідводу електромагнітне МХ поле можна вирішити одну з основних проблем конвективних сушильних технологій. Проблема полягає в тому, що тепло передається волозі матеріалу через декілька агентів – посередників: спочатку тепло генерується спалюванням палива, далі тепло передається сушильному агенту, потім сушильний агент нагріває вологий матеріал і лише внаслідок нагріву матеріалу тепло передається волозі, яка при достатньому енергопідводі видаляється випарюванням. На кожному з етапів цієї послідовності передачі тепла є непродуктивні втрати, а в кінці ланцюга перетворень до вологого матеріалу (суха частка якого складає чималий відсоток) слід підвести скільки тепла, щоб нагріти увесь матеріал до такої температури при якій буде проходити інтенсивне випарювання вологи. При детальному аналізі, така схема вологовидалення виглядає далекою від оптимальної.

Сушка з використанням МХ поля на фоні конвективної виглядає майже ідеальною альтернативою, даний спосіб сушіння дозволяє генерувати тепло впливаючи безпосередньо на вологу, що міститься в матеріалі, без посередників, мінімально нагріваючи на сам оброблюємий матеріал.

Аналізуючи принцип дії МХ сушарки [1] можна дати відповідь на ще одне важливе питання: чи обов'язково видаляти вологу з частинок сировини саме у вигляді пари?

Можливість адресного, чітко дозованого впливу МХ полем саме на вологу, що знаходиться у капілярах внутрішніх шарів вологої частинки, дозволяє розраховувати на створення такого режиму енергопідводу, при якому випаровування води в капілярах буде протікати у вигляді імпульсів керованої періодичності та потужності, спричиняючи при цьому «викидання» крапель води з капілярів у вигляді туману, без повного її випарювання. Такий ефект, названий «бародифузією» реалізовано у лабораторних дослідах при невеликих маштабах процесів. Підтримання «бародифузійного» режиму роботи мікрохвильової сушарки потребує тонко настроєної системи керування і глибокого знання процесів, що протікають у внутрішніх шарах вологої сировини при його обробці потужним МХ полем.

Одна з дослідницьких програм, що реалізуються на кафедрі обладнання, процесів, апаратів і енергетичного менеджменту ОНАХТ пов'язана з проблематикою сушіння рослинної сировини з використанням технологій мікрохвильового нагріву.

Результати проведених досліджень свідчать, що через велику кількість факторів, процес взаємодії МХ поля з рослинною сировиною, вкрай складно піддається аналітичному аналізу. Саме тому основним напрямком робіт у дослідженні процесів МХ сушіння обрано шлях експериментального моделювання процесів, з подальшим аналізом результатів.

Для проведення таких досліджень на кафедрі створена експериментальна сушильна установка з комбінованим енергопідводом (рис.1).

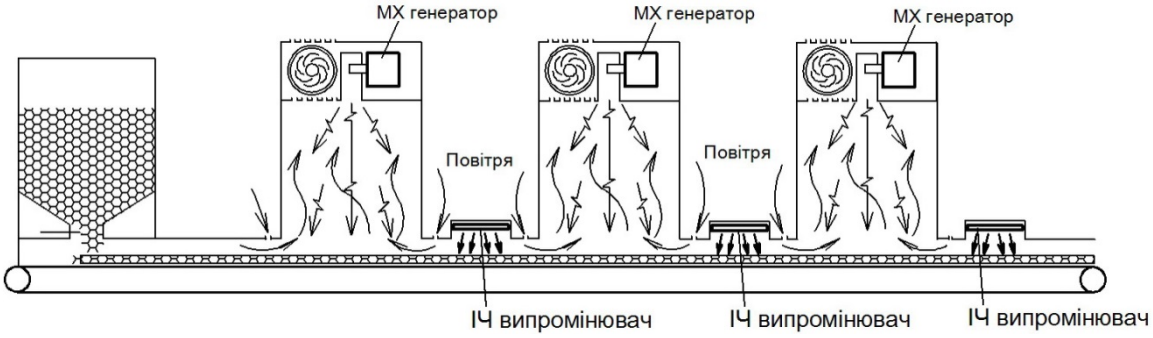


Рис. 1. Схема стрічкової сушильної установки ОНАХТ.

Конструкція установки дозволяє проводити дослідження процесів вологовидалення під впливом МХ поля для широкого переліку рослинних матеріалів. Поточнні дослідження, що проводяться на установці, повязані з визначенням обмежень та розробкою доцільних режимів сушіння в середовищі МХ поля різних видів вологої сировини (бобових, сої, нарізаних овочів та фруктів), а також із застосуванням комбінованих способів сушіння, зокрема поєднання переваг мікрохвильового енергопідводу з нагріванням сировини інфрачервоним (ІЧ) випромінюванням.

Висновки

Дуже перспективною серед нових технологій сушки виглядає можливість створення комбінованих способів вологовидалення, а одним з найцікавіших варіантів є поєднання МХ способу сушіння з інфрачервоною сушкою. Обидва способи дозволяють створити інтенсивний потік вологи в межах вологої частинки, різниця полягає у глибині шарів на які здійснюється вплив. Якщо МХ випромінювання дозволяє створити інтенсивний (в ідеалі «бародифузійний») потік вологи з глибоких шарів зернівки, то ІЧ випромінювання дозволяє інтенсифікувати рух вологи у приповерхневих шарах. Такий комбінований вплив на процес перерозподілу (транспортування) вологи всередині частинок вологої сировини, може бути рекордно енергоефективним при збереженні високої продуктивності сушіння.

Список літератури

[1] O.G. Burdo, S.G. Terzsiev, V.N. Bandura, I.I. Yarovoy, "Mechanodiffusion effect - a new phenomenon in heat and mass transfer," M.S. thesis, MIF, vol. 2, Minsk, Belarus, 2016, pp. 224-228.

Перспективні способи обробки сировини при створенні інноваційних продуктів гелевої форми

Ніна Райчук[1], Олена Подобій[2]

1. Кафедра хімічної технології та фізичної і колоїдної хімії, НУХТ, УКРАЇНА, Київ, вул. Володимирська 68. raichuknina@ukr.net
2. Кафедра хімічної технології та фізичної і колоїдної хімії, НУХТ, УКРАЇНА, Київ, вул. Володимирська 68 e.podoby@yandex.ua

The aim of this work is to study the impact of cryomechanical method of processing raw on content of biologically active substances in the fruit and vegetable purees and prospects of using this method in creating innovative gel product.

It is proved that in obtaining a new gel form product it is appropriate to use cryomechanical destruction for processing raw materials, that provides a fruity gels with the same chemical composition and higher content of bioactive substances.

Ключові слова: гель, пюре фруктове, біологічно активні речовини, ІЧ-спектри, реологія.

Вступ

В даний час широкого поширення набули структуровані продукти, які легко засвоюються і за рахунок можливості включення до їх складу різноманітних інгредієнтів дозволяють розширити асортимент харчової продукції підвищеної біологічної цінності. Інгредієнти знаходяться в дрібнодисперсній формі, що зменшує втрату при метаболізмі і збільшує швидкість всмоктування. Функціональні продукти у вигляді гелів однаково успішно доставляють як гідрофільні, так і гідрофобні субстанції всередину організму.

Технологія фруктового гелю – це поєднання полісахаридів рослинного походження, завдяки яким поживні речовини утримують вологу і суспендовані в легко засвоюваній гелевій формі. Речовини-загусники відіграють роль не тільки допоміжних компонентів, а є біологічно активними[1,2].

Матеріали та методи

В якості об’єктів дослідження нами було обрано яблуко, виноград темних сортів, а також гелеві основи з фруктовими пюре отримані різними способами обробки (традиційним та з використанням кріомеханодеструкції на базі ХДУХТ) . Вивчення впливу способу обробки на хімічний склад отриманого пюре проводилось з використанням фізико-хімічних методів та за допомогою ІЧ-спектроскопії. Вплив обробки сировини на структурно-механічні властивості готового продукту було досліджено на ротаційному віскозиметрі «Реотест 2».

Результати та обговорення

Створення продукту гелевої форми, що дозволить збільшити вміст біологічно активних речовин за рахунок підвищеного вмісту фруктового пюре та при цьому забезпечити необхідні структурно-механічні властивості є актуальною задачею.

Оскільки основою створюваного продукту є фрукти, то розглядались також різні способи підготовки сировини. 1. Традиційне бланшування. 2. Використання кріомеханодеструкції сприяє більш повному вилученню біологічно активних речовин та отриманню наноструктурованого пюре. В якості об’єктів дослідження даних способів обробки вивчались яблуко та виноград який містить більшу кількість біологічно активних речовин, та виступає як натуральний покращувач кольору.

Встановлено, що після обробки сировини за допомогою кріомеханодеструкції масова частка вітаміну С збільшується у 2,5 рази для яблука та у 1,7 раза для винограду, масова частка фенольних сполук по рутину збільшується у 1,5 раза для яблук і у 3,75 раза для винограду і

кількість барвних речовин для винограду зросла у 5 разів по відношенню до вихідної сировини. Також встановлено, що відбувається трансформація протопектину (30-40%) в розчинний пектин (його кількість зростає на 55% по відношенню до вихідного розчинного пектину).

Оцінка впливу обробки сировини за допомогою кріомеханодеструкції на хімічний склад було проведено за допомогою ІЧ-спектроскопії.

Показано, що в дрібнодисперсному наноструктурованому пюре з винограду та яблука в області частот ν=3500…2600 см$^{-1}$ характерних для валентних коливань ОН-груп, а також в області частот ν=1450…1350 см$^{-1}$ характерних для валентних коливань CH_3-груп, та в області ν=1760…1100 см$^{-1}$ та ν=2900…2000 см$^{-1}$ характерних для валентних коливань –С=О– груп та –NH_2 спостерігаються ті ж коливання, що свідчать про повне збереження хімічного складу за основними групами речовин, а незначне зменшення інтенсивності спектрів, яке відбувається в результаті механоактивації і механодеструкції при низькотемпературному подрібненні свідчить про руйнування міжмолекулярних і внутрішньомолекулярних водневих зв'язків та підтверджує, що частина БАР із зв'язаного стану переходить у вільну.

Було досліджено реологічні параметри гелевих основ з пюре, отриманим традиційним способом та наноструктурованим. При незначному навантаженні ми спостерігаємо лавиноподібне руйнування структури, що характеризується різним зниженням в'язкості системи. При подальшому збільшенні навантаження структура руйнується більш повільно, в'язкість падає. Отже, всі системи відносяться до структурованих.

Найбільше значення величини максимальної в'язкості, що відповідає практично незруйнованій структурі, характерне для зразка із звичайним пюре і складає 165,2 Па·с. Всі зразки є структурованими твердоподібними тілами (P_k>0). Міцність структурних зв'язків у системах показує, що структурні зв'язки міцніші для зразка з наноструктурованим пюре. Це пояснюється тим, що при збільшенні ступеню подрібнення збільшується поверхня взаємодії між молекулами пюре та гідроколоїдами, внаслідок чого утворюються міцніші структурні зв'язки, система має більш однорідну структуру, та не спостерігається явище синерезису.

Висновки

Доведено, що використання обробки сировини за допомогою кріомеханодеструкції дозволяє отримати фруктові гелі з незмінним хімічним складом та підвищеним вмістом БАР.

Дослідження реологічних характеристик показує, що для зразків з наноструктурованим пюре структурні зв'язки міцніші, це пояснюється тим, що при збільшенні ступеню подрібнення збільшується поверхня взаємодії між молекулами пюре та гідроколоїдами, внаслідок чого система має більш однорідну структуру, та не спостерігається явище синерезису.

Список літератури

[1] Aguilera J.M., Stanley D.W. (1999), Microstructural principles of food processing and engineering. Gaithersburg, Md.: *Aspen Publishers*, Inc. p 432.

[2] Ofner Clyde M., Klech-Geolotte Cathe M.(2002) Gels and jellies, *Encucloprdia of Pharmaceutical Technology,* pp. 1327-1344.

Виробничі випробування пілотного зразка мікрохвильового проточного екстрактора

Ю.О. Левтринська[1], С.Г. Терзієв

1.Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту, ОНАХТ, УКРАЇНА, Одеса, Канатна,112,
E-mail: terma_onaft@rambler.ru

In this paper results of microwave in-flux coffee extractor production test are provided. Microwave assisted extraction in-flux demonstrate a high efficiency for product with difficult capillary structure. Using represented extractor is possible to obtain coffee extract °brix 55-60 concentration.

Ключові слова: мікрохвильове поле, мікрохвильове екстрагування, кавовий екстракт, рідкий концентрат, енергоефективність.

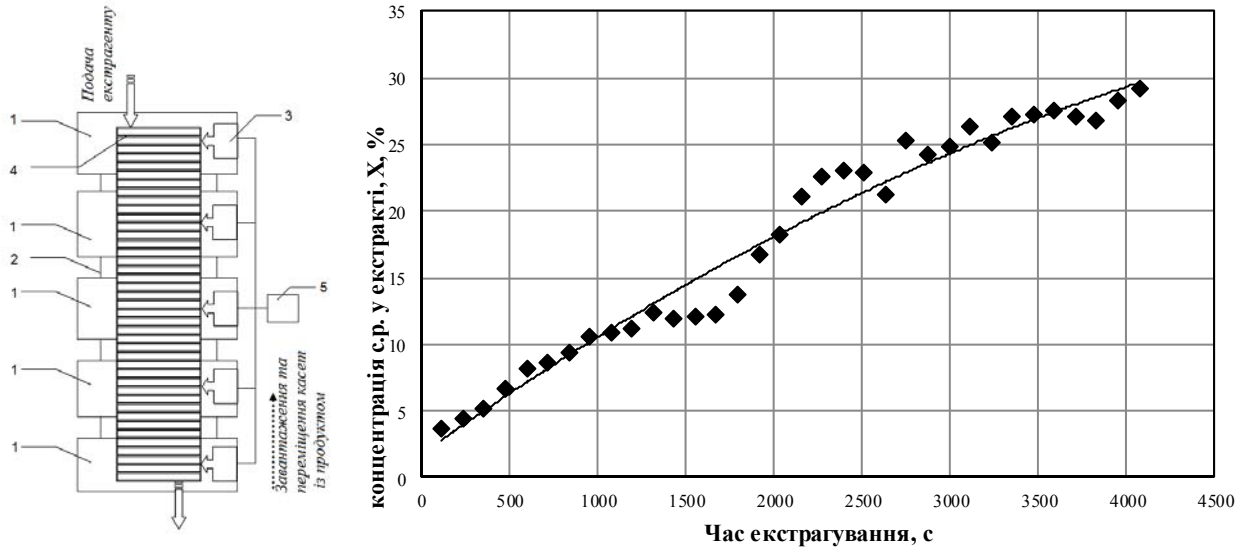
Вступ

У ряді наукових робіт підтверджується, що мікрохвильове поле інтенсифікує вилучення екстрактивних компонентів з рослинної сировини [1-3]. Ефект інтенсифікації найбільш виразний для сировини, що має складну структуру, де за умов використання звичайних методів високотемпературного екстрагування рух екстрагенту ускладнено. До такої сировини належать кавові зерна, що пронизані тонкими капілярами розміром від 5 нм, у яких міститься більша частка екстрактивних речовин. Традиційно, аби забезпечити ефективне проникнення до них води, процес екстрагування здійснюється при температурі близько 180 °С та підвищеному тиску. Але вплив високих температур руйнує ароматичні компоненти кави, призводить до процесів гідролізу, внаслідок чого готовий продукт має бідний аромат, неприємний гіркий присмак, тощо. При виробництві розчинної кави екстрагування є одним з ключових процесів, що впливає на якість готового продукту, є енерговитратним, а отже впливає на його кінцеву вартість, тому доцільна розробка новітніх екстракторів, у основу яких покладено мікрохвильові технології та адресну доставку енергії [4].

Матеріали досліджень

На кафедрі процесів, обладнання та енергетичного менеджменту розроблено зразок мікрохвильового екстрактора неперервної дії, що дозволяє обробляти одночасно до 16 кг сировини. Апарат складається з п’яти камер з магнетронами потужністю 900 Вт. У кожній камері може одночасно розташовуватися 8 масообмінних модулів, виготовлених з радіопроникного матеріалу, кожний з яких може містити 400 г продукту. У апараті здійснюється протитечійний рух продукту та екстрагенту, що дозволяє вилучити з сировини максимальну кількість екстрактивних речовин. Система керування магнетронами передбачає переключення між камерами екстрактора за допомогою реле часу. Одночасно працюють камери номер 1, 3 та 5, або 2 та 4, починаючи з верхньої камери екстрактора. Такий режим роботи екстрактора дозволяє, по-перше, уникнути перегрівання сировини у касетах, по-друге – більш ефективно використовувати енергію. Під час відключення мікрохвильового поля реалізується режим омивання нагрітої сировини екстрагентом, який знімає з її поверхні екстрактивні речовини, які було вилучено з капілярів механодифузійним потоком. Мікрохвильовий екстрактор (рис. 1 а) складається з: 1 – резонаторні камери з системами управління; 2 – шлюзи; 3 – генератори мікрохвильового випромінювання; 4 – масообмінні модулі (блок касет); 5 – система керування роботою магнетронів.

Проведено два тестові запуски установки з завантаженням чотирьох з п’яти камер, що складає 32 масообмінних модулі, у кожен з яких завантажено 100 г сировини. Процес проводився при номінальній потужності магнетронів та витраті екстрагенту 7 кг/год. На виході з установки отримано екстракт концентрацією сухих речовин 27,9 % (рис. 1 б).



а) б)

Рис. 1. Схема мікрохвильового протитечійного екстрактора та результати експерименту.

При максимальному завантаженні модулів, концентрація сухих речовин буде відповідно більша. Можливо отримувати концентрат кави з вмістом сухих речовин 50-60 %. У порівнянні з традиційною технологією ефективність збільшено на 15 %. Рідкий концентрат кави можна тривало зберігати, виключивши процес сушіння на розпилювальній сушарці. Це дозволить, по-перше – зберегти ароматику, по-друге – зменшити витрати енергії на виробництво кінцевого продукту, а по-третє – отримати новий продукт. Рідкий кавовий концентрат може використовуватись, як для приготування класичних кавових напоїв, так і для поєднання рідкого екстракту з такими продуктами, як згущене молоко, карамель, фруктові сиропи, лікери, бренді та коньяк. Також, рідкий кавовий екстракт може бути використаний у кавових автоматах, громадському харчуванні, тощо.

Висновки

Виробничі випробування зразка мікрохвильового проточного екстрактора підтверджують наукове положення, яке висунуто при його проектуванні: послідовні стадії нагріву сировини у мікрохвильовому полі та промивання екстрагентом дозволяють отримувати на виході з установки концентрований екстракт кави. Рідкий концентрат кави зберігає корисні властивості та смако-ароматичні якості завдяки уникненню впливу високих температур. Висококонцентрований екстракт може довго зберігатися, що дозволить уникнути енерговитратного етапу сушіння.

Список літератури

[1] R. Upadhyay *et al.*, “Microwave-assisted extraction of chlorogenic acids from green coffee beans,” *Food Chem.*, vol. 130, pp. 184-188, Jan. 2012.

[2] D.J. Bhuyan *et al.*, “Microwave-assisted extraction of Eucalyptus robusta leaf for the optimal yield of total phenolic compounds,” *Industrial Crops and Products,* vol. 69, pp.1-10, July, 2015.

[3] N. Flyrez *et al.*, “Microwave assisted water extraction of plant compounds,” *J. of Chem. Technol. and Biotechnol.*, 2015 Vol. 90, Is. 4 – P. 590-607

[4] O.G. Burdo *Pischevyie nanoenergotehnologii* Herson, 2013, 294 p.

Принципи харчових наноенерготехнологій

Бурдо О.Г.

Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту, ОНАХТ, УКРАЇНА, Одеса, Канатна,112,

E-mail: terma_onaft@rambler.ru

The hypothesis of possibility of electromagnetic energy sources using for address energy delivery directly to grout moisture is offering. The schemes of fuel energy conversion during traditional thermal concentration technology and innovation plant based on the electromagnetic energy generators are presented.

Ключові слова: нанотехнології, мікрохвильове поле, харчові технології, ефект механодифузії, математичне моделювання.

Вступ

Об'єкти харчових нанотехнологій – це вже створені природою нанорозмірні структури: мікроорганізми, нанопори рослинної сировини, оболонки клітин, білки, полісахаріди та молекули води. Саме на ці об'єкти спрямовано основні процеси харчових виробництв. Організація умов, при яких процеси перенесення на границях харчової системи та нанорозмірного об'єкту будуть реалізовуватись із максимальною ефективністю – відповідає поняттю нанотехнологій. В дослідах ОНАХТ доведено, що для управління такими процесами доцільно використовувати електромагнітні джерела енергії [1], що дозволяє здійснювати спрямовану енергетичну дію. Це дозволить перевести технології сушіння, екстрагування, випаровування, стерилізації на нові, ресурсоенергоефективні принципи.

Результати досліджень

Сформульовано гіпотезу про специфіку взаємодії електромагнітного поля (ЕМП) та об'єму клітини сировини. Запропоновано тепломеханічну модель клітини для процесів екстрагуванні, деструкції, інактивації. В основі аналізу безперервно-гетерогенна модель системи. Модель має три стадії. Зміна об'єму клітини $\boldsymbol{V_к}$ від температури $\boldsymbol{T_к}$, тиску $\boldsymbol{P_к}$ та концентрації в ній цільових компонентів $\boldsymbol{C_к}$, записано наступним чином:

$$\frac{dV_к}{d\tau} = \beta \cdot \varepsilon \cdot F \frac{\rho_э}{\rho_к}\left[C_э(\tau) - C_к(\tau)\right] + F_к \cdot \varepsilon \frac{P_a(\tau) - P_к(\tau)}{\delta} + \frac{1-\varepsilon}{r \cdot \rho^и} \cdot \int q_и \cdot dF \qquad (1)$$

В рівнянні (1) перший додаток враховує ефект масоперенесення, другий – зміну об'єму за рахунок інфільтрації, а третій – за рахунок теплопередачі. Значення $\boldsymbol{V_к}$ залежить від: коефіцієнту масовіддачі $\boldsymbol{\beta}$, долі каналів в оболонці $\boldsymbol{\varepsilon}$, поверхні фазового контакту $\boldsymbol{F_К}$, щільності, відповідно рідини в міжклітинному об'ємі, в клітині, та пари, що утворилась $\boldsymbol{\rho_э}$, $\boldsymbol{\rho_к}$, $\boldsymbol{\rho_п}$, щільності теплового потоку $\boldsymbol{q}$.

На другому етапі необхідна витримка для здійснення масообмінних процесів. На третьому етапі відбувається різкий спад тиску, що призводить до інтенсивного виходу рідини через пори оболонки.

Модель процесу перенесення цільових компонентів із міжклітинної структури (рис.1) обґрунтовує існування нового ефекту, який названо «механодифузійним». В результаті генерації парових бульбашок (2) у глибині мікрокапіляра (1) підвищується тиск, виникає гідравлічний потік, який виносить із собою рідину із приграничного шару, компоненти, які слабо розчиняються (3), та взагалі не розчиняються (4).

Таким чином, із капіляра (1) виходить дифузійний потік, який доповнюється компонентами, що для класичних дифузійних процесів взагалі не можливо.

Виходячи із класичної теплофізичної схеми масопереносу послідовний ланцюг дифузійних опорів складається із суми $R_{НК}$ (нанокапіляри), $R_{МК}$ (мікрокапіляри) и $R_{МО}$ (масовіддачи).

Різниця тисків в капілярі $\boldsymbol{P_K}$ та в потоці $\boldsymbol{P_O}$ ініціює потоки: розчинних компонентів із приграничного шару $\boldsymbol{M_{P1}}$, слаборозчинних $\boldsymbol{M_C}$, та нерозчинних M_H. Ці потоки мають подолати відповідні гідравлічні опори $\boldsymbol{R_Г}$.

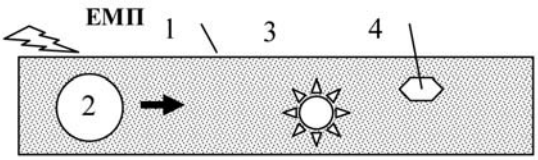


Рис. 1. Фізична схема взаємодії.

$$\Sigma M_I = (M_{P1} + M_{P2} + M_C + M_H)F^{-1} = \frac{Y - X_{PД}}{R_Д} + \rho\left[\frac{P_K - P_0}{R_{ГР}} + \frac{P_K - P_0}{R_{ГС}} + \frac{P_K - P_0}{R_{ГН}}\right] \quad (2)$$

Наведені положення отримали практичні докази [1-2]. За рахунок бародифузії інтенсифікація процесів екстрагування при виробництві коньячних спиртів сягало значень 100…1000. Для виробництва розчинної кави створено мікрохвильовий екстрактор, який дозволив реалізовувати процес при атмосферному тиску та температурі до 100 °С. Вихід цільових компонентів збільшено на 15 %, а енергетичні витрати зменшено вдвічі. Отримано зразки нового продукту – рідкого 60 % концентрату кави, які мають високі смакові характеристики. Мікрохвильова вакуумна сушарка дозволила скоротити процес сушіння лецитину з 36 годин до 35 хвилин та на порядок зменшити енергетичні витрати. Використання нанотехнологічних підходів дозволило отримати екологічно чистий концентрат рідкого диму, масло амаранту з високим вмістом сквалену. Температура інактивації мікроорганізмів не перевищувала 40, а, іноді, і 20 °С.

Мікрохвильовий вакуум-випарний апарат дозволяв концентрувати соки, розчини до вмісту сухих речовин 80 – 92 %. Низькотемпературна техніка спрямованої кристалізації дала чисту воду із вмістом солей менше, ніж 4 мг/кг. Після обробки в мікрохвильових апаратах підвищувались смакові та ароматичні показники зразків харчових продуктів.

Висновки

В умовах ЕМП можливе ініціювання специфічного потоку із об’єму харчової сировини. Такий ефект зафіксовано вперше, йому дано назву «механодифузійний ефект». Організація такого потоку, рушійною силою якого є різниця тисків, дозволяє при сушінні видаляти вологу у вигляді туману, тобто не перетворювати всю вологу в пару, суттєво скоротити як енергетичні витрати, так і тривалість процесу. Результатом таких процесів можуть бути: підвищення виходу цільових компонентів, перехід в розчин цінних компонентів, що не вилучались традиційними методами (ароматичних та смакових комплексів, сполук).

Список літератури

[1] O.G. Burdo *Pischevyie nanoenergotehnologii* Herson, 2013, 294 p.
[2] O.G. Burdo *Evolyutsiya sushilnyih ustanovok* Odessa: Poligraf, 2010, 368 p.

Екстрагування та концентрування фітопрепаратів в мікрохвильовому полі

Алла Бурдо, Альхурі Юсеф

Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту, ОНАХТ, УКРАЇНА, Одеса, Канатна,112,
E-mail: terma_onaft@rambler.ru

Abstract. Results of complex experimental researchings of cranberry, guelder rose, chockeberry and rose hip extraction processes are given. The methodics includes the definition of extract concentration, temperatures of fruits and flow, preasure in the recreational volume, power consumption in time. The kinetic dependences of extract saturation with target components on traditional technologies and at the microvare extractor were compared. The extraction effectiveness was measured through the spectral dependences.

Ключевые слова. Лекарственное растительное сырье, экстрагирование, микроволновой экстрактор, экспериментальное моделирование.

Вступ

Інтерес до технологій фітопрепаратів зростає. Це стосується лікувально-профілактичних рослин (чорноплідна горобина, журавлина, калина). Розповсюдженою лікарською сировиною є шипшина. За вмістом вітаміну С шипшина перевершує майже всі продукти рослинного походження. Цей факт вимагає проводити обробку такої сировини при низьких температурах. Основним технологічним процесом вилучення цільових компонентів при виробництві фітопрепаратів є екстрагування. Як правило, це терміновий процес з невиправданими витратами енергії та втратами корисних компонентів сировини.

Результати досліджень

Для сучасних технологій виробництва фітопрепаратів характерні серйозні науково-технічні протиріччя. Для зберігання лікувальних якостей препаратів, які є термолабільними, обмежують рівні термічного впливу, тому процес екстрагування триває тижнями. Рішення існує у площині використання інноваційних електрофізичних технологій адресної доставки енергії до елементів сировини, якім вона необхідна [1]. Світовий досвід свідчить про активну роботу над створенням екстракторів, які використовують мікрохвильові технології, але приклади їх використання при виробництві фітопрепаратів у літературі та вільному доступі не знайдено.

Експериментальне моделювання проводилось на 4 стендах, де реалізовувались різні способи екстрагування: на базі термостату (імітувались традиційні принципи екстрагування); на базі мікрохвильової камери при нерухомому шарі плодів; в вакуумному мікрохвильовому екстракторі конструкції ОНАХТ; в мікрохвильовому (МХ) екстракторі конструкції ОНАХТ з циркуляційним контуром. Стенд з циркуляційним контуром та холодильною машиною дозволяв підтримувати температуру в реакційному об'ємі на рівні 30 - 45 °С, що суттєво для збереження харчової цінності продукту. Досліди проводились у широкому діапазоні змін параметрів (табл.1).

Таблиця 1

Діапазон експериментального моделювання

Сировина	Тиск, МПа	Температура, °С	Концентрація, %	Гідромодуль
Шипшина	0,01 – 0,1	35 - 50	0 - 8	1/1…1/4
Чорноплідна горобина	0,1	40 - 100	0 - 9	2/1…1/2
Калина	0,1	60	0 - 6,3	2/1…1/2
Журавлина	0,1	60	0 - 6	2/1…1/2

Досліди проводились із цілими, розплющеними плодами, та їх частками. За результатами будувались графічні кінетичні залежності оптичної щільності від часу Д = f(τ); концентрації екстракту Хэ = f (τ); маси цільових компонентів m = f (τ); концентрації в твердій фазі Сі = f (τ), та термограми t = f (τ). Кінетичні залежності визначались при незмінних значеннях в

окремому досліді потужності електромагнітного поля, площі поверхні фазового контакту, розходу екстрагенту, гідромодулю. За цими параметрам формувались залежності ключового параметру – коефіцієнту масовіддачі.

Показано, що вміст сухих речовин у розчинах, які отримано в МХ екстракторах, на порядок вищий (табл.2). Крім того, ці екстракти мають більш високі якісні показники.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика параметрів чорноплідної горобини

Концентрація сухих речовин, % (екстрагування при 40 ˚С)			
МХ- обробка (30 хв)	Традиційний спосіб (30 хв)	МХ- обробка (60 хв)	Традиційний спосіб (60 хв)
10%	1%	11 %	2%

Відомо, що температура є фактором, що інтенсифікує процес екстрагування. Але, спектральні криві свідчать, що екстрагування при високих температурах приводить до руйнування комплексу біологічно-активних речовин чорноплідної горобини. А організація процесу у електромагнітному полі при температурі 40 °С дає кращі результати, ніж при високих температурах, підвищуються функціональні властивості готового продукту.

У дослідах з цілими плодами шипшини в нерухомому шарі порівнювався комплексний вплив температури та виду енергії. Встановлено, що за однаковий час екстрагування концентрація розчину і в традиційній технології, і в для процесів у МХ екстракторі були рівними. Але, досліди в термостаті проводились при температурі 70 °С, а рівень температур в МХ екстракторі був 20 °С. Енергоємність процесу у МХ екстракторі складала 0,3 МДж на 1 кг плодів. При МХ екстрагуванні на рівні температур у 70 °С енергоємність зросла у 4 рази, а вихід цільових компонентів – у 3,5 рази.

Подальше концентрування фітопрепаратів здійснювалось в МХ вакуумних апаратах (випарному, або сушарці). Зрозуміло, що електроенергія є більш дорогим ресурсом, ніж паливо. Тому проведено економічний аналіз загальних систем енергозабезпечення (традиційної та інноваційної). Розрахунки виконано з приведенням загальної кількості вилученої вологи до 1кг палива. В конвективній сушарці конверсія енергії має наступний вигляд. Трансформація енергії в схемі «паливо – водяна пара» здійснюється при ККД 50 %, в схемі «паливо – парова турбіна - електроенергія» становить 32 %. Процес сушіння в найкращих установках має енергетичний ККД 40 %. Тому корисна енергія становить 8 МДж. А це еквівалентно 3 кг вилученої із продукту вологи. Якщо використати електромагнітне підведення енергії, то результат (приведений до палива) буде вдвічі більшим.

Висновки

Дія мікрохвильового поля впливає на швидкість екстрагування більше, ніж температура. Мікрохвильова технологія екстрагування дає продукт із більшим вмістом барвників та функціональних компонентів. Вона відповідає сучасним вимогам до фітопрепаратів та є енергоефективною.

Список літератури

[1] O.G. Burdo *Pischevyie nanoenergotehnologii* Herson, 2013, 294 p.

Інноваційні теплотехнології концентрування соків

Бурдо. О.Г., Давар Ростами Пур

1. Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту, ОНАХТ, УКРАЇНА, Одеса, Канатна,112, E-mail: terma_onaft@rambler.ru

The results of kinetic of pomegranate juice evaporation in the microwave vacuum-evaporation plant (MVP) experimental simulation are presented. It is shown, that the MVP is an effective tool of juice concentration technology enhancement by the way of evaporation.

Ключові слова: вакуум – випарні апарати, мікрохвильові технології, концентрування гранатового соку.

Вступ

На світовому ринку соків попит на концентрати динамічно зростає. Проте, підвищуються і вимоги до концентрованих соків, деякі з них мають технологічні протиріччя. Так, сучасні принципи концентрування у вакуум – випарних апаратах обмежуються кінцевими концентраціями продукту (35 – 65% в залежності від виду соків), вони не забезпечують зберігання поживного потенціалу сировини. Процес концентрування у випарних апаратах підпорядковується принципам теплопередачі, тому із підвищенням концентрації підвищується термічний опір приграничного шару, зростає перегрів сировини.

Результати досліджень

В роботі пропонуються гіпотези про можливість проводити зневоднення при низьких температурах та на принципах адресної доставки енергії до елементів сировини. Розглядаються два процеси концентрування: блокове виморожування та залучення електромагнітних генераторів для безградієнтного підведення енергії під час зневоднення. Такі способи зневоднення започатковані на кафедрі процесів, обладнання та енергетичного менеджменту ОНАХТ.

Дослідження проведено за загальною схемою. По-перше, аналізувалась статика процесів – визначено матеріальні та енергетичні баланси. Далі на феноменологічних засадах записано математичні моделі комбінованих процесів перенесення з відповідними умовами однозначності. При блоковому виморожуванні розглядається гіпотеза «термічного парадоксу», а для електромагнітних апаратів – гіпотеза селективної дії потоку енергії.

В роботі вперше пропонується використати ідею «термічного парадоксу» [1] для конструкцій пластинчатих кристалізаторів, для яких отримано систему нелінійних диференційних рівнянь, що є моделлю нестаціонарної, спряженої гідродинамічної, теплової та масообмінної задачі, ускладненою рухомою границею між поверхнею льоду та соку. Основні складності чисельного модулювання пов’язані із визначенням гідродинамічної ситуації в об’ємі розчину. Тому, методами теорії подібності модель трансформована у критеріальну форму. Пропонується залежність дійсного часу тривалості процесу кристалізації від мінімального та поправок на специфіку теплових (ψ_1) та масообмінних (ψ_2) процесів: $\tau_д = \tau_{min}\, \psi_1\psi_2$. Значення τ_{min} визначається із числа Фур’є (F_o), яке є функцією числа фазового перетворення (P_h). Поправка ψ_1 є функцією числа Біо теплового, а ψ_2 – числа Біо масообмінного, для розрахунку якого потрібно значення коефіцієнта масовіддачі.

Комплексні експериментальні дослідження включали визначення статичних та кінетичних моделей для гранатового соку. Отримано залежності фазової рівноваги інтенсивності процесу кристалізації від ключових конструктивних та режимних параметрів, які узагальнено у вигляді функції числа Шервуда від чисел Релея, Шмідта та Прандтля.

В процесі гравітаційного сепарування блоку льоду досліджено 3 періоди. В перший період (його тривалість 10-15 хв.) відбувається стікання продукту з зовнішньої поверхні блоку льоду. Його концентрація на 2...3% перевищує концентрацію розчину для даного моменту часу, що свідчить про концентрацію в приграничному шарі. Другий період характеризується зростанням концентрацій стоків на 6 ... 15%, що відповідає кріоскопічним умовам. У третій період спостерігається монотонне зниження концентрації стоків, бо відбувається підвищення температури льоду, тануть тонкі шари на границі «лід-розчин».

Експериментальні дослідження процесу концентрування шляхом випаровування проведено на стенді, основними вузлами якого є: випарна камера, конденсатор, збірник конденсату та вимірювально-обчислювальний комплекс. Пара із камери подавалась в конденсатор, маса конденсату визначалась електронними вагами ТВЕ-0,21-0,01. Температури пари та продукту вимірювались датчиками типу Dallas DS 18b20. Інформація з ваг та датчиків температури через інтерфейс збиралась на планшет CHUWI CW1506. Розроблена програма обробляла бази даних та відображала на екрані дисплея термограми, поточні значення вилучення вологи та миттєві швидкості вилучення вологи (% в хвилину). В дослідах змінювались потужність магнетрону, об'єм соку, його початкова концентрація.

При цьому, використано сік, який вже згущений на традиційній вакуум випарній установці і мав початкову концентрацію 65 ^{o}brix. Завданням цієї серії дослідів було довести, що запропонована технологія спроможна на подальше ефективне підвищення концентрації. Результати доводять, що апарат надійно функціонує на високих концентраціях гранатового соку. Температура пари на виході з камери не перевищувала 35 ^{o}C, що гарантує збереження поживного ресурсу сировини. Всього було оброблено понад 300 дослідів випаровування гранатового соку та ехінацеї в діапазоні концентрацій 10 – 85 ^{o}brix, узагальнення яких визначило: $W = 0.76 * Bu^{1,13}$. Безрозмірна продуктивність апарата (W) має сенс відношення поточної продуктивності ($W_и$) до базової (прийнято, W_0 = 1г/с). Число енергетичної дії (Bu) є співвідношенням енергії, що необхідна в базовій технології (Qи), та енергії, що витрачається в магнетроні (N). Рівняння дозволяє розраховувати продуктивність мікрохвильового вакуум випарного апарата.

Висновки

Доказана гіпотеза про можливість направленого підведення енергії [2] до води у розчинах, що виключає процес формування приграничного шару та перегріви в об'ємі продукту, що концентрується. Процес згущення проходить без традиційної теплопередачі. Мікрохвильові вакуум випарні апарати спроможні забезпечити кінцеву концентрацію у 1,5…2 рази вищі, ніж традиційні. Температура концентрування не перевищує 35 ^{o}C та протікає при стабільних параметрах паропродуктивності.

Доказано положення про ефективність процесів блокового виморожування для виробництва концентратів соків в кріоконцентраторах, що розроблено в ОНАХТ. Організація процесу направленої кристалізації дозволяє формувати блок льоду із щільним пакуванням кристалів води. Показана можливість отримувати концентрати із 48 ^{o}brix. Ступень концентрування дорівнювала 2 – 3, що суттєво перевищує сучасний рівень. Розділення розчину при температурах не вище 0 ^{o}C гарантує високу ступень збереження поживного потенціалу сировини.

Список літератури

[1] O.G. Burdo *Holodilni tehnologiyi v sistemi APK*, Odesa: PolIgraf ,2009, 288p.

[2] O.G. Burdo *Pischevyie nanoenergotehnologii* Herson, 2013, 294 p.

The toolbox for solid catalysts porous structure regulation, catalysts characterization and application in acrylic acid synthesis *via* aldol condensation reaction

Roman Nebesnyi[1], Volodymyr Sydorchuk[2], Zoryan Pikh[1], Volodymyr Ivasiv[1], Svitlana Khalameida[2], Yuliia Nebesna[3], Iryna Shpyrka[1]

1. Technology of Organic Products Department, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, 12 S. Bandery str., 79013, E-mail: roman.v.nebesnyi@lpnu.ua

2. Institute for Sorption and Problems of Endoecology of NAS of Ukraine, UKRAINE, Kyiv, 13 Naumova str., 03164, E-mail: bilychi@ukr.net

3. Market Central Laboratory, Nestle Ukraine Ltd, UKRAINE, Lviv region, Malekhiv, 2a Kyivska str., 80383, E-mail: yuliia.nebesnya@ua.nestle.com

Abstract – in this work we present the toolbox for regulation of the solid catalysts porous structure and their application in aldol condensation reaction. The developed toolbox allows increasing efficiency of the catalysts in acrylic acid synthesis via aldol condensation method.

Keywords – acrylic acid, aldol condensation, solid catalysts, porous structure, hydrothermal treatment, mechanochemical treatment, microwave treatment.

Acrylic acid is a valuable chemical, world production of which amounts to over 4 million tons annually. The main industrial method of acrylic acid production is the two stage propylene oxidation process. This method is characterized by good economic efficiency and simplicity of technological design, but it is based on oil feedstock and therefore is strongly dependent on highly volatile oil market. Development of methods of renewable acrylic acid synthesis is a new trend. The most promising methods are acrylic acid synthesis based on glycerol (which is widely accessible and comparably inexpensive by-broduct of biodiesel production) and acrylic acid synthesis based on biomass (*via* intermediate stage of lactic acid formation). Another method which also can be considered as a method of renewable acrylic acid synthesis is aldol condensation of acetic acid with formaldehyde (*via* the scheme: biomass – syngas – methanol – acetic acid and formaldehyde – acrylic acid).

The key for successful implementation of acrylic synthesis based on acetic acid and formaldehyde is use of effective catalysts for the process, and they are still under development.

In present work we report the toolbox for regulation of porous structure of solid catalysts by methods of hydrothermal, mechanochemical and microwave treatment of catalysts or their supports. Along with the selection of qualitative composition of catalysts, their porous structure has huge effect on their catalytic performance. Reported nonconventional processes allow regulating porous structure in very wide range and therefore forming the direct interaction: catalyst synthesis – physical and chemical properties of the catalyst – catalytic performance in chemical reactions. Particularly, these techniques allow to create hierarchically built porous, namely meso-macroporous, structure.

As a representative example we demonstrate application of hydrothermal, mechanochemical and microwave treatment of catalysts and their supports as the way to achieve desirable pore size distribution of the catalysts surface and provide increase of acrylic acid formation selectivity and yield (Figs. 1 and 2). Thus, hydrothermal treatment (HTT) of silica support of B–P–V–W–O_x catalyst at 150 °C allows increasing the one-pass yield of acrylic acid synthesis from 58 % to 68 % at 91 % of acrylic acid selectivity. In addition to increase of mechanical strength of silica gel granules subjected to hydrothermal treatment, reduction of coke formation takes place, as well as prolongation of the catalysts life.

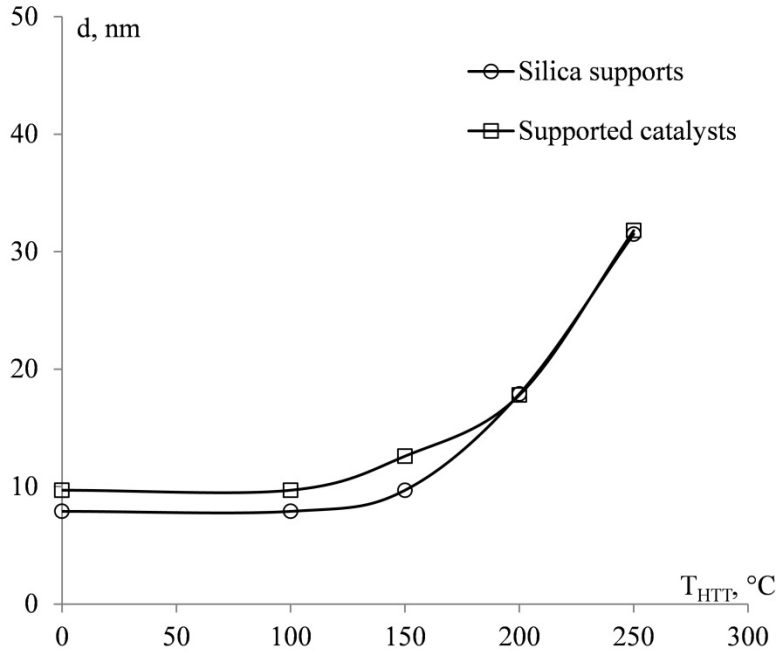


Fig.1. The effect of HTT temperature on average pore size (d, nm) of silica supports and supported catalysts.

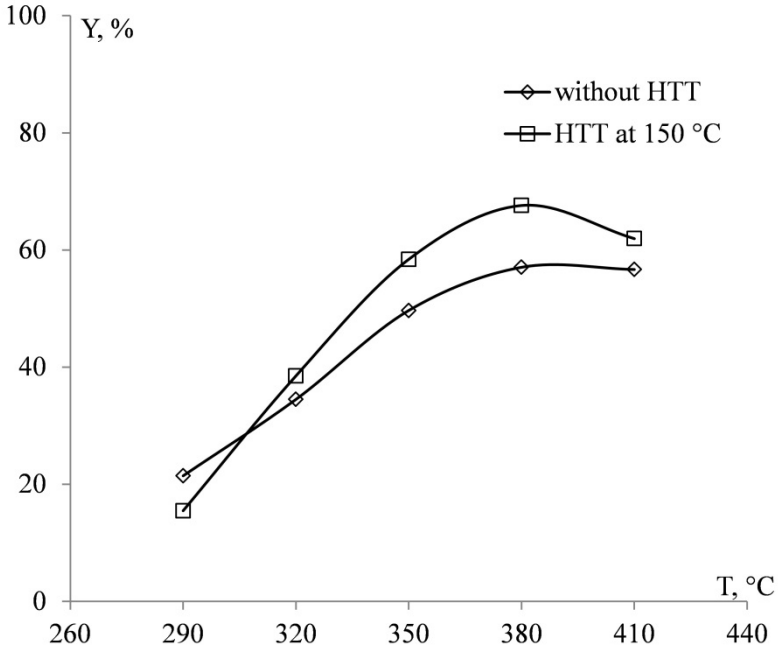


Fig.2. The effect of HTT temperature on Acrylic Acid yield (Y, %) at different reaction temperatures.

Similarly, the same approaches allow to optimize the pore structure of zirconium, titanium, cerium as well as mixed vanadium-titanium phosphates. As a result, the catalyst based on modified titanium phosphates exhibit high catalytic performances: the one-pass yield of acrylic acid is 61 % at 80 % of acrylic acid selectivity.

Acknowledgments

A part of this research was provided by the grant support of the State Fund for Fundamental Research (Ukraine).

Синтез та застосування 3-ацетилкумаринів

Вікторія Кошельник, Анна Магдійчук, Валентина Рокицька

1. Кафедра хімії, Хмельницький національний університет,УКРАЇНА, м. Хмельницький, вул. Чорновола 176/1Д, кв.35, E-mail: KoshelnykVY@gmail.com

2. Кафедра екології, Хмельницький національний університет,УКРАЇНА, м. Хмельницький, вул. Інститутська 13/1, кв. 12, E-mail: agony_in_heart@list.ru

3. Кафедра хімії, Хмельницький національний університет,УКРАЇНА, м. Хмельницький, вул. Грибоєдова, 13 E-mail: roki2016@ukr.net

Development of new and improvement of the known methods of synthesis of analogs of natural coumarins, study their structural characteristics, chemical and biological properties is certainly an urgent task. The aim of the work was the synthesis of coumarin and search among these compounds for using industry. To achieve this goal were made and the following objectives: to work out the best approach to the synthesis of coumarins and synthesize a series of new coumarins; analyze the physical and chemical properties, application features, study the spectral characteristics of the synthesized compounds. Methods for research - organic synthesis, spectral methods (ir spectroscopy), elemental analysis, and other methods.

Ключові слова: кумарини, 3-ацетил-5,6-бензокумарин, бензольний і гетероциклічний α-піроновий цикл, ІЧ спектроскопія, трьохкомпонентний синтез, 1-кумарин-3-феніл-пропенон, 1-(5,6-бензокумарил)-3-феніл-пропенон.

Вступ

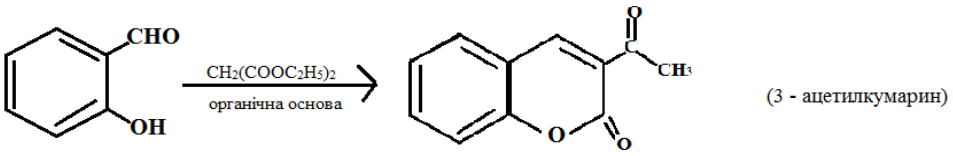
Кумарини широко застосовуються в промисловості як флуоресцентні відбілювачі, барвники і маркери в текстильній, полімерній, поліграфічній та фото-кінопромисловості. Більшість кумаринів виявляють характерну флуоресценцію в УФ-світлі в нейтральних спиртових, лужних розчинах і концентрованій сірчаній кислоті у видимій частині спектра. Цим особливо відрізняються похідні умбеліферону, які мають інтенсивну яскраво-блакитну флуоресценцію в УФ-світлі. Кумарини флуоресціюють в УФ-світлі жовтим, зеленим, блакитним, фіолетовим світлом. У лужному середовищі флуоресценція посилюється. Особливо інтенсивно флуоресціюють 7-гідроксикумарини , що пов'язано з утворенням хіноїдної структури в лужному середовищі. У кислому середовищі флуоресценція стає менш інтенсивною. Однією з найбільш характерних властивостей кумаринів як лактонів є їх специфічне ставлення до лугу. Для кумаринів характерна велика стійкість лактонного кільця, яке під дією гарячого розведеного лугу розмикається з утворенням солі цис-орто-коричної кислоти (цинамати). При цьому розчин жовтіє. При підкисленні розчину а-піроновое кільце замикається і кумарини регенеруються в незмінному вигляді. Ця властивість кумаринів використовується для їх якісного визначення (Лактонію проба).

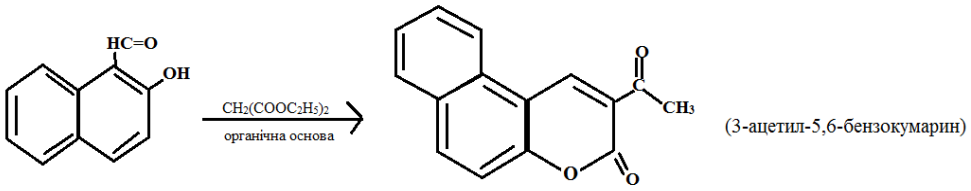
До флуоресцентних барвників відносяться також оптичні відбілювачі, які широко застосовують у побуті та техніці. Оптичні відбілювачі – це речовини, що є флуоресціюючими барвниками, які мають властивість перетворювати невидимі ультрафіолетові промені, що падають на тканину, на видимі блакитні і сині відбиті промені, які змішуючись зі жовтуватим відтінком білизни дають у результаті білий колір. Оптичні відбілювачі, покращуючи білизну тканини, не видаляють з білизни кольорових плям.

Основна частина

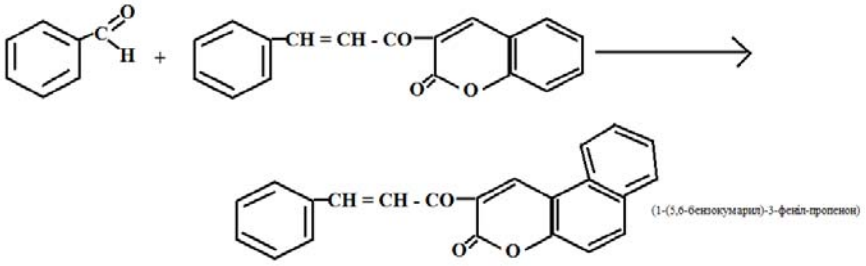
3-ацетилкумарин широко використовується в органічному синтезі в якості білдингблоку при отриманні різноманітних за будовою речовин. Одним із методів синтезу

кумаринів із замісниками в положення 3 є реакція Кневенагеля – взаємодія саліцилових альдегідів з ацетооцтовим ефіром в присутності органічних основ. Одним із найкращих каталізаторів для цієї реакції є піперидин (К= 11,12). Подібну основність має диетиламін (К= 10,93). При використанні піридину (К=5,23), основність якого значно менша, ніж у піперидину, реакція не відбувається.





Вихідні альдегіди – саліциловий і 2-гідроксі-1-нафтальдегід – були синтезовані реакцією Раймера – Тімана. 3-ацетил-5,6-бензокумарин використовується як лазерний барвник. Синтезовані кумарини були використані для конденсації із ароматичними альдегідами.



Висновки

Отже, проаналізовано ІЧ спектр синтезованих кумаринів, що дає змогу продовжувати дослідження. Цього було досягнуто після розподілу спектрів на складові частини, з яких складаються самі кумарини. Дослідження з даної тематики продовжуються. На теперішній момент триває пошук найкращих методів виділення та очищення синтезованих кумаринів. В подальшому будуть продовжені дослідження, які стосуються меншої токсичної дії синтезованих кумаринів порівняно із природними і тим самим можливість їх використання у різних галузях промисловості. Синтез і дослідження властивостей кумаринів надають можливість створити нові речовини і вказати напрямки їх застосування. Отже, застосування кумаринів допоможе знайти нові шляхи розвитку промисловості та створення нових лікарських засобів.

Дослідження впливу конструктивних параметрів аераційно-окислювальної установки роторного типу на процес знезалізнення артезіанської води.

Олександр Ободович[1], Віталій Сидоренко[1]

1.Інститут технічної теплофізики НАН України, УКРАЇНА, Київ, вул.Желябова 2а, E-mail: tdsittf@ukr.net

Abstract - The results of experimental study of the impact of frequency of the flow pulsations in the aerator-oxidizer that implements the discrete - pulse energy input method (DPIE) on the iron removal process from ground water are presented. An operating principle of equipment that implements this method is present. Found that at the frequency of the flow pulsations of 3 kHz concentration of iron in the water is reduced from 3.5 to 0.3 mg/L for one cycle of treatment.

Ключові слова – знезалізнення, метод дискретно-імпульсного введення енергії, аератор-окислювач

Вступ

В даний час для питного водопостачання використовується все більше води з артезіанських свердловин (підземні води). Одним з основних недоліків підземних вод є підвищений вміст в них заліза, вміст якого може сягати 10мг/дм^3 при граничній концентрації 0,3 мг/дм^3 [1]. Найбільш економічним, технологічно простим і екологічно раціональним способом знезалізнення, який базується на окисленні іонів заліза киснем повітря, є аерація. Ефективність аераційного очищення води від заліза залежить від гідродинамічних та масообмінних характеристик аеруючого пристрою. Метою даної роботи є дослідження впливу конструктивних та гідродинамічних параметрів аераційно-окислювальної установки роторного типу на процес знезалізнення підземних вод питного призначення.

Матеріали та методи

Для інтенсифікації процесу знезалізнення води створена аераційно-окислювальна установка роторного типу. Процес знезалізнення відбувається за рахунок створення дрібнодисперсної водно-повітряної суміші в аераторі-окислювачі, що складається з роторно-пульсаційного вузла та диску з лопатками та призначений для трансформації методом дискретно-імпульсного введення енергії електричної енергії, що підводиться, в фізичні, гідродинамічні, акустичні впливи на рідину [2]. Обробка води проводилася як за один цикл, так і в режимі рециркуляції. Об‘єктом дослідження слугувала вода з артезіанських свердловин з вмістом заліза від 1 до 10 мг/л. Вміст заліза у воді, що оброблялася, визначали за колориметричним методом із сульфосаліциловою кислотою.

Результати досліджень

Одним з показників, які впливають на гідродинамічну обстановку всередині аератора-окислювача є частота пульсацій потоку, який визначається, як добуток кутової швидкості обертання роторно-пульсаційного вузла на кількість щілин ротора та вимірюється в кГц. Дані по знезалізненню представлені на рис.1.

З отриманих даних можна зробити висновок, що частота пульсацій впливає на процес знезалізнення, забезпечуючи при значенні 3 кГц зниження концентрації іонів заліза до необхідного відбувається за один цикл обробки, тобто за один прохід води, що оброблюється, через аератор-окислювач. При зниженні частоти пульсацій до 2,5 кГц за два цикли обробки концентрація заліза зменшується від 3,5 до 0,3 мг/л. Зменшення частоти пульсацій до 2,0 кГц призводить до збільшення циклів обробки до шести.

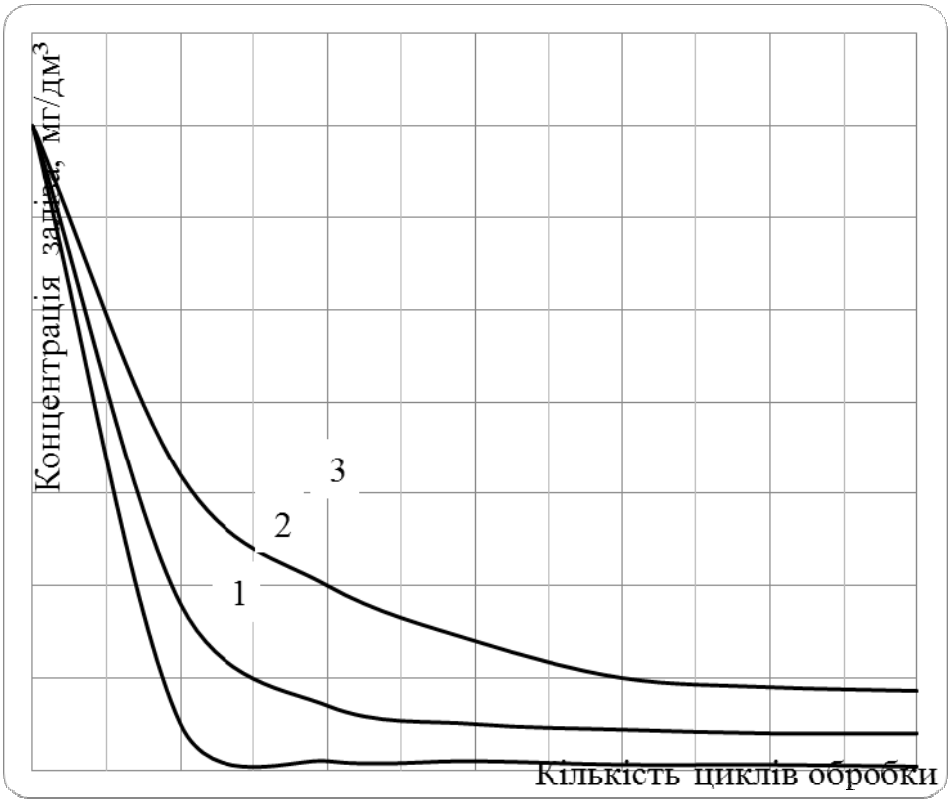


Рис.1. Залежність зміни концентрації іонів заліза в воді від кількості циклів обробки при частоті пульсації: 1 – 3,0; 2 –2,5; 3 – 2,0 кГц.

Висновки

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що керуючи гідродинамічними параметрами та змінюючи конструкційні особливості роторно-пульсаційного вузла аератора-окислювача можна регулювати динаміку і якість очищення артезіанських вод від сполук заліза, а саме впливати на умови формування водно-повітряної суміші, як з точки зору газовмісту, розміру та однорідності повітряних бульбашок, що утворюються в ааторі-окислювачі, так і з точки зору гідродинамічної обстановки навколо границі розділу фаз.

Список літератури

[1] S.A. Kutolin, G.M. Pisichenko *Himiya i mikrobiologiya vodyi*, Novosibirsk, Russian Federation: Izdatelstvo SGUPS, 2003.

[2] A.A. Dolinskiy *et al*. *Mikro- i nanourovnevyie protsessyi v tehnologiyah DIVE*, Kyiv, Ukraine: Akademperiodika, 2015.

Спосіб термоконтактного нагрівання та плавлення основ для м'яких лікарських форм

Олеся Степанова[1]

1. Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України,УКРАЇНА, м. Київ, вул. Желябова, 2а,

e-mail: htplab@ukr.net

The method for the thermal contact heating and melting of ointment bases for the manufacture of soft dosage forms which is introduced at pharmaceutical companies is presented and an installation for it implementation is developed.

Ключові слова – теплообмінні процеси, нагрівання, плавлення, мазева основа, інтенсифікація.

У фармацевтичній промисловості для виготовлення м'яких лікарських форм (МЛФ), що складаються з простої або складної мазевої основи, в якій зазвичай розчинені або дисперговані одна або більше діючих речовин. В якості таких основ виступають вазелін, парафін, ланолін, тверді жири та ін. Для забезпечення високої якості МЛФ при їх виробництві однією із задач є підготовка основи, а саме її нагрівання та розплавлення. Часто ємності з такими мазевими основами містяться в неопалюваних або погано опалюваних приміщеннях (складах, цехах і т.д.) та є надто в'язкими для їх вивантаження з тари і транспортування в реактори-змішувачі. А враховуючи низькі коефіцієнти теплопровідності таких основ, все це ускладнює та уповільнює їх розплавлення. Отже, актуальною задачею є розробка способу для інтенсифікації процесів нагрівання та плавлення основ для МЛФ.

Аналіз літературних джерел показав, що традиційні способи розплавлення основ для МЛФ за допомогою реакторів, ванн, електротканних нагрівачів, камер нагріву та ін. часто є енергозатратними, трудомісткими та контамінаційно небезпечними. Наприклад, спосіб плавлення, що реалізуються за допомогою нагрівальних елементів [1], [2], які розташовуються на зовнішній поверхні ємності і обігрівають основу через її стінку дозволяє створити рівномірний тепловий потік по всій висоті ємності, але при такому способі плавлення через стінки металевої ємності швидкість переміщення фронту плавлення в об'ємі мала через низьку теплопровідність основ, що призводить до розплавлення основи біля стінок ємності (можливість виникнення деструкції основи від перегріву стінок ємності), а в середині речовина залишається нерозплавленою (Рис. 1).

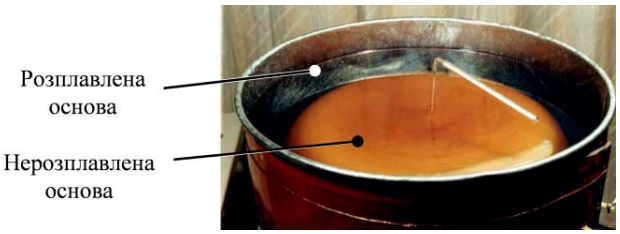


Рис.1. Процес плавлення вазеліну в ємності з використанням нагрівальних елементів, розташованих на зовнішній поверхні ємності.

В Інституті технічної теплофізики розроблений спосіб термоконтактного плавлення за рахунок контактного та конвективного переносу тепла [3], що дозволяє інтенсифікувати процес і зменшити енерговитрати. Спосіб плавлення основи МЛФ, розміщеної в циліндричній ємності, ґрунтується на русі дискового нагрівального елемента під дією сили тяжіння в процесі плавлення і перетікання розплавленої основи через зазори між диском і стінками ємності. Відмінність запропонованого способу від існуючих полягає в підведенні енергії безпосередньо до фронту фазового перетворення за допомогою дискового нагрівального елемента, який контактує із зовнішньою границею нерозплавленої речовини. Спосіб дозволяє нагрівати та розплавляти лише ту частину основи, яка необхідна, тобто реалізовувати дозований процес плавлення, що дає можливість більш раціонально

використовувати енергію. При цьому температуру дискового нагрівача в зоні контакту з основою підтримують нижчою температури її деструкції. В товщі розплаву підтримання температури плавлення відбувається за рахунок конвективної теплопередачі від верхньої поверхні нагрівача.

На основі запропонованого способу розроблена установка для термоконтактного нагрівання та плавлення (Рис. 2).

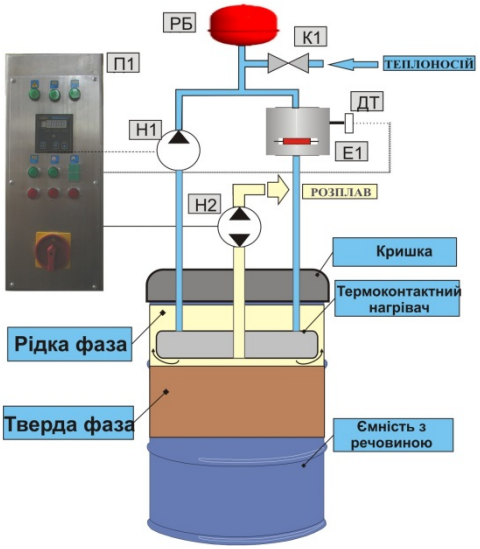


Рис.2. Принципова схема установки для термоконтактного нагрівання та плавлення: Н1 – циркуляційний насос; Н2 – продуктовий насос; ДТ – датчик температури; РБ – розширювальний бачок; П1 – пульт керування; К1 – запірна арматура контуру циркуляції теплоносія; Е1 – електричний нагрівач.

В установці об’єднані три технологічні операції: плавлення, вивантаження та дозування в одному технологічному циклі, що, окрім енергоефективності, дозволяє заощадити часові та людські ресурси.

Висновки

Розроблений спосіб та установка для термоконтактного нагрівання та плавлення дозволяє швидко та якісно розплавити необхідну кількість основи МЛФ для транспортування на наступні стадії виготовлення м’яких лікарських форм. Установки для термоконтактного нагрівання та плавлення впроваджені на фармацевтичних фабриках: КП “Фармація”, “Луганська фармацевтична фабрика”, м. Луганськ; АТ “Ризька фармацевтична фабрика”, м. Рига; ТОВ “Тернофарм”, м. Тернопіль.

Список літератури

[1] Website of “BRISKHEAT” corporation [Online]. Available: http://www.briskheat.com/.

[2] Website of “Fabtech Technologies International Pvt. Ltd.” corporation [Online]. Available: http://www.fabtechnologies.com/.

[3] Hrabov L.M., Mershchiy V.I., Bondar' S.I., “Sposib plavlennya rechovyny ta prystriy dlya yoho zdiysnennya”, Patent Ukrayiny 31435, hruden' 17, 2001.

Синтез нових хімічних сполук – важлива умова створення е фективного захисного одягу рятувальника

Марія Виниченко[1], Оксана Станіславчук[1], Орислава Горностай[1]

1. Кафедра промислової безпеки та охорони праці, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, УКРАЇНА, м. Львів, вул. Клепарівська, 35, E-mail: stok_oven@ukr.net

Abstract – The necessity of synthesis of chemical compounds to generate highly protective clothing for rescue team.

Ключові слова – несприятливе виробниче середовище, підкостюмний простір, висока та низька температура, небезпечні фактори пожеж

Вступ

В Україні працює майже 75 тисяч рятувальників. Внаслідок збільшення кількості резонансних пожеж в Україні, різко зріс травматизм пожежних. Основними виявленими причинами такої ситуації було визнано: оснащення оперативно-рятувальних підрозділів на 80% застарілою технікою, пожежно-технічним озброєнням,захисним спецодягом, засобами індивідуального захисту.

Виклад основного матеріалу

В результаті аналізу загального стану та перспектив модернізації системи ДСНС встановлено невідворотну необхідність у визначенні пріоритетів у сфері захисту від надзвичайних ситуацій, серед яких матеріально-технічне оснащення підрозділів реагування на надзвичайні ситуації відповідно до сучасних вимог та міжнародних стандартів, починаючи із захисного спецодягу. До основних небезпечних чинників пожежі відносять: відкритий вогонь та іскри; підвищену температуру навколишнього середовища; токсичні продукти горіння; дим; знижену концентрацію кисню в повітрі. Державними [1] та Європейськми стандартами [2] встановлені гранично-допустимі показники дії цих чинників на організм людини. Проте, крім зовнішніх чинників, на фізичний стан пожежного має вплив і тепловий стан у підкостюмному просторі, який залежить від важкості та напруженості виконуваних аварійно-рятувальних робіт, часу перебування працівника у засобах індивідуального захисту органів дихання.

Одним зі шляхів вирішення проблеми створення сприятливих мікрокліматичних умов у підкостюмному просторі рятувальника під час виконання ним аварійно-рятувальних робіт, є створення захисного одягу, оснащеного вкладками з хімічними сполуками, які здатні змінювати температуру (знижувати чи збільшувати), залежно від виду робіт та умов надзвичайної ситуації. Такі сполуки повинні бути безпечними для організму людини, зручними в експлуатації та недорогими.

Висновки

Зниження небезпеки для рятувальника в екстремальних умовах надзвичайних ситуацій неможливе без застосування хімічних сполук під час виготовлення ефективного захисного робочого одягу та спорядження. Тому постійно існує потреба у синтезі нових сполук, що повинні відповідати певним вимогам та умовам їх застосування.

Список літератури

[1] GOST 27331-87. Fire fighting equipment. Classification of fires.
[2] SO 3941:2007. Classification of fires.

Інноваційні енергозберігаючі технології і обладнання для промисловості

Юрій Снєжкін[1]

1. Інститут технічної теплофізики НАНУ, м.Київ, вул.Булаховського,2, E-mail: ittf_ntps@ukr.net

In this thesis presented a comprehensive solution to the problem of scientific substantiation and development of energy efficient technologies and equipment for the industry.

Ключові слова: теплотехнології, біопаливо, котел, теплогенератор, опалювально-варочна піч.

В роботі розглядаються деякі інноваційні розробки технології і обладнання створені в Інституті технічної теплофізики НАН України. На прикладі створеної за участі інституту, Державної програми модернізації систем теплопостачання проаналізовані найбільш ефективні тепло технології, які пропонували різні регіони України. Показані найбільш ефективні з них. Перш за все - це теплонасосні теплотехнології. Розглянуто стан їх впровадження в Україні і шляхи по їх подальшому широкому впровадженню. Одним з найбільш ефективних напрямків використання відновлюваних джерел енергії в Україні є біопаливо [1]. Представлені інноваційні розробки інституту в цьому напрямку. Це комплексна переробка торфу та біомаси на композиційне паливо з екстракцією гумінових речовин з фрезерного торфу. В результаті якої ми можемо отримувати і більш калорійне біопаливо на 10-15% і ефективне добриво для сільського господарства [2].

Представлено створене в інституті котельне обладнання потужністю 0,5 мВт, в якому застосовано роторний пелетний пальник, або пальник затисненого шару, які призначені для спалювання крупнофракційного твердого палива. Коефіцієнт корисної дії котла 85 %. Представлені соломоспалюючі водогрійні котли потужністю 100-350 кВт.

Теплогенератор для сушарок, який працює на деревинному паливі: трісці та гранулах, і має можливість застосування крупно-кускового палива. Потужність теплогенератора 0,7 мВт.

Опалювально-варочна піч з термоелектрогенератором ОВП-1 призначена для опалювання, приготування їжі та отримання електричної енергії в наметах, тимчасових спорудах, пересувних вагонах, будинках і спорудах в зоні надзвичайних ситуацій. Теплова потужність печі 4-7 кВт. Вихідна електрична потужність 15 Вт. Для зони АТО інститутом виготовлено кілька десятків таких печей.

Наводяться приклади, створених в інституті сучасних водогрійних котлів з утилізаторами теплоти різної потужності з ККД 93-98 %, які працюють на газу. Теплоутилізаційні установки для підігріву зворотної тепломережної води, дуттьового повітря, які підвищують ККД котла на 5-8 % і зменшують шкідливі викиди оксидів азоту на 40-50 %.

Представлені й інші інноваційні енергоефективні розробки, які дозволяють економити, а в деяких випадках і заміщувати використання природного газу в промисловості.

Висновки

В роботі представлені енергоефективні інноваційні розробки Інституту технічної теплофізики Національної академії наук Украіни для промисловості, які дозволяють економити, а в деяких випадках і заміщувати використання природного газу.

Список літератури

[1] Yu.F. Snyezhkin and D.M. Korinchuk, “The residue after extraction of humic substances of peat as a raw material for producing biofuels”, in *Scientists Proceedings Odessa National Academy of Food Technologies/ Ministry of Education and Science of Ukraine*, Odessa, 2015, edition 47, pp. 204-208.

[2] Yu.F. Snyezhkin, D.M. Korinchuk, M.M.Bezgin, I.V.Stepchuk, “*Analysis of energy under processing of thermal wet biomass into the solid biofuel production technologies”*, in *Scientists Proceedings Odessa National Academy of Food Technologies/ Ministry of Education and Science of Ukraine*, Odessa, 2015, edition 47, pp. 198-203.

Теоретичні аспекти екстрагування цільового компонента з пористої структури інертного тіла

Дмитро Симак[1]

1. Кафедра хімічної інженерії Національного університету «Львівська політехніка», Україна, м. Львів, 79013, вул. Ст.Бандери, 12

Annotation - the process of the periodic extracting of having a special purpose component is considered from the porous structure of inert solid of spherical form in a vehicle with mechanical interfusion. The chart of the idealizing layer extracting of having a special purpose component is accepted. The method of close material balance is used, that allows to apply integral correlation by means of that the kinetic coefficients of extracting are determined.

Ключові слова – екстрагування, кінетика, дифузія, коефіцієнт дифузії, періодичний процес, перемішування

Розглядається процес екстрагування цільового компонента з інертної твердої фази, що знаходиться у твердому стані на прикладі системи глина – купруму (II) сульфат. Екстрагування проводилось за допомогою води за температури 40^0C в апараті з механічним перемішуванням. Визначалась концентрація купруму (II) сульфату у рідині. Даний процес проводився з екологічною метою, а саме очищення літосфери з важких металів, що її забруднюють.

Припускається, що усі пори інертної фази заповненні твердим матеріалом і екстрагування відбувається пошарово. Заповнення екстрагованим компонентом носить ізотропний характер. Проведено аналіз процесу екстрагування, який оснований на точному рішенні диференціального рівняння дифузії речовини у пористій частинці та приблизному рішенні. У початковій стадії процесу концентрація цільового компоненту у рідинній фазі дорівнювала нулю (C_n = 0). Рішення задачі представляється як функція $1-\frac{\overline{C}_2}{C_S}=f(Fo)$, де $\overline{C}_2$ - середня концентрація у твердій фазі; C_S - концентрація насичення; Fo – число Фур'є.

Приблизне рішення основане на припущенні існування квазістаціонарного профілю концентрацій у твердому тілі вільному від твердого цільового компонента та пошаровому екстрагуванні цього компонента. Метод базується на використанні приблизного матеріального балансу у диференціальній формі, що враховує ці припущення. Інтегрування цього рівняння дозволяє встановити зв'язок між поточним положенням фронту переміщення границі розчинення та безрозмірним часом, представленим числом Фур'є. Графічна інтерпретація цієї залежності дозволила встановити ефективний коефіцієнт внутрішньої дифузії розчиненого компонента у порах твердої частинки.

Аналогічне обчислення ефективного коефіцієнта внутрішньої дифузії на основі точного рішення з представленням кінетичної залежності у напівлогарифмічних координатах дозволило представити залежність безрозмірної концентрації як функцію числа Фур'є для порівняльних методів дослідження. Розходження між двома методами не перевищує 9%.

Filtration drying of plant material for further extraction process

Kindzera D.P[1]., Atamanyuk V.M.[2], Hosovskyy R.R.[3], Mykychak B.M.[4]

1. Department of Chamical Engineering, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, St. Yura square, 9, E-mail: Kindzera74@ukr.net

2. Department of Chamical Engineering, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, St. Yura square, 9, E -mail: atamanyuk@ukr.net

3. Department of Chamical Engineering, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, St. Yura square, 9, E-mail: roma5477@meta.ua

4. Lviv College of Meat and Dairy Industry, UKRAINE, Lviv, Bortnyanskoho st., 30/32, Zf_nuht@bigmir.net

Abstract – This work presents results of experimental investigations during drying grinded artichoke stems which can be used as a raw material for extraction prosesses to obtain bioactive ingredients. The influences of temperatures and velocities of heat agent as well as heights of the material on kinetic were investigated and optimal parameters for the process implementation were identified.

Keywords – grinded artishoke stems, bioactive ingredients, extraction efficiency, filtration drying, kinetic, optimal parameters, effective diffusion coefficient.

Introduction

The growing demand for natural products has created a market for medicinal and aromatic plants which are widely used in pharmaceutical industry due to their bioactive ingredients. Nowadays, different extraction techniques have been widely investigated and applied to obtain natural compounds from them. Stems of Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.) can be successfully used as a raw material for extraction prosesses to obtain bioactive compounds with high antioxidant activity – polyphenols and flavonoids. Fresh stems contain a high level of moisture and their humidity is about 60% that's why the drying must be accomplished as soon as possible first of all because of the big risk of microbiological activity. As consequence of drying, there is a reduction of the weight and volume of the material that has a positive effect for transport and storage as well as for the preparation for other industrial processes. By drying plant materials we change the physiological state of the cell wall, making it more permeable to the diffusion of biologically active substances increasing the efficiency of extraction in general.

Drying processes are energy-intensive operations in the manufacturing lines of extracts and they represent from 30% to 50% of the total costs [1]. Since the cost of drying is a significant portion of the cost of manufacturing an extracts, improving efficiency or finding alternative drying methods is essential. Production and improvement of filtration drying equipment – a fairly promising direction because by using the filtration method of drying we can reduce energy consumptions in production lines. Drying conditions have significant influences on quality of the plant material, espessially on stability of bioactive compounds. Therefore it is necessary to known the optimal values of the process parameters in order to obtain the required quality characteristics of the material and the decrease of the energy consumption.

The aim of the work

To determine optimal parameters for preparation of dried artichoke stems for further extraction process to reduce energy costs in the production line of extracts and to obtain high quality products.

Raw material and methods

Grinded stems (particles from 0,08 to >5,0 mm) of Jerusalem artichoke were used as a raw material for the drying experiments. Each particle of the grinded stems was examined as a system

formed by a great number of cells with intracellular space both filled by liquid. The material presented an initial moisture content of 0,67 kg H_2O /kg d.m.

A set of experiments was conducted using a filtration hot-air dryer. Investigations were carried out at different temperatures (from 313 to 373 K) and velocities (from 0,66 to 1,68 m/s) of heat agent as well as different heights of the material (from 0,03 to 0,16 m).

Results of the research

The kinetic peculiarities of grinded artishoke stems during filtration drying at four temperatures of heat agent are shown in Fig. 1. The kinetic curves show the zone mechanism of filtration drying. They are characterized by two main periods – complete (lines a-b) and partial (lines b-c) saturation of the heat agent by moisture. Long period of partial saturation of the heat agent by moisture indicates the proceeding of diffusion processes in the material particles which define the time of filtration drying.

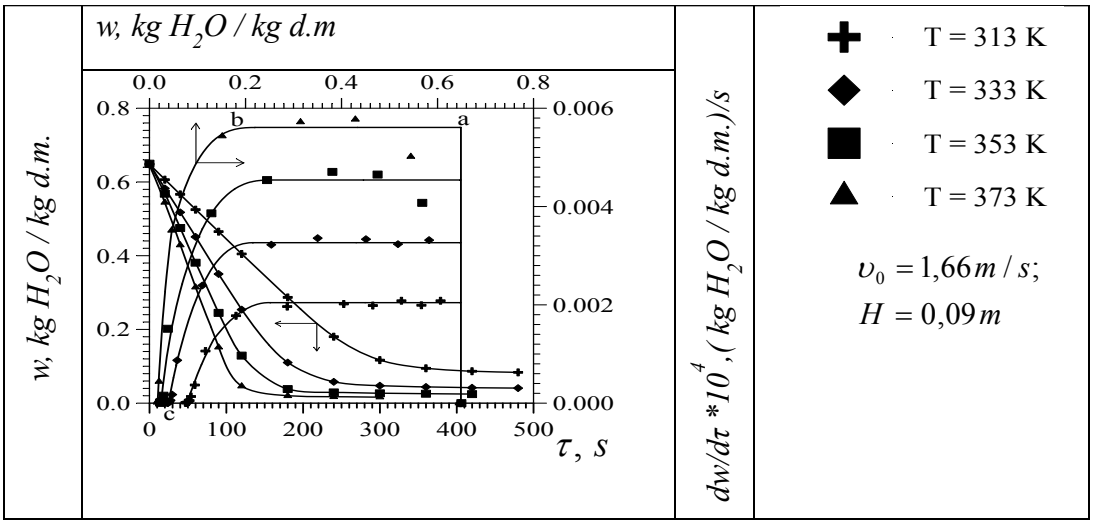


Fig. 1. Kinetic peculiarities at different temperatures of heat agent.

The effective diffusion coefficient increases with the elevation of the air-drying temperature. The coefficients of pore diffusion from the particle centre to its surface at different temperatures were determine and the estimated dependence of the effective diffusion coefficient on the heat agent temperature was approximated by equation:

$$D_w^t = D_w^{293} + 1.45 \cdot 10^{-9}(T - 293) \quad (1)$$

Optimal parameters for filtration drying of artishoke stems were determined in view of reducing energy costs and obtaining high quality raw material for extraction bioactive compounds: H=0,12m; T=353K; $\upsilon_0 = 1{,}34 m/s$

Conclusions. The influences of temperatures (from 313 to 373 K) and velocities (from 0,66 to 1,68 m/s) of heat agent as well as heights of the material (from 0,03 to 0,16 m) on kinetic during filtration drying of grinded artishoke stems were investigated and optimal parameters for the process implementation were identified: H=0,12m; T=353K; $\upsilon_0 = 1{,}34 m/s$

References

[1] Qaas F., Schiele E., “Einfluss der Energiekosten auf die Rentabilität im Trocknungsbetrieb (Influence of energy costs on the profitability of the dehydration of medicinal and aromatic plants)”, pp. 144-145, 2001.

Динаміка фільтраційного сушіння подрібненого міскантуса

Микола Мосюк, Зоряна Гнатів, Володимир Атаманюк, Микола Шимонович

1. Кафедра хімічної інженерії, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м.Львів, вул. С.Бандери,12., E-mail: mosiuk@ukr.net

The results of experimental researches of dynamics of the filtration drying of miscanthus are presented. Shown dependence of speed of drying of ground up miscanthus depending on her humidity and dependence of the lauter drying is analysed on technological parameters thermal to the agent and heights of layer of material. It is shown that speed of the lauter drying in the period of complete satiation of thermal agent does not depend the pairs of moisture on the height of layer of ground up miscanthus.

Ключові слова: динаміка, міскантус, швидкість фільтраційного сушіння, стаціонарний шар.

У зменшенні енергетичної залежності України важливе значення має розвиток і використання на біопаливо відновлюваних джерел енергії, зокрема рослинної біомаси [1]. В останні десятиліття, зростання попиту на відновлювальні джерела енергетики стало причиною підвищеного інтересу до енергетичних рослин. Україні належить великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, вона має добрі передумови для розширення використання на паливо [1].

Сьогодні за обсягами виробництва біомаса як паливо займає четверте місце в світі. Її частка в загальному виробництві первинної енергії досягає 10 % [1]. Багаторічні трави для виробництва біопалива мають значні переваги у порівнянні із традиційними : високу продуктивність біомаси, позитивний енергетичний баланс , невибагливість до грунту, посухостійкість. Отже ці рослини можна вирощувати на малопродуктивних землях, які мало придатні для вирощування продовольчих культур [2]. Авторами [1] встановлено що найпродуктивними поміж багаторічних культур виявились міскантус гігантський, сильфій пронизанолистий, гірчаки Вейріха та сахалінський, сіда багаторічна, топінамбур, а також соняшник однорічний. Найменш продуктивними виявились лофант анісовий і гісоп лікарський, які є ефіро4олійними культурами. Зокрема міскантус гігантський забезпечує одержання 12,0 т/га сухої маси , 210 ГДж/га та 7,2 т/га умовного палива. В Україні протягом останніх років міскантус (Miscanthus giganteus) вирощують з метою вивчення можливості промислового його використання для виробництва біопалива[2]. Відомо, йбільш рентабельний і енергоефективний в природних умовах України мискантус, який має безліч застосувань : в першу чергу як альтернативне джерело енергії (біопалива), а також в якості будівельного матеріалу, для тваринництва, в якості постільного приладдя, корма для тварин і тому подібне.

Енергетичний аналіз головних стадій виробництва біопалива дозволяє виділити основні ділянки, що впливають на енергоефективність виробництва та собівартість продукції. При виробництві біопалива найбільш енергоємним є процес теплового сушіння. Близько 90 % теплової енергії витрачається на випаровування вологи. В середньому на цей процес витрачається 12-20 % цільового продукту біопалива, що виробляється на підприємстві[3].

Експериментальна частина роботи.

На рис. 1 показана залежність швидкості сушіння подрібненого міскантуса залежно від її вологості. Точка b відповідає завершенню періоду повного насичення теплового агента парами вологи, тобто досягнення фронту масообміну перфорованої перегородки і переходу процесу фільтраційного сушіння до періоду часткового насичення теплового агента. Внаслідок того, що швидкість фільтрування теплового агента змінюється від $\omega_0 = 0{,}68\, м/с$ до $\omega_0 = 2{,}05\ м/с$, швидкість сушіння також зростає від $\frac{dw^c}{d\tau} = 0{,}002 \cdot 10^{-3}, \frac{кг\ H_2O/(кг\ сух.\ м.)}{c}$ до

$\frac{dw^c}{d\tau} = 0{,}0047 \cdot 10^{-3}$, $\frac{кг\ H_2O/(кг\ сух.\ м.)}{c}$, що пояснюється зростанням коефіцієнтів тепло- й масоперенесення. Сказане стосується і рис. 2 у випадку, коли зростає температура теплового агенту і, як наслідок, зростає сушильний потенціал теплового агента, що приводить до росту швидкості сушіння.

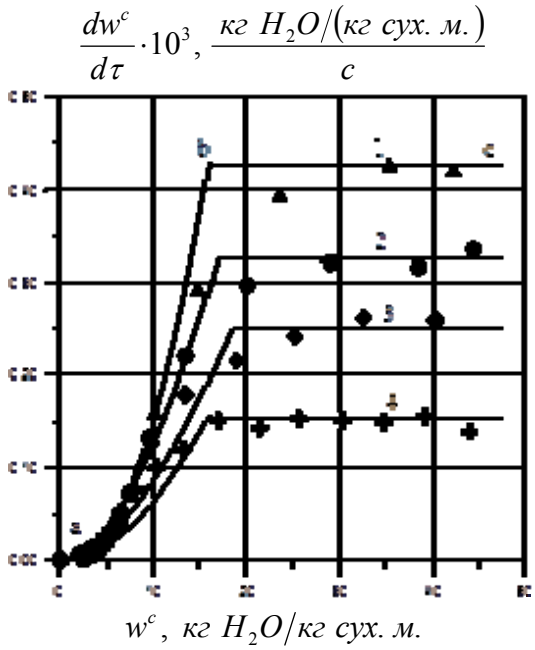


Рис 1. Швидкість фільтраційного сушіння подрібненого міскантуса за різної швидкості фільтрування теплового агента ($H = 60\ мм$, $t = 60^0 C$) 1 – ω = 0,68 *м/с;* 2 – ω = 1,14 *м/с;* 3 – ω = 1,6 *м/с* 4 – ω = 2,05 *м/с*

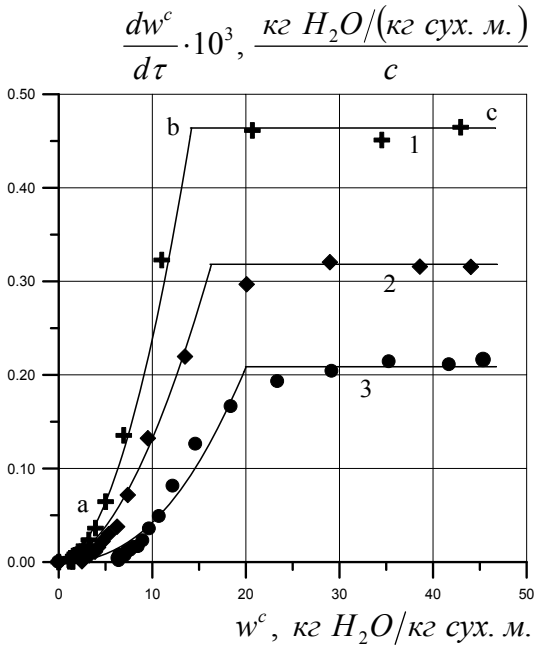


Рис 2. Швидкість фільтраційного сушіння подрібненого міскантуса за різної температури теплового агенту ($H = 60 мм$, $\omega_0 = 1{,}6 м/с$) 1 – t = 40 °C; 2 – t = 60 °C; 3 – t = 80 °C.

Висновки

Досліджено динаміку фільтраційного сушіння подрібненого міскантуса під час фільтраційного сушіння. Обґрунтовано існування двох етапів фільтраційного сушіння подрібненого міскантуса. Проаналізовано залежність фільтраційного сушіння від технологічних параметрів теплового агенту (сушильного потенціалу) і висоти шару матеріалу.

Список літератури

[1] V. Kurhak, H. Yefremova, Yu. Leshchenko and A. Tkachenko, "Enerhetychna tsinnist' bahatorichnykh travyanykh fitotsenoziv", Zbirnyk naukovykh prats' NNTs “Instytut zemlerobstva NAAN”, vol. 2, pp. 164-173, 2015.

[2] T. Stefanovs'ka, "Struktura entomokompleksu miskantusu hihant·s'koho miscanthus giganteus", Naukovi dopovidi Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny, vol. 33, no. 3, p. 6, 2012.

[3] Yu. Snezhkin, D. Korinchuk, M. Bez·hin and I. Stepchuk, "Enerhetychnyy analiz tekhnolohiy vyrobnytstva tverdoho biopalyva", Odes'ka natsional'na akademiya kharchovykh tekhnolohiy, vol. 45, no. 3, pp. 187-190, 2014.

Дослідження процесу одержання сухого гранульованого поліакриламіду та залежності пористості його шару від розміру частинок

[1]Василь Дулеба, [2]Надія Цюра, [3]Зоряна Гнатів, [4]Марія Лантвіт

Кафедра хімічної інженерії, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12., [1]E-mail: dulebavp@ukr.net, [2]E-mail: nadjacjura@rambler.ru, [3]E-mail: zorchyk@gmail.com

In the article the results of experimental researches of process of besieging of modified poliakrilamid are resulted from water solution by organic solvents with the purpose of receipt of him in a dry kind The got results of researches enable to use them for development of technological process and planning of vehicles in technology of receipt of granular dry poliakrilamid.

Ключові слова: модифікований поліакриламід осадження, пористість, гранулювання, флокулянт.

Для інтенсифікації процесу осадження дрібнодисперсної фази можна застосовувати різного виду флокулянти Найбільш поширеним в Україні флокулянтом є поліакриламід а також співполімери, одержані на його основі.

У вітчизняній промисловості існує лише метод сірчанокислотного одержання поліакриламіду(ПАА), при якому отримують низько концентрований розчин полімеру (8-10%). В кінцевому продукті знаходиться значна кількість незаполімеризованого мономеру тому що глибина перетворення акриламіду не завжди досягає ста відсотків. Також у водному розчині можуть бути присутні різні речовини які приймають участь в технологічному процесі. Наявність перечислених речовин, не зовсім корисних для здоровя людей та наколишнього середовища суттєво обмежують область застосування поліакриламідних флокулянтів зокрема в харчовій та фармацевтичній промисловості.

Для усунення вказаних недоліків розроблена схема одержання гранульованого поліакриламіду в сухому виді,яка складається з кількох етапів: осадження поліакриламіду з водного розчину, гранулювання, сушіння і т.д.

Осадження полімеру органічними розчинниками дозволяє одержати поліакриламід без сторонніх домішок й низькомолекулярних фракцій ,які вилучаються в процесі осадження. Гранулювання осадженого полімеру проводиться з метою одержання пористого зернистого матеріалу ,який поступає на сушіння.. Однак використання конвективного методу сушіння призводить до злипання гранул, що пояснюється різними швидкостями випаровування осаджувача й води з їх поверхні, внаслідок чого концентрація води на поверхні гранул перевищує 14%. При такій концентрації починається часткове розчинення полімеру на поверхнях гранул і вони злипаються. Запобігти цьому можна шляхом зменшення кількості розчину осаджувача на поверхні гранул й забезпеченням такої швидкості сушіння, яка б перевищувала швидкість дифузії вологи з середини гранул до їх поверхні.Досягнути такого результату можна шляхом використання методу фільтраційного сушіння, який дозволяє практично миттєво одержати готовий продукт і суттєво скоротити витрати розчинника-осаджувача. Оскільки для фільтраційного методу сушіння являється дослідження гідродинаміки та кінетики процесу та їх залежність від характеристики матеріалу авторами проводились дослідження залежності пористості (ε)зернистого шару від середнього діаметру частинок (d). В результаті проведення серії експериментів та математичної обробки одержано залежність:

$$\varepsilon = 27.03 \cdot d + 0.62$$

для інтервалу $0.25 \cdot 10^{-3} \leq d \leq 3.5 \cdot 10^{-3}$ м, яка використовується для математичних розрахунків гідродинаміки та кінетики фільтраційного сушіння гранульованого поліакриламіду.

OPTIMIZATION OF BIOCHEMICAL PROCESSES AND BIOENGINEERING

ОПТИМІЗАЦІЯ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

Protein Downstream Processing

Dorota Antos[1]

1.Department of Chemical and Process Engineering, Rzeszów University of Technology, POLAND, Rzeszów, Powstańców Warszawy Ave. 6, E-mail: dorota.antos@prz.edu.pl

In this work downstream processing of proteins is discussed. The general principles of different methods for protein separation and purification are presented. The focus is made on chromatographic methods and their coupling with extraction or membrane processes for efficient isolation of therapeutic proteins.

Keywords – protein, chromatography, extraction, downstream processing

Introduction

Recently, the demand for purified proteins such as: specific antibodies, protein conjugates, recombinant proteins, virus like particles etc., has increased considerably for medical use as well as for advanced diagnostics. The world market of biopharmaceuticals and recombinant proteins reached nearly 160 bln USD in 2014 and an estimated value of 280 bln USD by 2020. The share in the market is illustrated in Fig. 1.

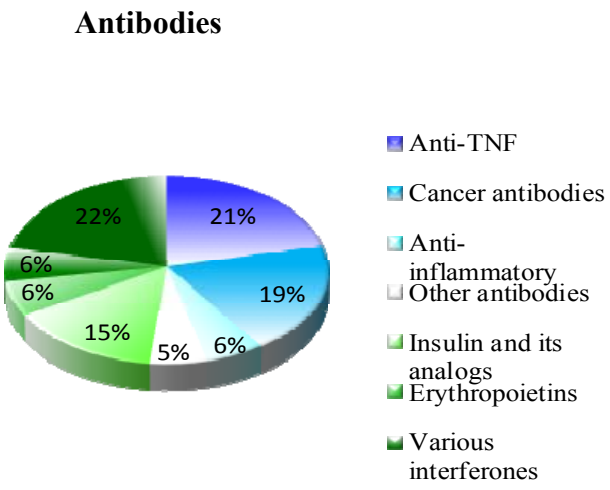


Fig. 1 Share of the market according to La Merie Publishing www.lamerie.com

Up to date, about 650 protein drugs have been worldwide approved, among which about 400 are obtained by recombinant technologies.

Because of the complexity of mixtures obtained as a product of fermentation processes, to obtain a target product with a desired purity a high number of purification stages is required, which involves high energy and chemical consumption (Fig. 2).

As purification process has become a crucial part of biotechnology, high interest has been aroused in cost-effective techniques that can separate proteins and be easily adopted for large scale operations. Various separation techniques have been developed including:

extraction, precipitation, crystallization, membrane processes, and chromatography. They belong to the most commonly used methods due to mild operating conditions, which ensure maintaining the biological activity of the protein.

The presentation will introduce the participants to separation techniques used in downstream processing of proteins. Particularly, chromatographic methods will be discussed and their coupling with extraction or membrane processes for efficient isolation of therapeutic proteins. As an example

the isolation of a monoclonal antibody from a cell culture supernatant and a recombinant protein from inclusion bodies will be shown [1, 2].

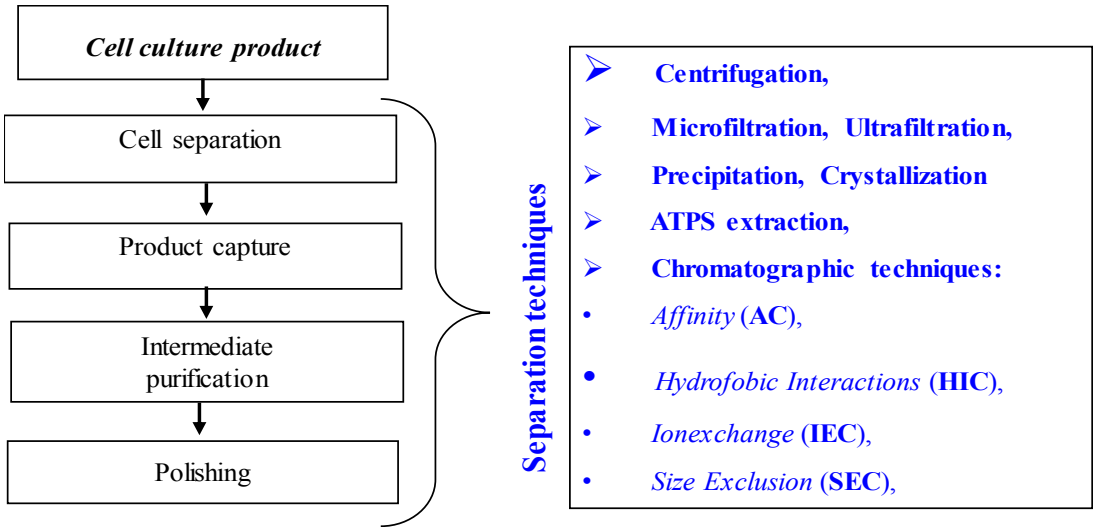


Fig. 2. Flowsheet scheme of production of bioactive proteins

The monoclonal antibodies constitute an important category of biotechnology drugs, which are being applied against a number of previously incurable diseases. Monoclonal antibodies are typically produced in Chinese hamster ovary (CHO) cell expression systems, where they are secreted from the cells. Due to the complexity of the supernatant mixtures isolation of the target protein requires development and design of efficient flowsheet schemes.

The inclusion body (IB) proteins are formed as a result of over-expression of recombinant proteins in *Escherichia coli*, where they occur in high concentrations. Moreover, because they can be washed with differential centrifugation, they are obtained in a rather pure form. However, they take a partially-folded, inactive form, which needs to be renatured to recover biological activity, and purified. Also in this case the efficient combination of different purification techniques is of the major importance [3, 4].

References

[1] Marek W., Muca R., Woś S., Piątkowski W., Antos D., “Isolation of monoclonal antibody from a CHO supernatant.I. Assessment of different separation concepts”, *J. Chromatogr. A* 1305 (2013) 55–63.

[2] Marek W., Muca R., Woś S., Piątkowski W., Antos D., “Isolation of monoclonal antibody from a CHO supernatant.II. Dynamics of the integrated separation on IEC and HIC colum”, *J. Chromatogr. A* 1305 (2013) 64–75.

[3] Ryś S., Piątkowski W., Antos D., „Predictions of matrix-assisted refolding of α-lactalbumin: Process efficiency versus batch dilution method”, *Eng. Life Sci.,* 15 (2015) 140–151.

[4] Ryś S., Muca R., Kołodziej M., Piątkowski W., Dürauer A., Jungbauer A., Antos D., „Design and optimization of protein refolding with crossflow ultrafiltration”, *Chem. Eng. Sci.,* 130 (2015), 290–300.

Design of bulk protein crystallization

Michał Kołodziej, Izabela Poplewska, Wojciech Piątkowski, Dorota Antos

Department of chemical and process engeenering, The Faculty of Chemistry, Rzeszow University of Technology, POLAND, Rzeszow, Powstańców Warszawy Ave. 6, 35-959 Rzeszow, E-mail: d264@stud.prz.edu.pl

Abstract – In this work an effective strategy for design of bulk protein crystallization by salting out has been proposed. Research have been conducted for two model proteins: ovalbumin and lyzosyme. For both proteins the crystallization process has been simulated based on an appropriate mathematical model in which the presence of water in the protein dense phase was accounted for.

Keywords – protein crystallization, salting out, crystallization water, mathematical modeling,ovalbumin, lysozyme

Introduction

Recently, a growing interest in production of bioactive proteins is observed, particularly in pharmaceutical industry. Industrial application of proteins is limited by high coasts of their production[1]. A large portion of this coast is generated by downstream processes, because the final product must fulfill a high purity demand and demonstrate proper biological activity. This causes that a large amount of research is focused on searching of new methods of separation and purification of proteins that allow reducing the production costs. An attractive method that allows meeting that goal is crystallization[1,2].

Typically, that technique is realized by salting out using cheap cosmotropic salts. The advantages of this method are not only low cost but also high efficiency and stability of crystalline phase obtained[1,3]. The latter feature is very important for product storage because polypeptide in the crystalline form preserves its activity for a long time[1].

However, there are administrative and technological challenges in using protein crystals. The main technological challenge is the complexity of protein crystallization and lack of knowledge on large-scale protein crystallization[1]. One of the problems with description of crystallization equilibrium is water binding by protein crystals.

As a case study the process of crystallization of ovalbumin and lyzosyme from ammonium sulphate solutions was investigated. The operating window for both process was localized by analysis of liquid and solid phase composition at solid-liquid equilibrium. Moreover, the structure of the solid phase was determined using an optical microscope. Amount of associated water in protein crystals was defined based on DSC experiments. For selected operating conditions salting out kinetics were determined. Based on the experimental data an appropriate kinetic model of salting out processes was selected and model parameters were estimated.

References

[1] D. Hekmat, “Large-scale crystallization of proteins for purification and formulation,” *Bioprocess Biosyst. Eng.*, vol. 38, no. 7, pp. 1209–1231, 2015.

[2] R. A. Judge, M. R. Johns, and E. T. White, “Protein purification by bulk crystallization: The recovery of ovalbumin,” *Biotechnol. Bioeng.*, vol. 48, no. 4, pp. 316–323, 1995.

[3] I. Poplewska, W. Piatkowski, and D. Antos, “Overcoming solubility limits in overloaded gradient hydrophobic interaction chromatography,” *J. Chromatogr. A*, vol. 1386, pp. 1–12, 2015.

Measurement conditions for determination of β-galactosidase activity in the presence of 2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) as substrate

Karolina Labus[1]

1. Division of Bioprocess and Biomedical Engineering, Faculty of Chemistry, Wroclaw University of Science and Technology, Poland, Wrocław 50-373, Norwida 4/6, E-mail: karolina.labus@pwr.edu.pl

***Abstract* – using enzymes, selection of valuable method for determination of their activityt is required. In presented study the conditions for spectrophotometric measurements of β-galactosidase activity using 2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) were selected. As a final result it was found that activity determination should be performed at 415 nm, pH 7.5, 37 °C, using 10 mM ONPG solution.**

Keywords – β-galactosidase, catalytic activity, specific substrate, spectrophotometric method.

Introduction

In biocatalysis studies, undeniably essential is selection the appropriate method for determination of catalytic activity of enzyme, which is the main research subject. Most of all, such a protocol should be characterized by good selectivity, sensitivity, precision and obtaining the results in a quite short time. Relating to most enzymes, direct monitoring of changes in the substrate or product concentration during catalyzed reaction could be effectively used to determine their activity. For that purpose may be applied as follows: classical methods of analytical chemistry (e.g. titration, colorimetry, spectrophotometry or chromatography) or physical methods (e.g. polarimetry, viscosity or turbidity measurements). Nevertheless, the most commonly used is UV-VIS spectrophotometry [1-4].

The main aim of the study was to establish the conditions for spectrophotometric determination of β-galactosidase activity in the presence of 2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) as substrate. Within the framework of presented research, the basic physico-chemical conditions for β-galactosidase activity assay were determined. Including: wavelength, pH, temperature, ONPG concentration and the range of enzyme concentrations for which application of this method was positively verified.

Experimental

2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG), 2-nitrophenol (ONP) and β-galactosidase from *Kluyveromyces lactis* were supplied by Sigma Aldrich (Germany). The other reagents, all of analytical grade, were purchased from Avantor Performance Materials (Poland).

The principle of the proposed galactosidase activity assay is based on the reaction of hydrolysis of ONPG to yellow 2-nitrophenol and colorless galactose. In this case, the enzyme activity is calculated from the change in the concentration of 2-nitrophenol per unit time. At first the UV-Vis spectra were performed for 2-nitrophenol solutions with different concentrations at pH 7.0, 7.5 and 8.0 (data not shown). As a result pH 7.5 and 415 nm was chosen as the appropriate wavelength for subsequent spectrophotometric measurements. Then, in three independent replicates the standard curve for ONP (concentration range 0.001 – 0.500 mM) was determined as C_{ONP} [mM]= $0.3396 \cdot Abs_{415nm}$ (R^2=0.997; SD=1.96%).

In order to determine the activity of galactosidase 10 µL of enzyme was added to 1 mL of substrate (ONPG). Then, using spectrophotometer, the change in absorbance at 415 nm was monitored for 3 – 10 min. The final concentration of ONPG (10 mM) for using in standardized procedure of activity assay was selected in kinetic studies performed at ambient temperature (data not shown). Taking into account that temperature has a significant effect on the rate of enzymatic reaction the dependence of β-galactosidase stability and activity from the temperature was

determined (Fig. 1a). Based on obtained result the 37 °C was chosen. In the last step of the study the sensitivity range of the spectrophotometric activity test was investigated. It was observed (Fig. 1b) that, in the entire range of applied concentrations of galactosidase (0.12-0.54 mM), the dependence of reaction rate from enzyme concentration is linear. First of all, this means that in this range of enzyme concentrations the proposed activity test can be successfully applied and the obtained results will be reliable and reproducible.

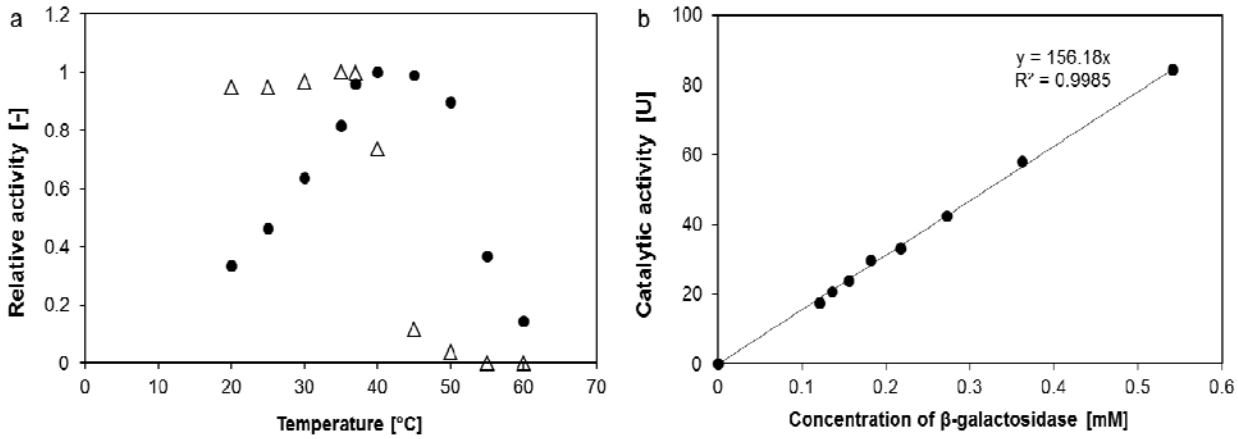


Fig.1. Stability (●) and activity (Δ) for β-galactosidase under different temperature conditions (a); Linear dependence of reaction rate from β-galactosidase concentration in the presence of 10 mM ONPG as substrate (b).

Conclusion

The main aim of the study was to establish the conditions for spectrophotometric determination of β-galactosidase activity in the presence of 2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) as substrate. As a final result, it was found that the β-galactosidase activity measurements should be performed at 415 nm, pH 7.5, 37 °C, using 10 mM ONPG solution and in the concentration range of enzyme 0.12-0.54 mM. Based on selected conditions, the standard unit of β-galactosidase activity (1 U) was defined as the amount of enzyme producing 1 μmole of 2-nitrophenol per minute during the hydrolysis of 2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside carried out at pH 7.5 and 37°C.

Acknowledgments

This research was supported by the project “Determination of an influence of composition and spatial structure of hydrogels on the properties of entrapped biocatalysts” financed by NCN 2015/19/D/ST8/01899 (Poland).

References

[1] Vermelho A.B., Couri S., “Methods to Determine Enzymatic Activity”, , 1st ed., Sharjah, UAE, Bentham Science Publishers, 2013, pp. 1-332.
[2] Bisswanger H., “Enzyme Assays”, Perspect. Sci., vol. 1, pp. 41-55, May 2014.
[3] Rossomando E.F., “Measurement of enzyme activity”, Methods Enzymol., vol. 182, pp. 38-49, May 1990.
[4] Eisenthal R., Danson M.J., “Enzyme assays: a practical approach”, , 1st ed., New York, USA, Oxford Univ. Press, 1992, pp. 1-351.

Термодинамічні властивості деяких похідних фурану

Кос Р.[1], Четвержук Я.[1], Маршалек А.[1], Горак Ю.[2]

1. Національний університет "Львівська політехніка", кафедра фізичної та колоїдної хімії.

Україна, м. Львів, вул. С. Бандери 12

e-mail: phys.chem.lp@gmail.com

2. Львівський національний університет ім. І. Франка, кафедра органічної хімії.

Україна, м. Львів, вул. Кирила і Мефодія 6

Summary – Using bomb combustion calorimetry method the combustion enthalpies of furyl 2-oxime, β- (2-furyl) -prop-2-eonic acid, ά-cyano-β- (2-furyl) -prop-2-enamide and ethyl ά- cyano-β- (2-furyl) -prop-2-enoat were identified. From the obtained values the formation enthalpies in condensed state were calculated.

Ключові слова – ентальпія утворення, бомбова калориметрія, 2-фурил оксим, β-(фурил-2)-проп-2-енова кислота, ά-ціано-β-(фурил-2)-проп-2-енамід, етил ά-ціано-β-(фурил-2)-проп-2-еноат.

Вступ

Гетероциклічні сполуки з фурановим циклом використовуються як стартові сполуки для синтезу біологічно-активних сполук з антиоксидантними, протигрибковими, протипухлинними та антибактеріальними властивостями. Знання термодинамічних властивостей даних сполук дозволить розраховувати енергетичні параметри хімічних процесів за їх участі та знаходити оптимальні умови їх проведення.

Експериментальна частина та результати досліджень

Структурні формули 2-фурил оксиму (О), β-(фурил-2)-проп-2-енової кислоти (К), ά-ціано-β-(фурил-2)-проп-2-енаміду (А) та етил ά-ціано-β-(фурил-2)-проп-2-еноату (Е) зображені на рис. 1.

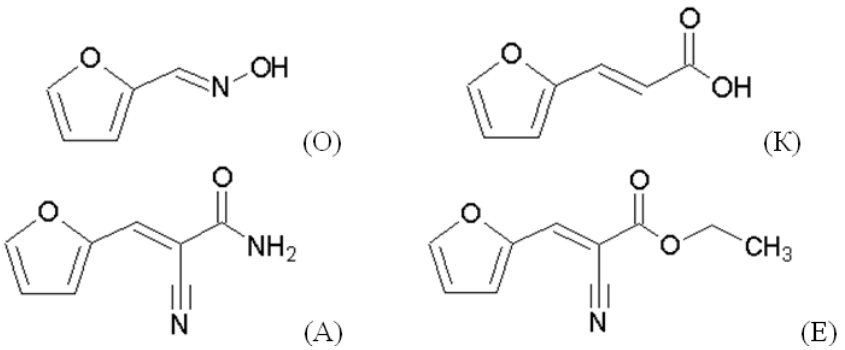


Рис. 1. Структурні формули досліджених сполук

Будову синтезованих сполук підтверджували даними ЯМР-спектроскопії. Спектри ЯМР^{1}Н записували на спектрометрі Varian 600 (600 МГц). Як розчинники використовували - ДМСО-d6. Хімічні зміщення (δ. м.ч.) наведені відносно сигналу ДМСО та наведені у таблиці 1.

Чистота сполук підтверджена результатами хроматографічного аналізу на приладі Agilent 1100 HPLC з діодною матрицею та мас-селективним детектором на колоні Zorbax SB-C18, 4.6mm×15mm, елюент А – ацетонітрил-вода з 0.1% TFA (95:5) за нормальних умов. Домішки не були виявлені.

Енергію згорання сполук визначали за допомогою калориметра В-08-МА з ізотермічною оболонкою (±0.003 К). Енергетичний еквівалент калориметричної системи (W=14901±11 Дж/В) визначали спалюванням еталонної бензойної кислоти марки К-1 (вміст основного компонента 99.95% мас.), теплота згорання якої з урахуванням фактора Джессупа становить ΔU_C = -26434.4 Дж/г.

Таблиця 1

Спектри ЯМР ^{1}H досліджених сполук

Сполука	Хімічні зміщення, δ, м.ч.
О	^{1}H NMR (600 MHz, DMSO – *d*6) δ 6.64 (d, *J* = 3.3 Hz, 1H, fur), 7.21 (d, *J* = 3.5 Hz, 1H, fur), 7.54 (t, *J* = 3,8 Hz, 1H, fur), 7.77 (s, 1H, CH), 11.81 (s, 1H, OH).
К	^{1}H NMR (600 MHz, DMSO – *d*6) δ 12.44 (s, 1H, COOH), 7.87 (d, *J* = 1.8 Hz, 1H, 5-H fur), 7.43 (d, *J* = 15.8 Hz, 1H, CH=), 6.96 (d, *J* = 3.3 Hz, 1H 3-H fur), 6.66 (dd, *J* = 3.3, 1.8 Hz, 1H, 4-H fur), 6.20 (d, *J* = 15.8 Hz, 1H, CH=)
А	^{1}H NMR (600 MHz, DMSO – *d*6) δ 6.83 (dd, *J* = 3.3, 1.5 Hz, 1H, Fur). 7.37 (d, *J* = 3.5 Hz, 1H, Fur), 7.79 (d, *J* = 40.9 Hz, 2H, NH_2), 7.99 (s, 1H, CH), 8.13 (d, *J* = 11.1 Hz, 1H, Fur)
Е	^{1}H NMR (600 MHz, DMSO – *d*6) δ 1.30 (t, *J* = 7.1 Hz, 3H, CH_3), 4.29 (q, *J* = 7.1 Hz, 2H, CH_2), 6.89 (dd, *J* = 3.5, 1.6 Hz, 1H, Fur), 7.54 (d, *J* = 3.6 Hz, 1H, Fur), 8.15 (s, 1H, CH), 8.24 (d, *J* = 3.6 Hz, 1H, Fur)

Досліджені речовини за нормальних умов перебувають у твердому агрегатному стані. Перед проведенням досліду їх перетирали в халцедоновій ступці, таблетували у прес-формі та розташовували в платиновій чашці. Зразки спалювали в териленовій ампулі для запобігання окисненню зразка до початку досліду. Запалювання зразків в умовах досліду ініціювали розрядом конденсаторів через ніхромову дротину, що підпалювала бавовняну нитку. Початковий тиск кисню, попередньо очищеного від горючих домішок, вуглекислого газу та води, становив 3.0 МПа. Початкова температура головного періоду у всіх дослідах становила 298.15 К.

Після кожного спалювання проводили кількісний аналіз продуктів згорання на наявність моно- та діоксиду вуглецю, сажі та азотної кислоти. Кількість утвореного діоксиду вуглецю визначали за методом Россіні з точністю ± $1\cdot10^{-4}$ г. Кількість сажі, яка утворювалася на стінках платинової чашки, визначали зважуванням з точністю ± $5\cdot10^{-6}$ г. Вміст HNO_3 визначали титруванням 0.1н розчином NaOH.

Зміну внутрішньої енергії реакції згорання сполук в стандартних умовах ($\Delta_C U^o$) визначали з урахуванням поправки Уошберна π. Стандартну ентальпію згорання речовин $\Delta_C H^o$ знаходили, враховуючи поправку на роботу розширення ΔnRT. Стандартні ентальпії утворення речовин у конденсованому стані $\Delta_f H^o$ знаходили за рівнянням $\Delta_f H^o(C_aH_bO_cN_{d(тв)}) = a\cdot\Delta fH^o(CO_2,г) + b/2\cdot\Delta_f H^o(H_2O,рід) - \Delta_C H^o(C_aH_bO_cN_{d(тв)})$. В Таблиці 2 наведені значення величин (кДж/моль) ΔU_B, $\Delta_C U^o$, $\Delta_C H^o$, $\Delta_f H^o$(тв) для досліджених сполук.

Таблиця 2

Ентальпії згоряння та утворення досліджених сполук (кДж/моль)

Сполука	$-\Delta U_B$	-π	$-\Delta_C U^o$	ΔnRT	$-\Delta_C H^o$	$-\Delta_f H^o$(тв)
О	2585,8±0,8	1,9	2587,7±0,8	0,6	2587,1±0,8	95,1±0,8
К	3189,7±1,8	2,8	3192,5±1,8	0	3192,5±1,8	419,6±1,8
А	3870,3±4,3	3,0	3873,3±4,3	1,2	3872,1±4,3	133,6±4,3
Е	4885,2±6,5	3,7	4888,8±6,5	-0,6	4889,4±6,5	331,9±6,5

Висновки

Експериментально визначені ентальпії згоряння та утворення 2-фурил оксиму, β-(фурил-2)-проп-2-енової кислоти, ά-ціано-β-(фурил-2)-проп-2-енаміду та етил ά-ціано-β-(фурил-2)-проп-2-еноату. Одержані величини дозволять розраховувати енергетичні параметри хімічних процесів за їх участі та знаходити оптимальні умови їх проведення.

Оптимізація біохімічного процесу очищення промислових стічних вод

Світлана Лисицька[1]

1. Кафедра хімії, Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", Україна, Дніпро, пр. Д. Яворницького, 19, E-mail: lsvet050549@gmail.com.

There is analyze of the presence of high contamination with harmful substances in industrial wastewater that are dropped into natural water bodies. The applicability of using immobilized fibrous cells as modular elements for biochemical treatment of mining and metallurgical enterprises wastewaters is grounded. The aim of this method is process efficiency improving and ensuring a high level of hardly oxidable substances conversion.

Key words – wastewater, biochemical process, immobilized cells, polymeric supports.

Аналіз проблеми

Специфіка масштабних індустріальних галузей, а саме металургійної та вугільної полягає в тому, що їх підприємства є найкрупнішими споживачами води [1]. Така особливість виробничої діяльності супроводжується утворенням як умовно-чистих, так і забруднених стічних вод, а це не дозволяє повною мірою уникнути шкідливого впливу на природні поверхневі й підземні водні об’єкти.

Враховуючи, що практично кожне металургійне виробництво включає технології, що потребують постійного водопостачання, характеристика водовідвідних стічних вод являє собою складну систему розчину з широким спектром шкідливих речовин (дрібнодисперсні частинки металів, їх оксиди й гідроксиди; сульфатні, нітратні, нітритні іони; нафтові речовини). Стоки такого підприємства, як правило, характеризуються підвищеним вмістом завислих речовин, важких металів, нафтопродуктів, солей хлоридів, сульфатів, нітратів з концентрацією вище, ніж ГДК, у 3–8 разів; підвищеними показниками загальної лужності та жорсткості [2].

Гірничоексплуатаційний процес, внаслідок наявності змішування природних вод із забрудненими шахтними й переміщенням цих потоків гірничими виробками, призводить до зашламовування водостічних канав й водозбірників [3]. У стоках комплексу водовідливного господарства деяких вугільних шахт виявлено різноманітні баластні хімічні речовини (колоїдні сполуки, феноли, нафтопродукти, аміак, азотисту кислоту, важкі метали, сульфати кальцію та магнію тощо) [4]. При цьому показники забруднення шахтних стоків для кожного добувного підприємства є індивідуальними, а основною проблемою є незначний рівень їх окиснювальності – коливається у межах 2–50 мг/л [2].

Відхилення параметрів стоків металургійних та гірничо-видобувних підприємств від санітарно-гігієнічних норм сприяє зниженню рекреаційно-господарчих функцій природних водойм, активує реакції замулювання тощо. У практиці багатостадійного очищення й доочищення стічних вод, в тому числі і шахтних, використовується різні методи, у тому числі і біохімічні. Останнім часом перспективною технологією вважається використання процесів контактної коагуляції на основі синтетичних матеріалів [5].

Метою досліджень є обґрунтування доцільності застосування на стадії біохімічного очищення промислових стічних вод модульних елементів – волокнистих носіїв, що іммобілізовані клітинами мікроорганізмів, підвищення ефективності фільтрувального процесу та можливості включення освітленої зворотної води у технологічний цикл.

Результати досліджень

Об’єкти дослідження – стічні води підприємств ВСП «Шахта «Самарська» ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» та ПАТ «Євраз–ДМЗ».

Водовідлив шахти складає 10200 м^3/добу. Стічні води шахти, які після очисних споруд скидаються у природний ставок балки Таранова, характеризуються переважно хлоридно-натрієвим типом з мінералізацією від 1,6 до 23 г/дм^3, жорсткі. За середніми даними заводської лабораторії концентрація забруднювачів в очищених стоках за всіма показниками перевищує ГДК (хлоридів у 10 разів, сульфатів – у 7, заліза – у 8, а нафтопродуктів майже у 15,6) В окремих пробах були визначені здатні до акумуляції токсичні елементи (берилій, манган, стронцій, титан, свинець) [4].

Стоки металургійного підприємства, які через колектори надходять у річку Дніпро, також мають підвищену концентрацію, мг/л: завислих речовин 600–700; нафтопродуктів 60–100; хлоридів 28–287; сульфатів 45–188; нітратів до 7; нітритів до 8,5; амонійного азоту до 40; загального заліза 9–40; загальна лужність – 4,5 мг-екв/л; загальна жорсткість 0,8–1,6 мг-екв/л [2].

Для більш повного перебігу окиснювально-відновних реакцій біохімічного очищення стічних вод запропоновано завантаження аеротенку багатоступеневою іммобілізованою системою фільтрувального матеріалу. Інертні елементи типу «йорж» в контейнері виготовлені з поліамідних або капронових волокон, закріплені на неіржавіючому дроті товщиною 1–1,4 мм. Діаметр одного полімерного елементу «йорж» становить 120 мм. Використання системи полімерної волокнистої насадки як контактного середовища дозволяє підтримувати оптимальну дозу активного мулу в аеротенку у межах 1–5 мг/л, сприяє пролонгованості та високому рівню біохімічного перетворення важкоокиснювальних забруднюючих речовин.

Висновки

Конструктивне удосконалення фільтрувальної системи шляхом іммобілізації клітин активного мулу на полімерному носії сприятимуть підвищенню надійності і ефективності роботи очисного технологічного комплексу із забезпеченням ступеня біохімічного очищення шахтних вод до 98 %.

Список літератури

[1] Sokolov M.P. Ochystka stochnыkh vod : ucheb. pos. , Nab. Chelnы : KamPY, 2005, 213 s.

[2] Otsenka vozdeystvyya na okruzhayushchuyu sredu : rabochyy proekt PAO Evraz-DMZ ym. Petrovskoho, D. : Yzd-vo «Dnepromet, 2004, 168 s.

[3] V.K. Kostenko [y dr.], Fyzyko-khymycheskye osnovы tekhnolohyy osvetlenyya y obezzarazhyvanyya shakhtnыkh vod : monohrafyya; pod obshch. Red, Donetsk : VYK, 2009, 438 s.

[4] Otsenka vozdeystvyya na okruzhayushchuyu pryrodnuyu sredu: proekt PSP Shakhta «Samarskaya», Kn. 3. – D. : Yzd-vo «Dneprohyproshakht», 2004, 190 s.

[5] Omel'chenko M.P. Kovalenko L.Y., Yssledovanyya voloknystыkh nasadok dlya ochystky pryrodnыkh y stochnыkh vod, Zb. nauk. pr. DonNABA, 2015. ,S. 17–23.

Синтез нових гетероциклічних похідних на основі 4,6,4',6'-тетрахлоро-гідразо-біс-1,3,5-триазину

М. Слесарчук, В. Самборський, А. Кархут, Х. Болібрух, А. Кудринецька, В. Сингаєвський, С. Половкович, В. Новіков

Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет „Львівська політехніка”, УКРАЇНА, Львів, E-mail: spolovkovych@ukr.net

Based on scaffolds 4,6,4',6'-tetrachlor-hydrazo-bis-1,3,5-triazine, was conducted a series of chemical reactions and their subsequent optimization, to obtain new physiologically active systems.

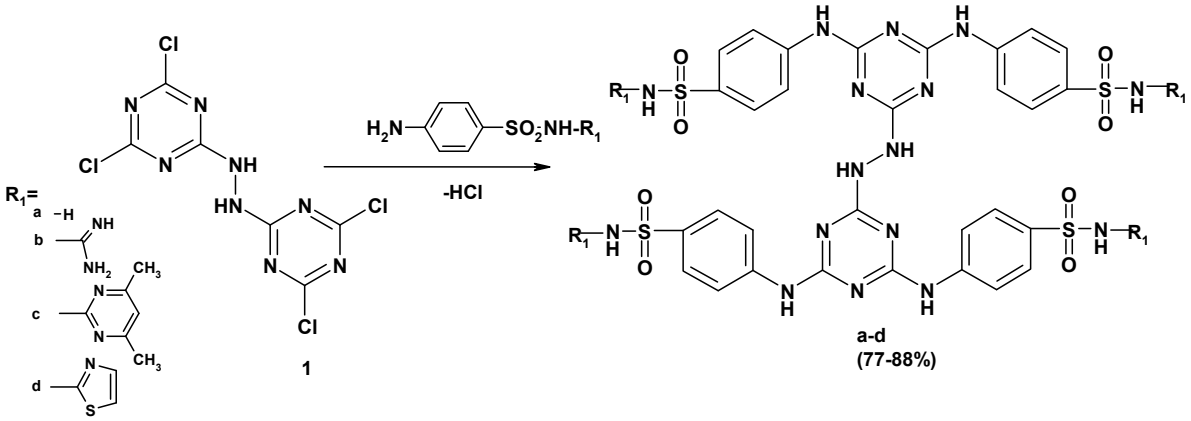
Ключові слова - триазин, 4,6,4',6'-тетрахлоро-гідразо-біс-1,3,5-триазин, скафолд, оптимізація, нуклеофільне заміщення.

Вступ

Розробка та конструювання високоактивних нітрогеновмістних антибактеріальних гетероциклічних похідних продовжують залишатися одним із найважливіших аспектів для виробництва біологічно активних продуктів та їх структурних аналогів.

В останнє десятиліття значний інтерес для синтезу нових функціонально заміщених азогетероциклічних сполук представляють похідні 4,6,4',6'-тетрахлоро-гідразо-біс-1,3,5-триазину із -C-N-, -C-S- та -C-O- звязуючими містками. Наявність високореакійних атомів Cl дає можливість використовувати дані сполуки для ряду подальших модифікацій. Варіювання замісників в 4,6,4',6'- положеннях дозволяє отримати «бібліотеки» нових сполук з диверсифікованими властивостями.

За результатами проведеної роботи було одержано ряд принципово нових азогетероцикліних систем із -C-N- звязуючими містками на онові 4,6,4',6'-тетрахлоро-гідразо-біс-1,3,5-триазину.



Висновки

У роботі, використовуючи скафолд 4,6,4',6'-тетрахлоро-гідразо-біс-1,3,5-триазину, було проведено конструювання та встановлення оптимальних умов синтезу для одержання нових нітрогеновмістних гетероциклічних похідних з диверсифікованими властивостями.

Список літератури

[1] M.Slesarchuk, “Syntez ta khimichni peretvorennya sul'fanilhidrazyniv na osnovi 1,3,5-tryazynu, ” Visnyk NULP, №841, pp. 233-240, 2016.

BIOMEDICAL ENGINEERING

БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Дослідження кореляції між сигналом електросну і біоритмами мозку

Євгенія Яковенко[1], Євген Сторчун [1]

1. Кафедра «Електронні засоби інформаційно-комп'ютерних технологій»,Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. Професорська, 2, E-mail: yakovenko@polynet.lviv.ua

Abstract - Method for investigation of correlation between the electrosleep signals and human brain waves realized in Matlab Simulink is proposed. Effect of electrosleep signal frequency and width on correlation coefficient value is analyzed.

Key words: electrosleep, encephalogram, brain waves, correlation coefficient

Вступ

Електросон - терапія - метод нейротропної терапії, в основі якого лежить вплив на ЦНС пацієнта постійним імпульсним струмом (переважно прямокутної форми) низької частоти (1-160 Гц) і малої сили (до 10 мА) з короткою тривалістю імпульсів (0.2-0.5) мс [1,3]. Це дозволяє викликати особливий психофізіологічний стан, який призводить до відновлення емоційної, вегетативної та гуморальної рівноваги. Для успішного застосування методики слід підібрати параметри сигналу електросну таким чином, щоб максимізувати його вплив на центральну нервову систему. Одним з індикаторів такого впливу можна вважати коефіцієнт кореляції між сигналом електросну і біоритмами людського мозку. Тому в роботі запропоновано методику для його дослідження.

Методика модельних досліджень

Для оцінки впливу електросну на біоритми мозку в середовищі Simulink було реалізовано модель, основними елементами якої були генератор імпульсів, фільтри для виділення біоритмів мозку з загальної енцефалограми і блок обчислення коефіцієнту кореляції. Налаштування фільтрів виконувалось згідно даних [2], а амплітуда сигналу електросну вибиралась рівною амплітуді конкретного біоритму.

Першим етапом модельних досліджень була оцінка впливу частоти слідування імпульсів пристрою електросну на кореляцію. Для цього частоту генератора прямокутних імпульсів змінювали в межах (0.25 -100) Гц, ширина імпульсів складала 20% від періоду слідування, імпульси були однополярними [3].

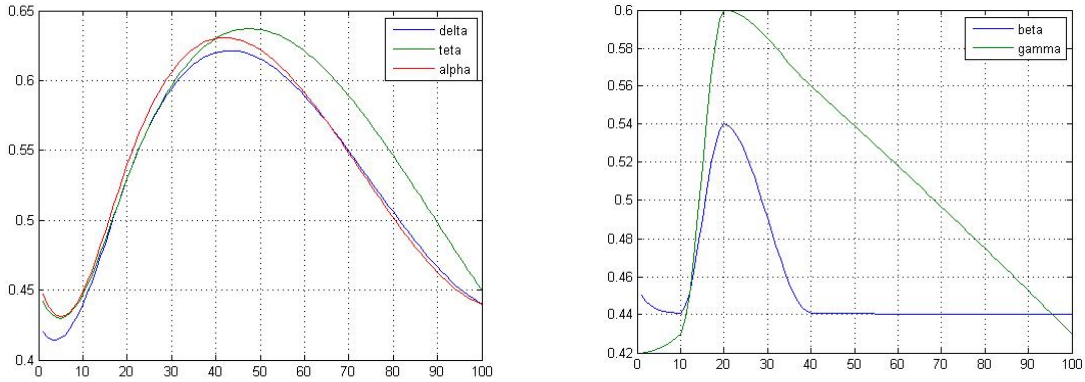


Рис. 1 Коефіцієнт кореляції між сигналом електросну і біоритмами мозку

На рис.1 видно, що залежність коефіцієнта кореляції від частоти має спільний характер для дельта-, тета- і альфа ритму. Величини коефіцієнтів кореляції знаходяться в межах (0.42 - 0.63) і набувають максимальних значень в діапазоні частот (30 – 60) Гц.

Значення коефіцієнтів кореляції для бета- і гамма-ритмів знаходяться приблизно в тих самих межах, але залежність має дещо інший характер. Максимальні значення припадають на частоту 20 Гц.

Наступним етапом було дослідження впливу ширини імпульсу на величини коефіцієнтів кореляції між сигналом генератора і біоритмами мозку. Симуляція проводились на частоті 20 Гц. Ширина імпульсів змінювалась в межах (2 – 50) % від періоду слідування. Результати моделювання показані на графіках рис.2.

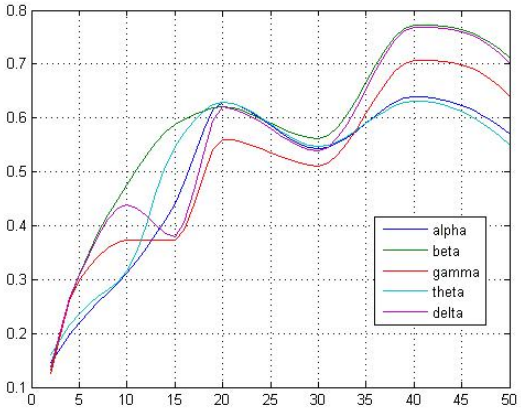


Рис.2. Залежність коефіцієнту кореляції від ширини імпульсу

З рис.2 видно, що залежність коефіцієнту кореляції від ширини імпульсу сигналу електросну проявляється для всіх біоритмів в подібний спосіб. На всіх графіках можна спостерігати локальні максимуми – для значень ширини імпульсу 20% і 40 %.

Висновки

Проведені модельні дослідження дозволяють зробити висновок про найсильніший зв’язок між біоритмами мозку і сигналом електросну з частотою (30-60) Гц. Видно також, що у випадку вузьких (до 5% ширини) імпульсів зв’язок є значно слабшим, ніж для всіх інших значень ширини імпульсів. Зазначені тенденції проявляються для всіх біоритмів. Слід також відзначити, що у випадку несумірності амплітуди сигналу електросну і біоритму зв’язок між ними практично відсутній.

Список літератури

[1] D.Tz. Dimitrov, N. D. Ralev, «Signals and Systems for Electrosleep». Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas:Technologija, 2009.–No. 5(93).–P. 95–98.

[2] Raja Majid Mehmood, Hyo Jong Lee. «Exploration of Prominent Frequency Wave in EEG Signals from Brain Sensors Network». International Journal of Distributed Sensor Networks. Volume 2015, Article ID 386057, 9 pages

[3] B. Guleyupoglu, P. Schestatsky, Edwards D. , F. Fregni, M Bikson, «Classification of methods in transcranial Electrical Stimulation (tES) and evolving strategy from historical approaches to contemporary innovations» Journal of Neuroscience Methods. 2013. Vol. 219. P. 297– 311

Synthesis and antibacterial activity of polyfunctionalized aminothiazoles

Birutė Grybaitė[1], Rita Vaickelionienė[1], Vytautas Mickevičius[1], Maryna Stasevych[2], Viktor Zvarych[2], Olena Komarovska-Porokhnyavets[2], Volodymyr Novikov[2]

1. Department of Organic Chemistry, Kaunas University of Technology, LITHUANIA, 50254 Kaunas, Radvilėnų pl. 19, E-mail: birute.apollo@gmail.com

2. Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, 79013 Lviv-13, Bandera Str. 12, E-mail: vnovikov@polynet.lviv.ua

Abstract – The substituted aminothiazoles were prepared by the Hantzsch method and were used as precursors for the synthesis of polyfunctionalized N,N-disubstituted aminothiazoles. The structures of the synthesized compounds were determined by NMR and mass spectroscopies. All the synthesized compounds were screened for their antimicrobial activity against bacteria strains Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Mycobacterium luteum, and fungi strains Candida tenuis and Aspergillus niger.

Keywords – Hantzsch reaction, thiazole, *β*-amino acids, bisthiazolylphenyl methane, biological activity.

Introduction

Thiazoles are one of the most important class of natural and synthetic compounds. Thiazoles and their derivatives are used as eligible intermediates for the synthesis of many synthetic drugs, fungicides and dyes [1]. They possess broad spectrum of pharmaceutical properties such as antiallergic [2], analgesic [3], antimicrobial [4], antiarrythmic and anticoagulant [5] activities. It should be noted that for quite a long time a thiazole derivatives have been studied as corrosion inhibitors and the results obtained showed a good corrosion inhibition effect. Reviewing usability of thiazole derivatives it can be argued that their potential is very high.

Such a wide range of different properties promotes the synthesis of variously substituted thiazoles.

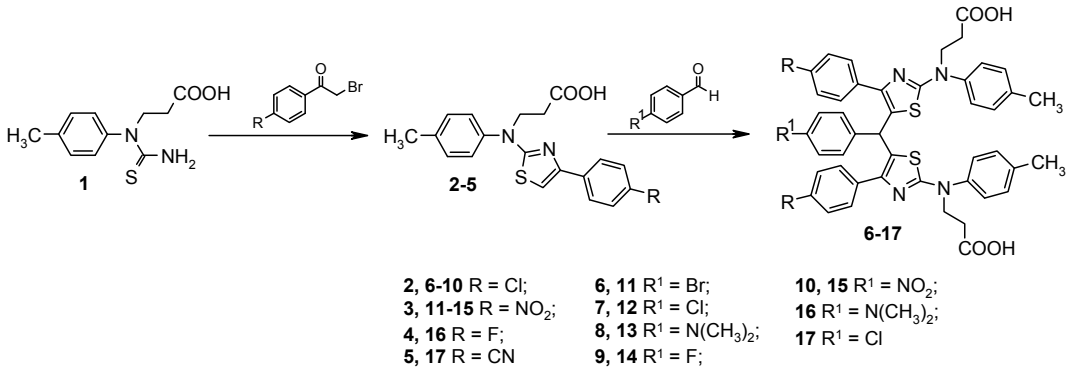
Results and discussion

Chemistry

Our initial task of this study was to synthesize a series of substituted aminothiazoles (Scheme 1). For this purpose we have chose frequently used classic technique – the Hantzsch method. The reactions of thioureido acid **1** with different bromoacetophenones was carried out under reflux in acetone for 2 h. The formed the corresponding aminothiazolium hydrobromides then were transferred into the bases using sodium acetate and compounds **2–5** were obtained in good to excellent yields. On the strength of the raised purposes of this study, we tried to synthesize polyfunctionalized derivatives with thiazole fragments in the structure. The interaction of compounds **2-5** with aromatic aldehydes in the molar ratio of 2:1 resulted in a high yield of bis(thiazol-5-yl)phenyl methanes **6–17**.

Biology

The synthesized compounds **2–17** were evaluated for their antibacterial and antifungal activity against strains of *E. coli B-906, S. aureus 209-P, M. luteum B-917*, *C. tenuis VKM Y-70*, and *A niger VKM F-1119* by the diffusion technique and by the serial dilution technique. Their activities were compared with those of the known antibacterial agent Vancomycin and antifungal agent Nystatin (control C). The *M. luteum* strain was highly sensitive to compound **2** at a concentration of 0.5% and 0.1% (the diameter of the inhibition zone was 25.0 and 20.0 mm, respectively), whereas the reference antibacterial drug exhibited effect against *M. luteum* with the diameter of the inhibition zone value of 18.0 mm.



Scheme 1. Synthesis of polyfunctionalized *N,N*-disubstituted aminothiazoles

The *S. aureus* strain was moderately sensitive to compounds **2** at a concentration of 0.5% (the diameter of the inhibition zone was 15.0 mm). Other compounds were not active against this strain of bacteria and *E. coli*. Also the growth of the fungi *C. tenuis* and *A. niger* was observed for all compounds.

In silico prediction of biological activity

The prediction of the spectrum of probable biological activity using the *PASS Online* program under the condition Pa>0.4 showed that *Mucomembranous protector* and *Antidiabetic* activities are focal for the synthesized substances. Mucomembranous properties were predicted for 12 compounds: **2** (0.833), **3** (0.830), **6** (0.677), **7** (0.678), **8** (0.585), **9** (0.509), **10** (0.673), **11** (0.655), **12** (0.578), **13** (0.500), **14** (0.500), **15** (0.674). Antidiabetic properties are predicted for 6 derivatives: **2** (0.543), **5** (0.542), **8** (0.414), **9** (0.450), **16** (0.412), **17** (0.451). It should be noted that no antibacterial and antifungal activities are pesented in results of the PASS prediction when Pa>0.4. Therefore, the predicted data are confirmed experimental studies of antimicrobial activity and it is necessary to study the biological activity of the synthesized compounds **2**–**17** starting from those predicted with the focal activity.

Conclusion

A series of polyfunctionalized *N,N*-disubstituted aminothiazoles were synthesized and tested for their actimicrobial properties. The assay showed, that derivative 2 active against Gram-positive bacteria *M. luteum.* The *PASS* prediction showed *Mucomembranous protector* and *Antidiabetic* activities as focal for the synthesized substances. Investigation *in vitro* these focal activities will be the next stage.

References

[1] N. Siddiqui, M. F. Arshad, W. Ahsan, M. S. Alam, “Thiazoles: a valuable insight into the recent advances and biological activities”, *Int. J Pharm. Sci. Drug. Res.*, 2009, 1, pp. 136-143.

[2] T. Aoyama, S. Murata, I. Arai, N. Araki, T. Takido, Y. Suzuki, M. Kodomari, “One pot synthesis using supported reagents system KSCN/SiO_2–RNH_3OAc/Al_2O_3: synthesis of 2-aminothiazoles and *N*-allylthioureas“, *Tetrahedron*, 2006, 62, pp. 3201-3213.

[3] O. Kouatly, A. Geronikaki, C. Kamoutsis, D. Hadjipavlou-Litina, P. Eleftheriou, “Adamantane derivatives of thiazolyl-*N*-substituted amide, as possible non-steroidal anti-inflammatory agents“, *Eur. J. Med. Chem.*, 2009, 44, pp. 1198-1204.

[4] B. S. Dawane, S. G. Konda, G. G. Mandawad, B. M. Shaikh, B. M., “Poly(ethylene glycol) (PEG-400) as an alternative reaction solvent for the synthesis of some new 1-(4-(4′-chlorophenyl)-2-thiazolyl)-3-aryl-5-(2-butyl-4-chloro-1*H*-imidazol-5yl)-2-pyrazolines and their *in vitro* antimicrobial evaluation“, *Eur. J. Med. Chem.*, 2010, pp. 387-392.

[5] A. E. Amr, N. M. Sabrry, M. M. Abdalla, B. F. Abdel-Wahab, “Synthesis, antiarrhythmic and anticoagulant activities of novel thiazolo derivatives from methyl 2-(thiazol-2-ylcarbamoyl)acetate“, *Eur. J. Med. Chem.*, 2009, 44, pp. 725-735.

Surface tension of oscillating gas/liquid interface - biophysical modeling of lung surfactant (LS) dynamics

Tomasz R. Sosnowski

Faculty of Chemical and Process Engineering, Warsaw University of Technology, POLAND, Warsaw, Warynskiego 1, E-mail: t.sosnowski@ichip.pw.edu.pl

***Abstract* – A theoretical model of surface tension variations during harmonic oscillations of spherical pendant drop is proposed. Due to periodic variations of air/liquid interface and the finite rate of mass transfer between the bulk and interfacial region, the surface tension hysteresis can be predicted and compared to experimental data.The importance of this findings for lung surfactant studies is discussed.**

Keywords – dynamic surface tension, hysteresis, modelling, lung surfactant

Introduction

Surface tension (σ) hysteresis during harmonic variations of gas/liquid interface of surfactant solutions is a well-known phenomenon. It is also found in the lung surfactant (LS) system during alvoli oscillations caused by breathing, and it is believed important for respiration physiology. Time-lag between surface deformations and interfacial stresses is often considered as apparent rheological parameter of the surface, suggesting a visco-elastic properties of the whole interfacial region [1]. In this work the derivation of the hysteresis based on analysis of mass transfer phenomena in the model system is presented and used for further discussion of LS properties.

Model formulation

Symmetrical harmonic deformation of spherical drop attached to the capillary (A_c) is assumed, where the dynamics of droplet surface area A is described by:

$$A(t) = \left[A_0 + \Delta A \sin(\omega t)\right] - A_c \tag{1}$$

For convective mass transfer between the interface and the bulk (concentration c), the flux of the surfactant [mol s m^{-2}] towards or outwards the interfacial region can be expressed as:

$$j_i = k(c - y) \tag{2}$$

where k is the mass transfer coefficient and y is the equivalent surfactant concentration in liquid adjacent to the interface with the surface excess Γ [mol m^{-2}]:

$$y = \frac{A\Gamma}{V} \tag{3}$$

Note that both the surface excess and the flux values are dependent on the instantaneous interfacial area A, hence variations of A induce mass transfer in the interfacial region even in equilibrated system. After introduction of dimensionless parameters (based on the selected scaling numbers) the dimensionless differential equation is obtained for $\hat{y}$ $(=\frac{y}{c})$:

$$\frac{1}{3}\frac{d\hat{y}}{d\tau} + \hat{y}\left[\frac{1}{\hat{A}}\frac{d\hat{A}}{d\tau} + \frac{Z}{\sqrt{\hat{A}}}\right] - \frac{Z}{\sqrt{\hat{A}}} = 0 \tag{4}$$

where the dimensionless Z-number contains the information regarding the rates of mass transfer and surface area changes:

$$Z = 2\pi^{0.5} k T A_0^{-0,5} \tag{5}$$

(T is the oscillation period). After numerical integration of Eq. (4), the dynamic surface tension of oscillating drop can be found based on the surfactant equation of state $\Gamma(\sigma)$.

Results and discussion

Selected computational results are presented in Fig.1. It is seen that surface tension hysteresis is obtained and it is dependent on both surfactant concentration and mass tranfer rate in the system. Computational results, in general, very well correspond to experimental data obtained e.g. in PAT-1M oscillating drop tensiometer [1]. Moreover, they confirm our earlier hypotheses regarding the influence of inhaled nanostructured solid particles on the LS dynamics. If such particles (e.g. nanoclays, diesel exhaust, etc.) are capable of adsorbing LS constituents, then the bulk concentration of surface-active material (c) is decreased. In addition, particles present in the liquid phase can reduce the rate of mass transport (Z is lower). Data presented in Fig. 1 confirm that both factors are predicted to change the size and shape of the σ-A hysteresis, which is believed to indicate some adverse physiological effects.

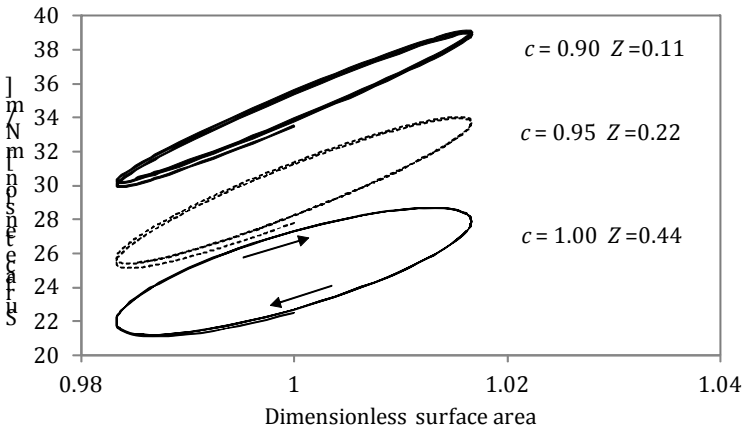


Fig.1. Calculated surface tension hystereses obtained for different surfactant concentration (c) and various mass transfer kinetics (represented by Z) at physiological oscillation rate (T = 4 s).

Conclusion

The model of mass transfer in the liquid system with surfactants and harmonically varied spherical interface allows to predict correctly the phenomenon of surface tension hysteresis. It also helps to explain the essential factors responsible for observed alterations in surface activity of the lung surfactant after exposure to inhaled nanostructured particles.

Acknowledgment

Work supported by NCN grant no. 2014/13/B/ST8/00808.

References

[1] T.R. Sosnowski, A. Penconek, K. Jabłczyńska, “Effect of diesel-emitted nanostructured particles on the apparent surface rheology of model lung surfactant”, in Proceedings of 5th International Conference “Chemistry & Chemical Technology, Lviv, Ukraine, 2016, pp. 446-448.

Release kinetics of model compounds from blends of hydrogel with polyvinyl alcohol

Damian Semba[1], Anna Trusek – Holownia[1]

[1] *Wroclaw University of Science and Technology, Division of Bioprocess and Biomedical Engineering, Norwida 4/6, 50-373 Wroclaw, Poland, E-mail: damian.semba@pwr.edu.pl*

Abstract: The main aim of conducted research was to determine the potential application of blends in drug delivery systems. For encapsulation purposes natural polymers combined with polyvinyl alcohol (PVOH) were used. An additive of PVOH changed positively release rate of entrapped compounds.

Keywords – Hydrogels, drug delivery systems, carrageenan, sodium alginate, polyvinyl alcohol

Introduction

The main aim of conducted research was to determine the potential application of blends in drug delivery systems. Main hydrogels used for encapsulation purposes were polysaccharides: carrageenan and sodium alginate, which combined with polyvinyl alcohol result in narrow size distributed microparticles.

κ-carrageenan is a sulphated polysaccharide, obtained from red algae and it has gelling properties in the presence of potassium or sodium ions [1]. Sodium alginate, alike carrageenan belongs to polysaccharide group and it is widely distributed in the cell walls of brown algae. It creates gel with calcium ions [2]. Both polysaccharides were combined with polyvinyl alcohol (PVOH) - a water-soluble synthetic polymer, which has numerous of applications.

Drug delivery systems are methods to transport pharmaceutical formulations into the patient body as needed to safely achieve its desired therapeutic effect. Using hydrogel matrix to compounds entrapment is one of the basic strategies for its delivery. Polysaccharides blends with polyvinyl alcohol could prolong the releasing of pharmaceutical formulation and sustain constant concentration of drug in the blood with minimum fluctuations. Above application could also ensure predictable release rates over a long period of time, which has great influence on treatment quality and effectiveness.

Microcapsules with albumin (as model substances) encapsulated inside were used to study the rate of release from hydrogels prepared from different mixtures of sodium alginate and κ-carrageenan with polyvinyl alcohol.

Materials and Methods

Capsules preparation

κ-carrageenan, polyvinyl alcohol (M_w 89,000-98,000, 99+% hydrolyzed) and bovine serum albumin were purchased in Sigma-Aldrich. Sodium alginate was from Across Organics. Solutions of biopolymers in proper concentrations were prepared according to Table 1. Albumin to final concentration 2 gL^{-1} was added to all of them. Solutions of PVOH were combined with biopolymers solutions. Capsules were extruded to hardening bath: 10% KCl and 3% sodium tetraborate for capsules made of carrageenan and 5% $CaCl_2$ firstly and 3% sodium tetraborate secondly for capsules from sodium alginate. To avoid diffusion during hardening protein concentration in bath was the same as in microcapsules.

Kinetic studies

1.5 g of each capsules were placed in flat-bottomed conical flasks with 5 mL of saline. Samples were collected each hour up to equilibrium point. The concentration of released proteins was evaluated with Lowry method [3].

Results and discussion

Results of protein releasing are presented in Table 1. Among carrageenan's the fastest release was observed for 1% κ-carrageenan capsules – $k = 1.48 \times 10^{-7}$ ms^{-1} and the slowest release was observed for blend with 7% polyvinyl alcohol – 7.84×10^{-10} ms^{-1}. Similar effect of slowed release was achieved for alginates. For 1% sodium alginate coefficient was estimated on 2.14×10^{-8} ms^{-1} and addition of PVOH has great influence on *k* coefficient and for 1% sodium alginate and 6% polyvinyl alcohol it was 3.8×10^{-10} ms^{-1}.

Table 1

Blend types and calculated k coefficients for each blend

Blend type	*k* [m s^{-1}]
1% κ-carrageenan	1.48×10^{-7}
1% κ-carrageenan, 4% polyvinyl alcohol	1.65×10^{-9}
0,5% κ-carrageenan, 4% polyvinyl alcohol	1.26×10^{-8}
0,5% κ-carrageenan, 7% polyvinyl alcohol	7.84×10^{-10}
1% sodium alginate	2.14×10^{-8}
1% sodium alginate, 3% polyvinyl alcohol	4.32×10^{-9}
1% sodium alginate, 6% polyvinyl alcohol	3.8×10^{-10}
0,5% sodium alginate, 3% polyvinyl alcohol	1.02×10^{-9}
0,5% sodium alginate, 6% polyvinyl alcohol	4.76×10^{-9}

Conclusions

Conducted experiment was performed to analyze the influence of polyvinyl alcohol addition to natural polymers on mass transport coefficient (*k*). An additive of PVOH changed positively release rate of entrapped compound. Slowing down the release rate is quite demandable in drug delivery systems and investigated blends could be use for that purpose.

Acknowledgments

This work was performed within the project of National Science Centre in Poland No. 2013/11/B/ST8/03672.

References

[1] Rochas C., Rinaudo M., *Mechanism of gel formation in κ-carrageenan*, Biopolymers, 23(4), 1984, 735–745.

[2] Kikuchi A., Kawabuchi M., Sugihara M., Sakurai Y., Okano T., *Pulsed dextran release on calcium-alginate gel beads*, Journal of Controlled Release, 47(1), 1997, 21–29.

[3] Lowry, Oliver H., et al. *Protein measurement with the Folin phenol reagent. J biol Chem* 193.1 (1951): 265-275.

Blends of polylactide and starch as potential carriers of bioactive compounds – mass transport study

Karolin Labus[1], Anna Trusek-Holownia[1], Damian Semba[1], Justyna Ostrowska[2], Piotr Tyński[2], Jakub Bogusz[2]

1. Division of Bioprocess and Biomedical Engineering, Faculty of Chemistry, Wroclaw University of Science and Technology, Poland, Wrocław 50-373, Norwida 4/6,
E-mail: karolina.labus@pwr.edu.pl, anna.trusek-hołownia@pwr.edu.pl, damian.semba@pwr.edu.pl)

2. New Chemical Syntheses Institute, Department of Organic Technologies, Poland, Puławy 24-110, Aleja Tysiąclecia Państwa Polskiego 13A, E-mail: justyna.ostrowska@ins.pulawy.pl, piotr.tynski@ins.pulawy.pl, jakub.bogusz@ins.pulawy.pl

Abstract – In case of verifying potential of polylactide/starch blends for application as drug carriers four different compositons were examined. Cyanocobalamin was used as a model compound. Based on the results, blend with the highest starch content was selected as the most preferred material for using as a long-term drug delivery system.

Keywords – polylactide-starch blends, production method, bioactive compounds, mass transport.

Introduction

Polylactide (PLA), an aliphatic polyester and biocompatible thermoplastic, is currently one of the most promising ‘green’ eco-friendly polymer produced from the renewable raw materials. PLA is considered as one of the most popular biodegradable polymer with the extensive development prospects [1,2]. The presence of the ester bond in the PLA structure determines its high elasticity, which enable on its decomposition under different pH conditions into non-toxic compounds. The total biodegradation of the PLA ranges from six months to two years [3]. In order to improve PLA properties (e.g. stiffness, permeability, crystallinity and thermal stability), it could be proceed blending with various compounds (mono- or polymers). Due to their ability to fulfill complex requirements that typically include properties such as: biocompatibility, biodegradability, mechanical strength and processability, polylactide homo- and copolymers have become a “materials of choice” especially in biomedical applications [4].

The main aim of the study was to verify potential predisposition of different PLA-thermoplastic starch blends for application as a drug carriers. In this case four different materials were examined using cyanocobalamin as a model bioactive compound.

Experimental

Polylactide (PLA IngeoTM Biopolymer 2003D) in pelleted form was supplied by NatureWorks (USA). Native potato starch (initial water content 12-15%) was obtained from Trzemeszno Ltd. Company (Poland). Glycerol (99,5% purity) was purchased from Brenntag (Poland). Cyanocobalamin and methanol were supplied by Sigma Aldrich (Germany). The other reagents, all of analytical grade, were purchased from Avantor Performance Materials (Poland).

In order to obtain thermoplastic starch (TPS) potato starch with plasticizers were processed using co-rotating twin-screw extruder (Labtech Engineering, Thailand) (70°C-140°C, 100 rpm). The same method was used for PLA/TPS blends preparing (150°C-175°C, 100 rpm).

Prior to the mass transport experiments, PLA/TPS films (50-90 μm) were hydrophilized for 24 h with 70% v/v aqueous solution of methanol. In order to verify the permeation properties of tested materials, the cyanocobalamin (1.355 kDa) was used as a model bioactive compound. Briefly, the pouches (30 x 75 mm) prepared from the PLA/TPS films were filled in with appropriate concentration of cyanocobalamin prepared in 10 vol% methanol and tightly closed with plastic

clamp. The experiment was started by inserting the pouch with cyanocobalamin into the beaker containing the receiver medium (10 vol% methanol). Releasing of cyanocobalamin was monitored by measuring the absorbance (λ=361 nm) in a receiving solution. Next, for the selected membranes (2-4), analogous experiment was performed in aqueous solution.

Results and Discussion

The composition of obtianed PLA/TPS materials and results of preliminary mass transfer exeperiments are depicted in Table 1.

Table 1

Formulation of PLA-starch blend samples and the % of cyanocobalamin mass released after 72h

Sample	PLA (wt.%)	TPS (wt.%)	Additives	Released cyanocobalamin (wt.%)
1	50	50	wax	0.70
2	50	50	oils	3.31
3	40	60	-	7.70
4	50	50	-	1.01

Due to above data, materials 2-4 were chosen for following studies in aqueous solutions. Based on releasing profiles of cyanocobalamin (data not shown), the main conclusion is that the transport of the model compound in an aqueous solution is rather slow in case for all applied PLA/TPS films. Nevertheless, the highest values of released cyanocobalamin were obtained for blend sample number 3, which was selected for further studies.

Conclusion

The main aim of the study was to verify potential predisposition of different PLA/starch blends for application as drug carriers. In this case four different materials were examined using cyanocobalamin as a model bioactive compound. Based on the obtained results, the blend with the highest (60%) content of starch was selected for further research, as the most preferred material for using as a long-term drug delivery system.

Acknowledgments

This work was performed within the project of National Science Centre in Poland No. 2013/11/B/ST8/03672.

References

[1] Jamshidian M., Tehrany E.A., Imran M., Jacquot M., Desobry S., “Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies”, Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., vol. 9, pp. 552-571, Jun. 2010.

[2] Chen Y., Geever L.M., Killion J.A., Lyons J.G., Higginbotham C.L., Devine D.M., „Review of Multifarious Applications of Poly (Lactic Acid)”, Polym. Plast. Technol. Eng., vol. 55, pp. 1057-1075, Mar. 2016.

[3] Pluta M., “Morphology and properties of polylactide modified by thermal treatment, filling with layered silicates and plasticization”, Polymer, vol. 45, pp. 8239-8251, Nov. 2004.

[4] Saini P., Arora M., Ravi Kumar M.N.V., “Poly(lactic acid) blends in biomedical applications”, Adv. Drug Deliv. Rev., vol. 107, pp. 47-59, Dec. 2016.

Біомедичні гідрогелеві композити з дрібнодисперсними (бі)металевими наповнювачами

Наталія Семенюк, Галина Дудок, Софія Мельник, Ігор Чернигевич, Володимир Скорохода

Кафедра хімічної технології і переробки пластмас, НУ "Львівська політехніка",
Україна, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, e-mail: vskorohoda@yahoo.com

Abstract. New hydrogel composite materials for biomedicine and pharmacy application were developed. The regularities of its obtaining by polymerization of (meth)acrylic esters in the presence of polyvinylpyrrolidone and (ferro)magnetic (nano)particles were studied. It is shown that the developed composites have improved working features, including electrical and magnetic.

Ключові слова – полівінілпіролідон, біметалева частинка, ультразвук, феромагнітний колоїд.

Вступ

Гідрогелеві полімерні матеріали та вироби з них ефективно використовуються у багатьох галузях життєдіяльності людини, особливо в медицині, фармації та біотехнології. Численні дослідження гідрогелів підтвердили перспективність використання для їх наповнення високодисперсних металевих порошків. Серед великої кількості наповнювачів для гідрогелевих композицій практично відсутні відомості про біметали, які можуть значно розширювати діапазон застосування композитів.

Результати та обговорення

Досліджено закономірності одержання та властивості нових композиційних гідрогелевих матеріалів дисперсійною і блоковою полімеризацією (мет)акрилових естерів у присутності полівінілпіролідону (ПВП) і (феро)магнітних частинок із розмірами від мікро- до нанометрів. Такі композити завдяки малим розмірам наповнювачів мають значно кращі електричні, магнітні властивості. Як магніточутливі та струмопровідні компоненти використано наповнювачі різної дисперсності, зокрема (бі)метали на основі Zn, Cu, Ni, Co та тонкодисперсний колоїд Fe_3O_4, одержаний хімічним садженням солей феруму з їх водного розчину амонію гідроксидом. Виявлено здатність біметалів ініціювати матричну полімеризацію, яка, залежно від умов, може відбуватись за радикальним або за йонним механізмами. Рентгеноспектроскопічним мікроаналізом біметалевих частинок на їх поверхні виявлено, окрім металів, такі елементи, як оксиген та карбон, що вказує на те, що частинки містять також оксиди та карбонати цих металів. (Бі)металеві частинки і феромагнітний колоїд після одержання утворювали агломерати, тому з метою запобігання агломерації частинки гомогенізували ультразвуком. Досліджено вплив співвідношення феромагнітного наповнювача і полімерної матриці в композиції на кінетичні закономірності формування композитів і їхні властивості. Виконані дослідження дали змогу встановити вплив технологічних чинників на властивості композитів, що було використано для оптимізації композиційного складу матеріалу.

Висновки

Встановлено оптимальний вміст (нано)частинок у композиціях та режими одержання композитів залежно від їх виду – дрібнодисперсних, блокових чи плівкових. Досліджено електричні, магнітні та сорбційно-десорбційні (щодо води, модельних речовин і ліків) властивості композитів і підтверджено перспективу їх використання, зокрема, у біомедичній практиці.

Investigation of silver nanoparticles obtaining during the synthesis of composites based on polyvinylpyrrolidone

Volodymyr Skorokhoda[1], Nataliya Semenyuk, Olena Kohut, Sofiia Melnyk, Nataliya Chopyk

1. Department of Chemical Technology and Plastics Processing, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, Lviv, 12 S. Bandery Str., e-mail: vskorohoda@yahoo.com

Abstract. The aim of the present work is the investigation of obtaining of silver nanoparticles during synthesis of new composites with antiseptic and antibacterial properties based on polyvinylpyrrolidone (PVP) which are being applied_in medicine. The impact of obtaining conditions on the size of silver nanoparticles was determined.

Keywords – 2-hydroxyethylmethacrylate, reducing agent, stabilizer, antibacterial properties.

Introduction

The polymer-mineral composites based on calcium-phosphate materials and biocompatible polymeric matrix, namely on the basis of 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA) with PVP copolymers are perspective for applications in osteoplastics. However, long or even lifelong being of the composites in the human organisms is very often accompanied by inflammation or rejection and requires the constant adding of medications (including antibiotics) into the organism. The decision of this problem may be partially solved by applying the composites with colloid micro-, nano-silver particles as the materials with antibacterial and antiseptic properties.

Result and Discussion

Silver nanoparticles were obtained by argentum nitrate reduction reaction with tertiary nitrogen of PVP in water or water-alcohol blend in the dark. PVP in this case plays also the role of an effective nanoparticles stabilizer. The formation (forming) of silver via the above mentioned reaction is confirmed with the presence of peak (420...430 nm) at UV spectra of products of interaction between $AgNO_3$ and PVP and with the results of the chemical analysis of reaction products. The results of electron microscopy studies have shown that $AgNO_3$ forms silver nanoparticles in the shape of different polyhedron sizes. The size of nanoparticles depends on the nature of the reaction medium. In aqueous solution the silver particles of 40...60 nm. are formed**,** whereas in blends of water with ethanol – 10...30 nm. During the synthesis the silver salts nature influence on nanoparticles size. The results of electron microscopic studies show that $AgNO_3$ formed as spherical silver nanoparticles and as polyhedra of different sizes. During recovery argentum acetate nanoparticles that are mostly spherical are formed. If argentum nitrate larger average size of nanoparticles (10...60 nm, the contents of the main fraction of 30 nm – 40 %), and the size distribution is much wider than in the case argentum acetate under the same conditions (5...20 nm, core content of fraction 7 nm – 74%). With increasing of temperature regardless of the nature of the salt particle diameter increases. With increasing content of PVP average diameter of argentum nanoparticles decreases, indicating that PVP as an active reducing agent is also a stabilizer of formed nanoparticles. Thus, the selection of nature reagents and temperature conditions can be directed to resize silver nanoparticles.

Reaction of argentum reduction by interaction of its salts with tertiary nitrogen of PVP was applied to provide antibacterial properties of composites during the composite forming.

Conclusions

The new nanocomposites based on of methacrylic esters and PVP were synthesized. The possibility of silver nanoparticles obtaining during the composite formation was confirmed.

Технологічні аспекти одержання гідрогелевого покривного шару для базисів знімних протезів

Михайло Братичак, Наталія Семенюк, Вікторія Земке, Наталія Чопик

Інститут хімії та хімічних технологій, Національний університет «Львівська політехніка»,

Україна, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, E-mail: mmbratych@gmail.com

Abstract - The composition based on 2-hydroxyethylmethacrylate-polyvinylpyrolidone with hydrophobic monomer additives for elastic substrate making which allows its application as a hydrogel coating layer for bases of removable dental prostheses has been developed. Adhesion properties of the composition accordingly to the basis prothese have been studied.

Keywords - polyvinylpyrolidone, 2-hydroxyethylmethacrylate, hydrogel layer, adhesion, basis prothese.

Вступ

У практиці ортопедичної стоматології накопичений багаторічний досвід використання еластомерів у якості еластичної підкладки для базисів знімних зубних протезів. Застосування еластичних підкладочних матеріалів спрямоване для захисту слизової оболонки від травматизації, сприяє покращенню ретенції та скорочує термін адаптації, а також послаблює та амортизує жувальний тиск. Необхідною умовою функціонування підкладки – її міцне з'єднання з матеріалом базису протеза, проте еластичні матеріали не можуть настільки тривало зберігати свої фізико-механічні властивості. Тому метою роботи було визначення адгезійної міцності з'єднання еластичної гідрогелевої підкладки як покривного шару з базисом знімного протезу.

Результати і обговорення

На сьогоднішній день промисловістю пропонується різні варіанти еластичних пластмас для ефективного протезування, серед яких досить широко відомі еластичні пластмаси з поліметилметакрилату, зокрема: Villacryl Soft (Польша) та Latacryl-L (Україна). Виготовлення м'якої підкладки проводили використовуючи композицію, розроблену на кафедрі ХТПП, на основі 2–гідроксиетилметакрилат – полівінілпіролідон з додатками гідрофобних мономерів. Композицію готували з полівінілпіролідону м.м. 12 тис., в якості ініціатора полімеризації використовували пероксид бензоїлу. Вивчали можливість з'єднання гідрогелевого покривного шару з акрилатним зйомним протезом та паралельно досліджували їх адгезійну здатність.

Зразки досліджували на адгезійну міцність на зсув та на відрив. Підготовлені композиції наносили на акрилатні пластини та зразки-грибки і витримували в сушильній шафі за температури 60±5 ^{o}C протягом 2,5 год. Дослідження адгезійної міцності клеєного шва здійснювали на розривній машині "Kimura Machinery". Для порівняння зразки склеювали також за допомогою підкладочних матеріалів Villacryl Soft та Latacryl-L. Склеєні зразки витримували у водному середовищі упродовж 48 год. Під час дослідження для всіх зразків спостерігали однотипні руйнування. Міцність з'єднання гідрогелевого покривного шару з акрилатними зразками настільки міцний, що відбувалося руйнування самих зразків, причому клеєвий шар залишався неушкодженим.

Висновки

Отримані результати свідчать про те, що запропонована гідрогелева композиція може бути використана як покривний шар для базису знімного протезу.

Polymeric Drug Carriers – the way to control an enzyme leakage

Anna Trusek-Holownia[1], Ludmira Granicka[2], Anna Grzeczkowicz[2]

1. Division of Bioprocess and Biomedical Engineering, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, Wrocław, ul. Norwida 4/6, 50-373, e-mail: anna.trusek-holownia@pwr.edu.pl

1. Nalecz Institute of Biocybernetics and Biomedical Engineering, Polish Academy of Sciences, POLAND, Warszawa, ul. Księcia Trojdena 4, 01-001

Covering hydrogel carriers with polylysine and polystyrene sulfonate influences on an additional resisitance in mass transport. Thanks to an enzyme leakage rate decreasing. That allows to keep its concentration inside carrier on stable level and by its action to control drug release.

Keywords – drug carrier, protein diffusion, multilayer capsule

Introduction

Polymeric drug delivery systems, allowing the controlled long-term drug release, are a good alternative to the standard (oral or intravenous) administration of pharmaceuticals. Particularly, the local therapy is a proper approach in the treatment of cancer diseases, where the drugs are particularly toxic.

One of the most promising approaches for controlled anticancer drug release is the strategy of its coupling to a (bio)polymeric carrier using a linker. Then, the bonds between linker and drug molecule are controlled degraded by a specific enzyme.

This approach in which drugs release is controlled only by the rate of enzymatic catalysis is very promising but needs a lot of affords ie. a suitable enzyme selection and its full kinetic description and suitable capsules creation. Capsules material should be selected taking account easy drug diffusion and almost full retention of enzyme molecules.

The most often used carriers are hydrogels, polymeric hydrophilic structures created with linear polymers, block-copolymers or graft polymer multicomponent mixtures. Hydrogels absorb and retain high amounts of water, thus their three-dimensional structure perfectly reflects the natural environment of any natural compounds as enzymes, cells and tissues. They characterize low values of mass transport resistance, thus without additional efforts the release of low-molecular compounds proceed very fast.

In presented research, few types of hydrogel carriers were analysed. The main task was to estimate protein molecules diffusion. In case of enzymatic hydrolysis inside the carriers, it is expected that enzyme molecules are not able to penetrate outside the hydrogel structure.

Materials and Methods

Tested protein: serum albumin (Mw. 66 kDa) was purchased in Sigma-Aldrich. Protein concentration in solution was measured using Lowry test [1].

Alginate microcapsules were made of 1.5% w/v sodium alginate (Across Organics) of average viscosity. A 2.5% $CaCl_2$ (POCh) gel bath was used. Capsules were gelled for 15 minutes. Then, they were placed in polylysine (Sigma-Aldrich) solution (0.1w/v) and incubated for 5 minutes. After this time, it was washed in $CaCl_2$ (1.5%). In order to apply the next layer, the capsules were placed in solution (PBS buffer, Sigma-Aldrich) in polystyrene sulfonate (0.1% w/v, Sigma-Aldrich) or alginate (0.05%), incubated for 5 minutes, and then washed in $CaCl_2$ (1.5%).

The thickness of the single layer estimated by analyzing the surface profiles of the layers deposited on a mica plate using atomic force microscopy (Bruker, USA) [2] was on average 3 ± 0.7 nm.The diameter of alginate capsules measured in the light microscope was 840 ± 200 μm.

4.0 g of each kind capsules was placed in flat-bottomed conical flasks with 16 mL of albumin (0.143% w/v) solution (in 0.9% w/v NaCl). Protein concentration in the solution evaluated with Lowry method was checked by 4 hours.

In carried experiments the process run inside drug carrier that acted as membrane enzymatic reactor. In each case the enzyme molecules could contact with model compound molecules immobilized chemically on the carrier. Released molecules could diffuse by cellulotic membrane and their concentration in outside solution was measured (Tab. 1). It looks that the process is very slow that is positive in respect to long-term drug release.

Results and Disscusion

It was desired that the protein concentration outsite capsules didn't change. It would be assumed that proteins diffusion in the opposite direction didn't happen.

Unfortunately, albumin diffusion into alginate capsules was remarked – Fig. 1. Each additional layer influences on the decrease of protein diffusion rate – Fig. 2. The best promising data were obtained for structures covered with polylysine (PLL) and polystyrene sulfonate (PSS).

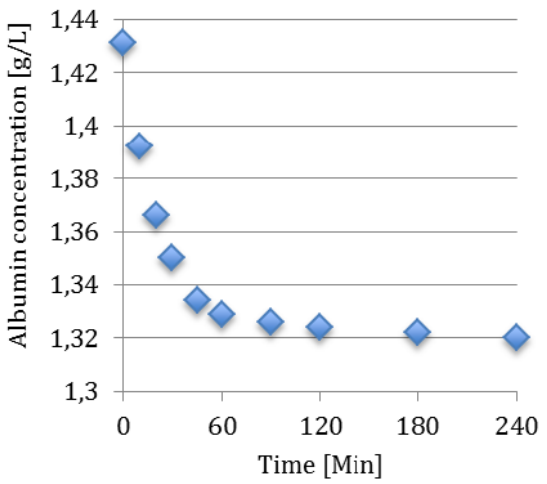


Fig. 1. Albumin concentration change for alginate capsules.

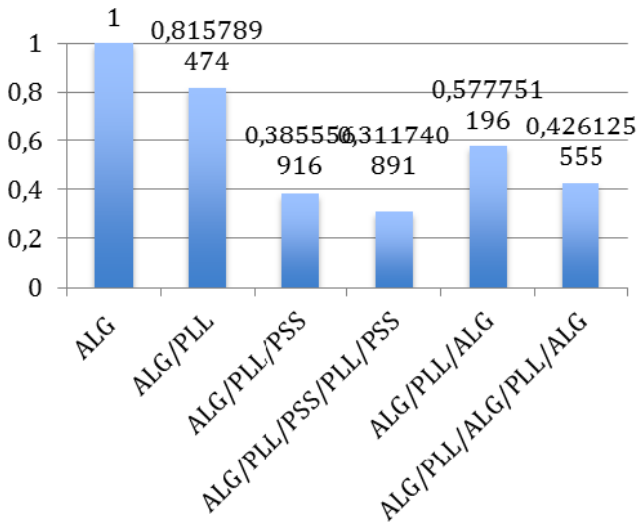


Fig. 2. Influence additional layers on albumin diffusion into capsules.

Acknowledgment

This work was performed within the Project No. 2013/11/B/ST8/03672 sponsored by NCN of Poland.

References

[1] O. Lowry, N. Rosenbrough, Protein measurement with the Folin phenol reagent, *J. Biol. Chem.* 193 (1951) 265–270

[2] K.Bienkowski, M.Strawski, M. Szklarczyk, The determination of the thickness of electrodeposited polymeric films by AFM and electrochemical techniques. *J Electroanal Chem* 662 (2011) 196-203

ENGINEERING OF MEMBRANE PROCESSES

ІНЖЕНЕРІЯ МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ

Responsive Membranes Through Selective Modification of Membrane Pore and External Surfaces

S. Ranil Wickramasinghe[1]

1. Ralph E. Martin Department of Chemical Engineering, University of Arkansas, Fayetteville, AR 72703, USA, *ranil.wickramasinghe@uark.edu*

We have developed a novel technique to selectively graft from the external barrier layer and not the internal membrane pore surface. Our work highlights the importance of being able to control the three-dimensional structure of the grafted polymers as well as their location; membrane barrier layer versus inside pore surface.

Atom transfer radical polymerization, flux, fouling, magnetic field, surface modification

Introduction

Responsive behaviour may be categorized according to the type of stimulus used to induce polymer conformational and/or property changes (1). Figure 1 gives a schematic representation of the three types of stimuli: direct, indirect and field induced. Direct stimulation is specific. The responsive groups on the membrane respond to a specific chemical or biological cue. Indirect stimulation, like direct stimulation, involves mass transfer to the responsive groups. However, unlike direct stimulation, changes in polymer conformation/property occur due to changes in the thermodynamic environment and not to a specific interaction with a chemical or biological cue. Field induced responsive behaviour is fundamentally different to the direct and indirect responses as no mass transfer is required. The next three sections describe each of these responsive mechanisms in turn.

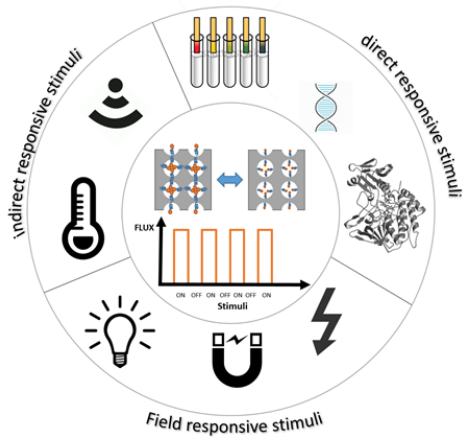


Figure 1 Types of responsive membranes

Direct stimulation

pH responsive groups respond to changes in pH (H+ ion concentration)(2-4). A carboxylic group (e.g. acrylic acid) at pH below its pKa is protonated leading to its decreased hydration and de-swelling of the polymer. The polymer network swells when the pH exceeds its pKa as the carboxylic groups become deprotonated and repel each other. Thus, membrane permeability can be adjusted. In the case of pH responsive groups, a number of different weak base and acid groups respond to a specific chemical cue, H+ ions in solution. Potential application of pH responsive membranes in the production of biofuel has been investigated (2,5).

Indirect Stimulation

Indirect stimulation, like direct stimulation, involves mass transfer to the responsive groups. However, unlike direct stimulation, changes in polymer conformation/property occur due to changes in the thermodynamic environment and not to a specific interaction with a chemical or biological cue. Most temperature responsive polymers display a lower critical solution temperature (LCST). A common example is poly (N-isopropylacrylamide) (PNIPAM). PNIPAM is a hydrogel that is water soluble when the temperature is below its LCST. Above its LCST, the polymer becomes hydrophobic

and will phase separate. When PNIPAM chains are attached to a membrane surface, the grafted polymer layers swell and de-swell when the temperature fluctuates below or above the LCST. Previous studies have shown that switching between the polymer conformation above and below the LCST can lead to the release of adsorbed foulants (6-7).

Field responsive membranes

Field induced responsive behaviour is different to the direct and indirect responses discussed above as no mass transfer is required. Three types of external field; electric, magnetic and electromagnetic waves have been considered in the past. Electric field responsive membranes shrink, swell or twist in response to an external electric field due to the interaction of charged species with the external field. These changes in polymer confirmation can be used to control solute permeation through the membranes. In addition development of fouling resistant membranes based on desorption of adsorbed solutes due to changes in polymer conformation induced by changes in an external electric field have been described.

At the University of Arkansas unique magnetic field responsive membranes have been developed. Magnetic field responsive groups such as magnetic nanoparticles are usually physically entrapped within the membrane structure or immobilized onto the membrane surface. Changes in an external magnetic field can cause movement and/or heating of these magnetically responsive groups. Recent studies indicate that movement of magnetically responsive polymer chains attached to the membrane surface can suppress concentration polarization during nanofiltration. In addition magnetically responsive polymer chains attached to the inside pore surface of microfiltration membranes can be used to modulate membrane permeability by applying an external magnetic field.

Conclusions

Responsive membranes represent a class of advance membrane that mimic biological membranes. Their performance can be modulated by an external stimulus. These membranes show tremendous potential for future separation processes.

Acknowledgements

Funding for this work was obtained from the National Science Foundation CBET 1066505, 1137795, 1264896; DOE, STTR Phase I and the Arkansas Research Alliance.

References

[1] Darvishmanesh, S., X. Qian, and S. R. Wickramasinghe. 2015. Responsive membranes for advanced separations. Current Opinion in Chemical Engineering 8:98-104.

[2] Himstedt, H. H., H. Du, K. M. Marshall, S. R. Wickramasinghe, and X. Qian. 2013. pH Responsive Nanofiltration Membranes for Sugar Separations. Industrial & Engineering Chemistry Research 52:9259-9269.

[3] Gugliuzza, A. 2013. Intelligent Membranes: Dream or Reality? Membranes 3:151-154.

[4] Wee, K. H., and R. Bai. 2013. Stimuli-Responsive Membranes. Encyclopedia of Membrane Science and Technology.

[5] Du, H., S. R. Wickramasinghe, and X. Qian. 2010. J. Phys. Chem. B 114:16594.

[6] Husson, S. M. 2012. Synthesis Aspects in the Design of Responsive Membranes. Responsive Membranes and Materials:73-96.

[7] Wandera, D., H. H. Himstedt, M. Marroquin, S. R. Wickramasinghe, and S. M. Husson. 2012. Modification of ultrafiltration membranes with block copolymer nanolayers for

Perfluoropolymer-based Mixed Matrix Membranes: Preparation, Natural Gas Separation and Modeling of Transport Properties

Gianni Golemme,[1] Anna Santaniello,[2] Francesco P. Di Maio,[1] Alberto Di Renzo[1]

1. Department of Environmental and Chemical Engineering, University of Calabria, ITALY, 87036 Rende, Via P. Bucci, 44A, E-mail: giovanni.golemme@unical.it

2. Department of Physics, University of Calabria, ITALY, 87036 Rende, Via P. Bucci, 44A E-mail: anna.santaniello@fis.unical.it

Abstract – Perfluoropolymer-based MMMs containing SAPO-34 effectively separate CO_2 from CH_4. Extended Maxwell-like model calculations and finite element analysis of gas transport through MMMs containing sieves of different permeability, size and shape indicate the presence of barriers to transport at SAPO-34 and of a less dense polymer region at the interface.

Keywords – Surface modification, perfluoropolymer/SAPO-34 mixed matrix membranes, CO_2/CH_4 separation, natural gas treatment, interfacial effects, barriers to mass transport, macroscopic modeling of gas permeability, finite element analysis of gas permeability.

Results and Discussion

Glassy and amorphous perfluoropolymers tolerate large partial pressures of CO_2 and condensable hydrocarbons,[1] which instead swell and damage, even irreversibly, commercial membranes for natural gas purification.[2] The outer surface of SAPO-34, a silicon aluminium phosphate very selective for the CO_2/CH_4 separation,[3] has been modified, and the modified SAPO-34 has been homogeneously dispersed in amorphous and glassy perfluoropolymers – Hyflon® AD60X, Teflon® AF 1600 – to produce flexible, self-standing, homogeneous and defect-free Mixed Matrix Membranes (MMMs). The modification allows a perfect adhesion of the perfluoropolymers on the SAPO-34 surface and prevents the formation of defects at the interface, but at the same time does not plug the pores, nor adds resistance to the transport of mass through the surface of the molecular sieve.

Fig.1. Cross section of a Hyflon® AD60X MMM containing 35% v/v SAPO-34, average size 2 μm and aspect ratio 2 (left). Schematic representation of the different regions in a MMM containing porous SAPO-34 (in yellow) in a perfluoropolymer matrix (blue); the light blue area around the crystal represents a shell of higher free volume polymer, and the black line represents the barrier for the transport of mass, arbitrarily located on the outer surface of the particle (centre). Representation of the preferential diffusion paths of CO_2 and CH_4 in MMMs containing oriented flat SAPO-34 crystals of large aspect ratio (right).

In all cases SAPO-34 improves the polymer permselectivity for the CO_2/CH_4 separation. Size, shape and orientation of the crystals deeply influence the detail of the transport properties of the MMMs. Since no analytical model (e.g. Maxwell, Cussler and their modified versions) is able to describe the membrane behavior, new MMMs containing impermeable SAPO-34 have been prepared with the goal to separately investigate the contribution of the sole polymer to the overall

transport. The analysis of the large set of experimental gas permeability data (He, H_2, CO_2, O_2, N_2, CH_4) reveals the features of the MMMs:

1. a layer of polymer in contact with the SAPO-34 has a larger free volume than the bulk;
2. the gas permeability of SAPO-34 is much lower than predicted by simulation.[4]

The gas transport of the perfluoropolymer/SAPO-34 MMMs is successfully described by a new 4-phase Maxwell model and by 4-phase finite element computations. The advantage of the finite element approach is the possibility to visualize the preferential diffusional paths for the single gases in the MMMs.

Conclusion

Flexible, defect-free and selective perfluoropolymer/SAPO-34 MMMs effectively separate CO_2 from natural gas. The gas transport performance of the MMMs is close to the 2008 Robeson upper bound[5] for the CO_2/CH_4 separation. The 4-phase macroscopic modelling and finite element computations of gas transport give a good description of gas transport in MMMs, and reveal the real phenomena at work in the membranes. The SAPO-34 gas permeability is much lower than expected based on simulations of gas diffusion and solubility in the bulk of the crystal, strongly suggesting the presence of a barrier to transport at SAPO-34. The barrier effect adds to polymer changes, and, in perfluoropolymers, counterbalances the outcome of the polymer free-volume increase. By this, the MMM behaviour is understood and described in detail for different filler sizes and shapes.

Acknowledgments

This work has been supported by the European Community's FP7 2007-2013 through the research project PON01_01840 "Programma di Energie Rinnovabili e Micro-Cogenerazione per l'Agroindustria - MicroPerlA".

References

[1] T. C. Merkel, *et al.*, "Gas and Vapor Transport Properties of Perfluoropolymers", in Yu. P. Yampolskii, I. Pinnau, B. D. Freeman, Eds., Materials Science of Membranes for Gas and Vapor Separation, Chichester, UK: Wiley, 2006, ch. 9, pp. 251-269.

[2] R. W. Baker, K. Lokhandwala, Natural Gas Processing with Membranes: an Overview, *Ind. Eng. Chem. Res.,* vol. 47, pp. 2109-2121, 2008.

[3] H. H. Funke, *et al.*, "Separating molecules by size in SAPO-34 membranes", *J. Membr. Sci.,* vol. 456, pp. 185-191, 2014.

[4] R. Krishna, J. M. van Baten, "Insights into Diffusion of Gases in Zeolites Gained from Molecular Dynamics Simulations", *Microporous Mesoporous Mater.,* vol. 109, pp. 91-108, 2008.

[5] L. M. Robeson, "The Upper Bound Revisited", *J. Membr. Sci.,* vol. 320, pp. 390-400, 2008.

Organic Reach Brine Purification With the Use of Ultra- and Nanofiltration Membranes

Małgorzata Kabsch-Korbutowicz[1], Agnieszka Urbanowska[1], Jacek Wiśniewski[1]

1. Department of Environmental Engineering, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, 50-370 Wroclaw, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, E-mail: malgorzata.kabsch-korbutowicz@pwr.edu.pl

Abstract* – *Spent regenerants from regeneration of anion-exchange resins, used in purification of waters containing natural organic matter, consist of salt and organic macromolecules. In order to recover salt the usefulness of ultra- and nanofiltration was examined. It was found that the most suitable for those purposes are nanofiltration or dens ultrafiltration membranes.

Keywords – natural organic matter, ion-exchange, ultrafiltration, nanofiltration, polymeric membrane, brine regeneration

Introduction

Ion-exchange process is widely used in water treatment plants, mainly for separation of inorganic ions. However this process have received increased attention as efficient alternative for removing natural organic matter (NOM) from water (e.g. MIEX®DOC process) [1, 2].

In the final phase of the process, the exhausted resin is regenerated with 10÷12 % NaCl solution. The spent regenerant contains, apart from unused salt, high load of organic matter. In order to recover brine for reuse, organic macromolesules should be removed.

In the study the usefulness of ultrafiltration and nanofiltration processes in the recovery of brines from spent regenerant solutions was analyzed.

Materials and Methods

In the study use was made of 3 ultrafiltration and 2 nanofiltration membranes manufactured by Nadir. UF membranes were made of polyethersulphone and their cut-off amounted to 5, 10 and 30 kDa. Nanofiltration membranes NP010P and NPO30P were made of polyethersulphone.

All experiments were carried out in laboratory installation at transmembrane pressure 0.2 MPa. The main part of the system was an Amicon 8400 cell.

The experiments were carried out for 3 model solution of brine consisted of 12% NaCl and humic acids (HA) (Aldrich production) as well as for waste brine from pilot MIEX®DOC installation. The properties of solutions is given in table 1. NOM concentration was monitored by measurement of UV absorbance at 254 nm and colour intensity.

Table 1

Characteristics of solutions

Solution	Properties	Colour, gPt/m^3	Abs 254 nm, cm^{-1}	Conductivity, mS/cm
S1	12% NaCl + 1 gHA/dm^3	1,109	7.7	380
S2	12% NaCl + 5 gHA/dm^3	7,972	41.1	330
S3	12% NaCl + 10 gHA/dm^3	22,718	111.1	343
S4	from MIEX®DOC	7,215	64.9	174

Results and Discussion

The idea of investigated processes is to remove natural organic substances from waste brine in the degree allowing reuse of NaCl solution to regenerate ion-exchange resin. Analyzing data presented in Fig. 1 it should be noted that the properties of feed solution, especially NOM

concentration, significantly influence permeat quality. The increase of NOM concentration in the feed resulted in the increase of organic substances amount in the permeate. Moreover it was found that significantly lower efficiency of NOM separation was obtained in the treatment of real spent brine from MIEX®DOC process. It shows that the efficiency of NOM separation is also influenced by properties of organic macromolecules. It may be assumed that MIEX®DOC spent brine contains low molecular NOM fraction which is to a limited extent eliminated with the use of UF membranes.

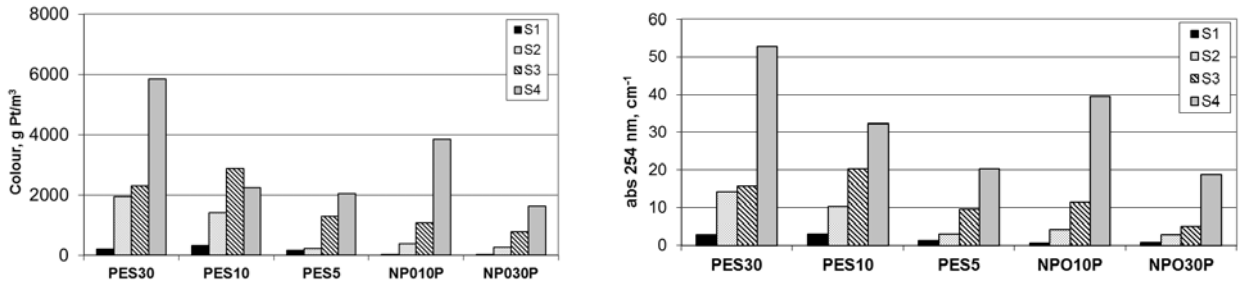


Fig.1. The influence of membrane and solution type on the properties of recovered brine.

It was observed that the decrease of pore size in the membrane structure resulted in the decrease of NOM concentration in the permeate. The quality of permeate obtained with the use of 5 kDa UF membrane was comparable to that measured for NF membranes. In the case of MIEX®DOC one can state that application of loose NF membrane (NP010P) results in worse properties of recovered brine as compared to obtained for 5 kDa UF membrane.

Conclusion

An experimental study was performed to assess the feasibility of spent brine from regeneration of ion-exchange resins treatment using ultrafiltration and nanofiltration membranes. NOM was successfully removed (over 80 %) using all tested membranes. Comparable efficiency of organic substances separation was achieved when NF membranes or 5 kDa UF membranes were used. As hydraulic permeability of UF membranes is greater than typical for NF ones it seems advisable to use dense ultrafiltration membranes to purify spent brine.

Acknowledgments

The work was partially supported by grant from the Faculty of Environmental Engineering, Wrocław University of Science and Technology (grant n° 0401/0064/16).

References

[1] W.T.M. Audenaert, L. Van Beneden, S.W.H. Van Hulle, “Removal of natural organic matter (NOM) by ion exchange from surface water for drinking water production: a pilot-scale study”, in Desalination and Water Treatment, 2016, 57, pp. 13897–13908.

[2] A. Grefte, M. Dignum, E. R. Cornelissen, L. C. Rietveld, ” Natural organic matter removal by ion exchange at different positions in the drinking water treatment lane”, in Drinking Water Engineering and Science, 2013, 6, pp.1-10.

Solvent extraction of copper(II) and iron(III) using task specific ionic liquid (TSIL) as selective extractant

Beata Pospiech[1]

1. Department of Chemistry, Czestochowa University of Technology, POLAND, Czestochowa, Armii Krajowej 19, 42-201 Czestochowa, E-mail: b.pospiech@wip.pcz.pl

Abstract - In this work the solvent extraction has been carried out for the selective removal of copper(II) towards iron(III) from hydrochloric acid solutions. Trihexyl(tetradecyl)phosphonium thiosalicylate, [PR$_4$][TS], a thiol-containing task specific ionic liquid (TSIL) was used as extractant in this process. Cu(II) was selectively and effectively removed from 0.1 M HCl containing Fe(III) by extraction with 0.1 M [PR$_4$][TS] in toluene.

Keywords – copper(II), iron(III), solvent extraction, trihexyl(tetradecyl)phosphonium thiosalicylate, ionic liquids, polimer inclusion membranes

Introduction

Copper is very important nonferrous metal and plays significnt role in electronic and electric industry. Therefore, this metal is present in various spent metallic materials such as waste electric and electronic equipment (WEEE) and printed circuit boards (PCBs). Hydrometallurgical processes are very often used for recovery of heavy metals. The leach liquors of metallic waste always contain other metal ions, mainly iron(III). Therefore, the selective recovery of Cu(II) towards Fe(III) form aqueous solutions is particulary important stage in hydrometallurgical technology [1]. Liquid-liquid extraction is very often used in wastewater treatment and separation of metal ions from technological solutions wastes [2].

The aim of this paper was separation of Cu(II) ions from hydrochloric acid solutions containing Fe(III) using phosphonium ionic liquid trihexyl(tetradecyl)phosphonium thiosalicylate, [PR$_4$][TS] as selective extractant. The effect of hydrochloric acid on the metal ions separation has been studied.

Experimental

Solvent extraction was carried out using equal volumes of both phases (10 cm^3 each) which were mechanically shaken for 20 minutes at the constant temperature (25 ± 2 °C). The metal ions content in the aqueous phase has been determinated by means of AAS Solaar 939 (Unicam) spectrophotometer. The distribution ratio (D) and extraction percent (%E) were determined as equal to:

$$D = \frac{[Me]_{org}}{[Me]_{aq}} \tag{1}$$

$$\% E = \frac{D}{D+1} \cdot 100\% \tag{2}$$

where $[Me]_{org}$ and $[Me]_{aq}$ are concentrations of the metal ions in the organic and aqueous phases after extraction, respectively.

Results and discussion

The extraction of Cu(II) and Fe(III) by [PR$_4$][TS] in toluene was carried out from 0.1 to 4 M HCl. Fig. 1 shows the effect of acid concentration on competitive extraction of metal ions from aqueous phase. As can be seen from this figure, Cu(II) was effectively removed from acidic

chloride solutions. Extraction efficieny of Fe(III) was very low at 0.1 M HCl. The increase of acid concentration caused the increase of the extraction efficiency of Fe(III). The selectivity coefficients of Cu(II) over Fe(III) decreased with increase of HCl concentration.

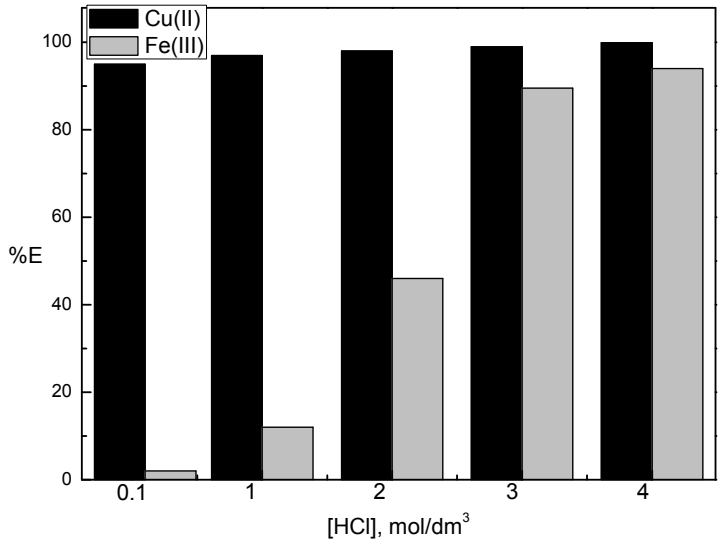


Fig.1. Extraction efficiency of Cu(II) and Fe(III) as a function of HCl concentration by 0.1 M $[PR_4][TS]$ in toluene. Aqueous phase: 0.01 M Cu(II) and 0.01 M Fe(III) in HCl solutions.

Conclusion

Based on the results of the solvent extraction of Cu(II) and Fe(III) from hydrochloric acid solutions, the following points may be highlighted. $[PR_4][TS]$ in toluene can be recommended for the separation of the studied metal ions from 0.1 M HCl regarding both the high values of the selective coefficient of Cu(II) over Fe(III) and the high extraction efficiencyi of Cu(II). At higher HCl concentrations, the extraction efficiency of Cu(II) remains close to 100% but the selectivity coefficient towards Fe(III) decreases.

References

[1] Y. Cui, Y. Wang, M. Pang et al., Effect of diluents on the extraction and separation of Fe(III) and Cu(II) from hydrochloric acod solutions using N,N,N', N'- tetrabutyl succinamide, Hydrometallurgy 152, 2015, pp. 1-6.

[2] B. Pospiech, Studies on extraction and permeation of cadmium(II) using Cyphos IL 104 as selective extractant and ion carrier, Hydrometallurgy 154, 2015, pp. 88-94.

A study of selected aspects of the membrane fouling phenomena

Agnieszka Miśkiewicz,[1] Grażyna Zakrzewska-Kołtuniewicz[1], Sylwia Pasieczna-Patkowska[2], Bożena Sartowska[1]

1. Centre for Radiochemistry and Nuclear Chemistry, Institute of Nuclear Chemistry and Technology, POLAND, Warsaw, Dorodna 16, a.miskiewicz@ichtj.waw.pl

2. Faculty of Chemistry, University of Maria Curie-Sklodowska, POLAND, Lublin, Pl. M. Curie-Sklodowskiej 3, sylwia.pasieczna@poczta.umcs.lublin.pl

Abstract –The paper presents results of research on the fouling phenomena occurring in membrane modules of different configurations. A radiometric method as well as photoacoustic spectroscopy and scanning electron microscopy were used in these studies. Results have shown that application of proposed techniques can make a progress on more comprehensive understanding of the fouling phenomena.

Keywords – membrane processes, membrane fouling, , radiotracers, photoacoustic spectroscopy

Introduction

Although many studies were undertaken on the subject, membrane fouling is still not a fully explored phenomenon. In order to explore this adverse effect, various techniques are used, starting from optical and ending with spectroscopic methods [1, 2]. Nowadays, more and more advanced techniques are used for this purpose [3].

Results and discussion

The paper presents the studies on kinetics of the deposit layer formation on ultrafiltration membranes . The first part of the studies concerns the application of the photoacoustic method. In these experiments a membrane made of PES with cut-off of 10 kDa placed in a batch stirred cell (Amicon, Model 8010, Millipore) was used. A solution of poly(acrylic acid) with molecular weight of 250 kDa with concentration of 0.1 g/L was passed through the membrane and thereafter membrane samples for 1, 5, 10, and 20 minutes of the process were collected and analysed by means of photoacoustic spectroscopy (PAS) (Fig. 1).

The results of this method has been confirmed by using the optical method. Each membrane sample after filtration has been observed by using scanning electron microscope. The results of these experiments are presented in Fig. 1.

PAS **SEM**

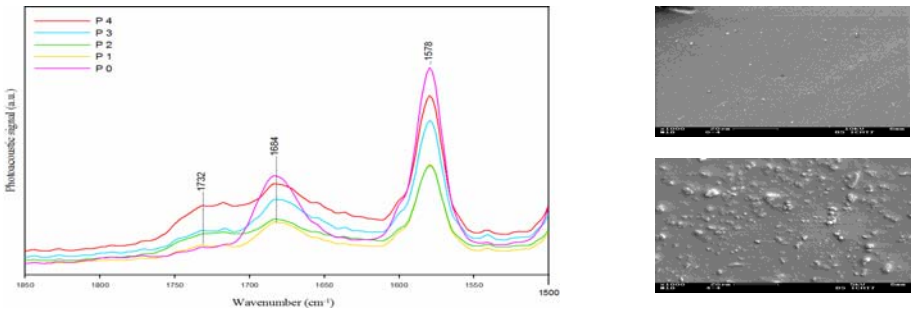


Fig.1. The PAS spectra and SEM images of pure membrane and membrane samples after filtration of poly(acrylic acid).

As can be observed the PAS method is very sensitive and allows distinguishing small differences in the thickness of deposit layers accumulated on the membrane surface occurring just at the beginning of the filtration as well as during the continuation of the process. Therefore, this

method can be an alternative for other methods used for the investigation of the kinetics of membrane fouling.

The second part of the paper presents a study on the influence of the molecular weight of the medium filtrated on the membrane fouling. This was investigated with application of the radiometric technique using ^{140}La as a radiotracer for ply(acrylic acid). Radiolabelled solution was introduced into membrane module with the flat sheet membrane. The rate of deposit development on the membrane surface during filtration, as a change of tracer radioactivity, was monitored in-situ by means of the collimated scintillation probe placed under the membrane module. The change of radioactivity during experiments was monitored with the radiometer (FIR-1, INCT, Poland).

Results of these experiments, presented in Fig. 2, have shown the differences in kinetics of deposit layer formation depending on particle size of the filtrated medium. As the molecular weight increases, more radioactivity of the membrane is obtained, which is related to a faster deposition of the particles of higher molecular weight.

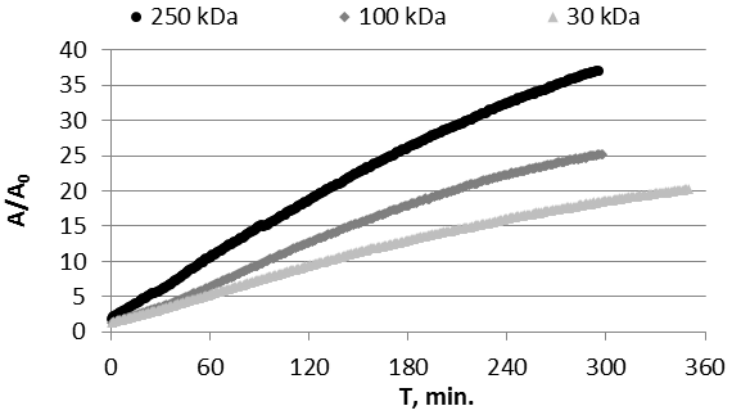


Fig.2. Variation of the normalized radioactivity of the membrane deposit in time duringfiltration of PAA of different molecular weight.

Conclusion

The paper has shown that the radiometric method as well as the photoacoustic spectroscopy have a great potential for membrane fouling investigation. These techniques can be an alternative for other methods used for investigation of this phenomenon.

Acknowledgments

The studies were supported by the National Science Centre Poland, Grant No 2013/11/D/ST8/03328 entitled "Studies on the phenomena occurring in the membrane boundary layer during the filtration of aqueous solutions and suspensions proceeding in membrane apparatuses with different configurations".

References

[1] J. Mendret, C. Guigui, P. Schmitz, and C. Cabassud, "An Optical Method for In Situ Characterization of Fouling During Filtration", 2007, Vol. 53, No. 9, 2265-2274.

[2] M. Bass, V.Freger, "Facile evaluation of coating thickness on membranes using ATR-FTIR:, J. Membr. Sci., 2015, 492, 348-354.

[3] W. Li, X. Liu, Y-N. Wang, T. H. Chong, C. Y. Tang, A. G. Fane, "Analyzing the evolution of membrane fouling via a novel method based on 3D Optical Coherence Tomography imaging", Environ. Sci. Technol., 2016, 50: 6930-6939.

Treatment and Concentration of Dye Wastewater with the Use of Ultrafiltration Ceramic Membranes

Katarzyna Majewska-Nowak[1]

1. Faculty of Environmental Engineering, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, Wroclaw, Wybrzeze Wyspianskiego 27, E-mail: katarzyna.majewska-nowak@pwr.edu.pl

Abstract – The usability of ultrafiltration ceramic membranes in the treatment of dye industrial wastewater was evaluated. The excellent membrane properties in TOC (total organic carbon) removal and high concentration factors were demonstrated.

Keywords – dye, textile wastewater, ultrafiltration, concentration, ceramic membrane, fouling

Introduction

Membrane technology is being increasingly used in the treatment of various industrial wastewaters, especially dye containing wastewaters. Most of the reported studies have been focused on water reuse by membrane processes, whereas recovery of valuable components from exhausted processing baths has been evaluated in a lesser extent. The possibility of concentrating dye containing mixtures, as well as saving water, auxiliaries (mainly salts) by utilization of high-pressure membrane processes has been demonstrated by some researches. However, there are only a few papers available on the application of micro- or ultafiltration ceramic membranes in the industrial reuse of valuable chemical compounds.

The paper aimed at the evaluation of the UF ceramic membrane usability in the treatment and concentration of synthetic and real wastewater containing dyes.

Methodology

Commercially available ceramic membrane modules Céram*INSIDE* (TAMI Industries) were used in the experiments. The modules were of the tubular multi-channel type and were characterized by cut-off in the range of 5-300 kDa. Ultrafiltration experiments have been carried out in a laboratory installation ProFlux M12 (Millipore) under the pressure difference of 0.07-0.1 MPa. Synthetic dye solutions (containing 3 azo dyes and salts) as well as real wastewater from paperboard dyeing were used. TOC, absorbance and conductivity were used to characterize raw and treated wastewaters. In the course of UF process the membrane permeability, the fouling intensity and concentration factor were determined.

Results and conclusions

It was found that the experimental modules exhibited satisfactory treatment efficiency towards synthetic dye wastewaters. The decrease of TOC and absorbance amounted to 65-85% and 75-90%, whereas mineral salt removal was lower than 10%. These findings supported the idea of dye wastewater fractionation by the integrated membrane system ultrafiltration-electrodialysis. The highly concentrated paperboard dyeing wastewater needed 3 stage treatment (microfiltration, UF with 300kDa membrane and UF with 30kDa membrane). This system enabled excellent removal of TOC (more that 93%) and high concentration factor (80). However, due to intensive membrane fouling, frequent membrane cleaning was necessary. Thus, it was concluded that raw dye containing wastewaters should be carefully pretreated before fractionation and concentration by membrane processes.

Investigation of the drug release through hydrogel membranes

Yuriy Melnyk, Ivan Demchuk, Sofiia Suberliak, Anastasiia Duda, Taras Skorokhoda

Department of Chemical Technology and Plastics Processing, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, 12 Bandera Str., e-mail: e-mail: yuriy.ya.melnyk@lpnu.ua

Abstract. The aim of the present work is to explore patterns of mass transfer of solutes through hydrogel membrane. The cross-linked copolymers of the 2-hydroxyethylmethacrylate with polyvinylpyrrolidone as membranes were synthesized and their penetration properties were investigated. The mass-transfer model of hard soluble surface through the hydrogel shell was offered.

Keywords – drug release, 2-hydroxyethyl methacrylate, polyvinylpyrrolidone, diffusion coefficient, penetration.

Introduction

The development of polymer drugs prolonged and directed release systems is one of main directions in pharmaceutical and medical branches. Such systems allows to transfer medical substance directly to the active medium, as well as essentially reduces its one-time therapeutic doze. Polymeric hydrogel carriers based on cross-linked copolymers of polyvinylpyrrolidone (PVP) with methacrylic esters, 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) namely, are used for above-mentioned purposes. They are able to swell in water and physiological solutions but are insoluble in such media and have controlled penetration and sorption-desorption properties due to the presence of different functional groups in their structures.

Result and Discussion

Synthesized copolymers are cross-linked compounds consisting of PVP molecules with grafted polyHEMA chains. They have functional groups with different polarities: C=O and –OH groups of monomer and N–C=O group of PVP. Moreover, in aqueous media PVP chain links may be in ketonic forms or forms with cationic nitrogen. The structural parameters and hydrogel composition contents may be direct changed by synthesis conditions. All above mentioned factors will affect on the sorption and diffusive-transfer properties of synthesized (co)polymers (Table 1).

Table 1

Properties of hydrogel membranes

No	(Co)polymer composition, wt. p.		Water content, W, %	M_n, kg/mole	$D_2 \cdot 10^{12}$, m^2/s	$V \cdot 10^3$, mole/(m^2·s)
	– PHEMA	– PVP				
1	100	–	38	12	5,7/0,4*	1,3/0,11
2	91	9	45	20	18,7	2,2
3	82	18	48	24	28,0/2,2	3,0/0,21
4	77	23	53	38	37,1	3,7

M_n – molecular weight of net internodal fragment; V – rate of mass transfer; D_2 – diffusion coefficient (* the numerator – for sodium chloride, the denominator – for sodium diclofenac).

Copolymers synthesized in the form of membranes are effective capsulated agents of solid drugs. In dry state while storing they act as protective capsule but while operation they are able to swell in the physiological solution and become permeable. The components transfer mechanism from capsulated particles is following: copolymer swelling, molecular diffusion inside the capsule, mass transferring through polymeric membrane and mass delivering into ambient solution (Fig. 1).

Used capsule is removed out of organism by natural way without detriment to it.

In order to forecast the duration of drug removal from capsulated particle, as well as its end concentration in the solution, the model of mass transfer from globular particle which is shelled with the polymeric hydrogel has been developed (Fig. 2).

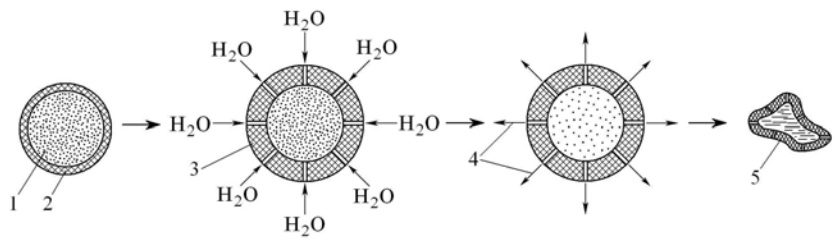


Fig. 1. The scheme of components transfer from capsulated particles: *1* – drug*; 2* – solid polymer shell*; 3* – swelled cross-linked gel*; 4* – drug prolonged release*; 5* – spent capsule

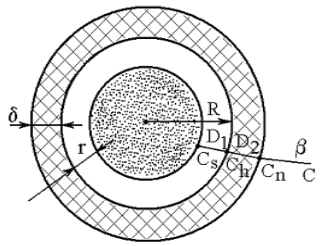


Fig. 2. The scheme of mass transfer from solid particle with hydrogel shell

The thickness of hydrogel shell while swelling will change by following dependence:

$$\delta = \delta_n \left[1 + \alpha_{\max}\left(1 - e^{-Kt}\right)\right],$$

where: δ_n, δ – thickness of dry and swelled hydrogel shell, m; t – swelling time, s; K – swelling rate constant, s^{-1}; α_{max} – maximal value of swelling coefficient.

The change of mass at $\delta << R$ is equal to

$$\frac{-dM}{dt} = \frac{4\pi \cdot R^2 (c_s - c)}{\left(\beta^{-1} + rD_1^{-1} + \delta D_2^{-1}\right)},$$

where: M – particle mass, kg; R – particle radius, m; c_s – concentration a acknowledgments of the substance over the particle surface, kg/m^3; β – mass-transfer coefficient, m/s; r – reduction of particle radius, m; D_1, D_2 – diffusion coefficients in the solution inside the capsule and polymer, respectively, m^2/s.

Maple v6.01 mathematical pack was used for the model numerical realization. Results so obtained allow to forecast the duration of drug removal from the particle, as well as its end concentration in the solution.

Synthesized copolymers are marked by chemical stability in slightly alkaline and slightly acid environments, sterilization is maintained in an autoclave.

Conclusion

The obtained results open the perspective of the use of the synthesized hydrogel polymers based on cross-linked of PVP/HEMA copolymers as the membranes for creation of the drug delivery systems.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to Opanasovych V. and Slobodian M. who are the scientists of the Ivan Franko Lviv National University for assistance in developing a model of mass transfer.

Particularities of composite polyamide–hydrogel membranes forming

Galyna Yaculchak,Yuriy Melnyk, Nataliya Baran, Volodymyr Tsvyk, Oleg Suberlyak

Department of Chemical Technology and Plastics Processing, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, 12 Bandera Str., e-mail: e-mail: yuriy.ya.melnyk@lpnu.ua

Abstract. Composite polymer membranes based on rarely structured 2-hydroxyethylmethacrylate and polyvinylpyrrolidone copolymers which were strengthened with PA-6/PVP nano-layer were obtained and their operational features were researched. It was found that composition variation by hydrogel and modification layers and also modes of forming can be directed adjust its strength and permeability.

Keywords – composite membranes, 2-hydroxyethylmethacrylate, polyvinylpyrrolidone, polyamide-6, dip-coating.

Introduction

The formation of composite polymer membranes is related to the two technological processes: creating of porous substrate and applying a thin finely porous selective layer on top of it. In order to obtain the composite polymer membranes, the surface modification with thin layer of another polymer is used. The method consists of applying the polymer solution on the surface of semi-permeable substrate membrane. As a result of solution diffusion into the surface layer, deposition of the polymer modifier occurs.

Result and Discussion

Polymer hydrogels are hydrophilic grafted macromolecular systems, which can preserve significant amount of water. However, they remain the typical for solids properties. This combination of hydrogel properties leads to the wide range of applications from technical areas up to food industry and medicine. The solutions based on aliphatic polyamides are promising for polymer hydrogels modification. The obtained films are characterized by the hydrophilic properties and increased strength.

Monomer-polymer compositions were dissolved in the aqueous and aqueous-glycerol medium to form hydrogel film membranes. The polymerization was performed with the potassium persulfate initiation in the specially created molds of silica glass. Obtained hydrogel films were rinsed in the distilled water for 24 hours to completely remove unreacted monomer and stored in a hydrated state.

For the ultra thin polyamide membranes formation, the polymer solutions of polyamide 6 (PA-6) and polyvinylpyrrolidone (PVP) in the mixture of formic acid and water were used. One side coating of the thin polyamide polymer layer on the hydrogel film surface was performed by drawing out from the modifying solution (dip-coating) with further solvent evaporation under 75...80 ^{o}C. This technique is specifically suitable for applying the thin polymer films with simultaneous deposition and drawing out from the solution.

Conclusion

The composite hydrogel membranes based on cross-linking copolymers of 2-hydroxy-ethylmethacrylate and PVP, reinforced by the thin layer of PA-6/PVP polymeric mixtures were obtained. The physical, mechanical and diffusion properties of such membranes were investigated. The directional permeability regulations of synthesised composite membranes were determined by selection of the hydrogel membrane-substrate composition, modifying solution composition and also modifying process parameters.

Electrodialysis of lactic acid obtained from *LAB* fermentation

Magdalena Lech[1], Anna Trusek – Holownia[1]

1. Wroclaw University of Science and Technology, Division of Bioprocess and Biomedical Engineering, Norwida 4/6, 50-373 Wroclaw, POLAND

Abstract – The aim of research was to select optimal conditions for lactic acid separation using cation- and anion-exchange membranes in electrodialysis process. The process performed in this system is quite economical, because of low voltage (about 25 [V]) requirement. Applying this voltage results in 41.2 [g $L^{-1}s^{-1}m^{-2}$] stream of lactic acid.

Keywords – lactic acid, membrane separation, *Lactobacillus rhamnosus*, whey, lactose

Introduction

The aim of research was to develop a process of lactic acid purification from post – *Lactobacillus rhamnosus* culture medium, which contains a high amount of this component. This is a final step of lactic acid obtaining from waste whey in membrane bioreactor.

Lactic acid, one of the organic acids, is widely applied in pharmaceutical industry, mainly to obtain water soluble lactates or to produce biodegradable capsules for drugs delivery [1]. It is commonly used in cosmetics production. At lower concentration, LA is known for its moisturised properties, while its higher concentration ensures disinfectant and keratolytic properties, which are quite demandable during exfoliators production [2].

Materials and Methods

Electrodialysis

Equipment to electrodialysis consisted of three chambers divided by ion-exchanging membranes (CMI-7000 Cation Exchange Membranes and AMI-7001 Anion Exchange Membranes, Membranes International, USA). In left chamber, which was restricted by cation- exchanging membrane, a catode was placed, while in right chamber an anode was placed. Electrodes were submerged in distilled water and connected with direct current source (MS Major Science MP – 300V). Post – culture medium containing lactic acid was added to a middle chamber. Scheme of described system is presented in Fig. 1.

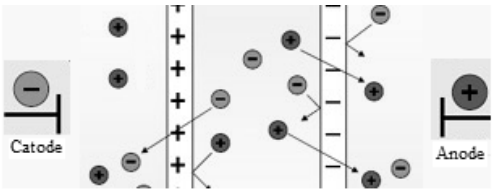


Fig. 1. Scheme of electrodialysis of lactic acid.

During separation an electrical voltage, current, temperature and the concetration of lactic acid were measured.

Lactic acid analysis

Concentration of lactic acid was analysed by high pressure liquid chromatography under isocratic conditions using Synergii 4µ Hydro – RP 80 □ column (Phenomenex, USA) on HPLC system (Waters, USA).

Samples were first filtered through a 0.22 µm syringe filter and then eluted with 0.1 M K_2HPO_4/H_3PO_4 at pH 2.9 and 30°C for 10 min. The flow rate was 0.042 L h^{-1} and peak absorbance

was monitored at 214 nm. Lactic acid samples (Sigma – Aldrich, CAS: 79 – 33 – 4) were run as standards. Retention time for La was 6.12 [min].

Results and discussion

Lactic acid present in the middle chamber (post – culture medium) at beginning of the process migrated to right chamber after applying the appropriate voltage (25, 75 and 100 [V]). Average concentration of purificated solution was 7.0 [gL^{-1}] and in every applied voltage concentration of lactic acid in product was between 3.5 and 3.9 [gL^{-1}] (average value was 3.7) and it was quite constant. Concentrations profiles during separation were similar for each voltage, so applying voltage higher than 25 V is not advisable – it increases cost of process unnecessarily.

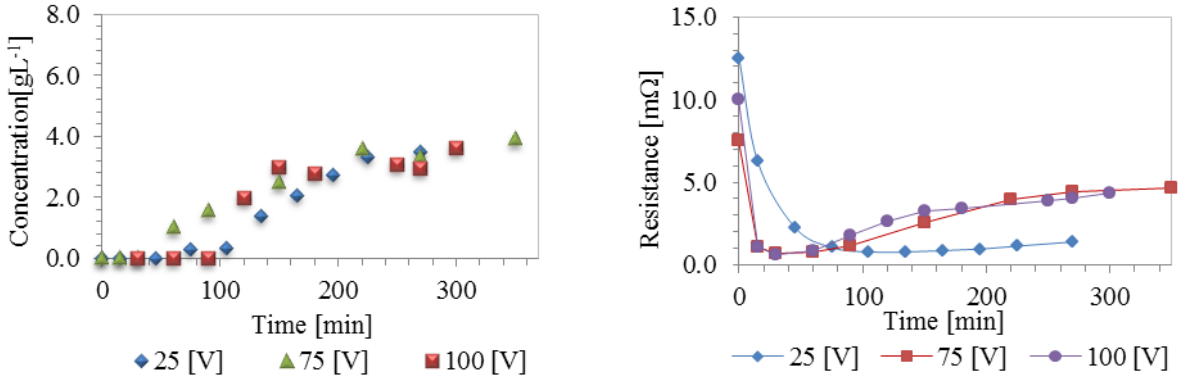


Fig. 2. Concentration of lactic acid in the right chamber in ED system and the profile of restistance during proces.

Measurement of current allows to determine resistance of equipment. As present in Fig. 2 quite high value of resistance was observed in the first hour of the process but later it decreased rapidly. After reaching minimum value – approximately 0.7 [mΩ], the restistance of this membrane system slightly increased. The most beneficial conditions, expressed with the lowest resistance, were achived for 25 [V] voltage.

Conclusions

The separation process of lactic acid derived from membrane bioreactor with immobilized *Lactobacillus rhamnosus* strain was presented. For this purpose electrodialysis membrane system was used with relatively low voltage – 25 [V]. For these conditions a stream of lactic acid was 41.2 [$gL^{-1}s^{-1}m^{-2}$].

Acknowledgments

Project supported by Wroclaw Centre of Biotechnology, The Leading National Research Centre (KNOW) program for years 2014-2018 and by Statutory Activity of WUST, Faculty of Chemistry, Project No. 0401/0251/16.

References

[1] Jalila R., Nixona J. R., Biodegradable poly(lactic acid) and poly(lactide-co-glycolide) microcapsules: problems associated with preparative techniques and release properties, J.Microencapsulation: Micro and Nano Carriers 7 (3), 1990, 297-325

[2] Smith W. P., Epidermal and dermal effects of topical lactic acid, J. American Academy Derm. 35 (3 – 1), 1996, 388–391

Biocompatible composite membrane for dialysis and ultrafiltration

O.V. Suberlyak, H.V. Yaculchak, N.M. Baran, Yu.Ya. Melnyk

Department of Plastic Engineering, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, 12, St. Bandera str., E-mail: suberlak@polynet.lviv.ua

Abstract. A method for obtaining of composite polymer membranes by surface hydrogels modification with thin layer of polymer was developed and their physical, chemical and physico-mechanical properties was investigated. It was found that composition variation by hydrogel and modification layers and also modes of forming can be directed adjust its strength and permeability.

Keywords: composite membranes, hydrogels, polyamide-6, polyvinylpyrrolidone, 2-hydroxyethylmethacrylate.

Introduction

One of the priority directions in membranology is development and improvement of assymetric porous structure principles and forming of polymer composite membranes. The asymmetric structure provides combining of the two opposing requirements to the membranes, such as high efficiency and maximum retention capacity.

Polymer hydrogels are hydrophilic grafted macromolecular systems, which can preserve significant amount of water. However, they remain the typical for solids properties. This combination of hydrogel properties leads to the wide range of applications from technical areas up to food industry and medicine.

Results and Discussion

The formation of composite polymer membranes is related to the two technological processes: creating of porous substrate and applying a thin finely porous selective layer on top of it. In order to obtain the composite polymer membranes, the surface modification with thin layer of another polymer is used. The method consists of applying the polymer solution on the surface of semi-permeable substrate membrane. As a result of solution diffusion into the surface layer, deposition of the polymer modifier occurs.

The solutions based on aliphatic polyamides are promising for polymer hydrogels modification. The obtained films are characterized by the hydrophilic properties and increased strength. Monomer-polymer compositions were dissolved in the aqueous and aqueous-glycerol medium to form hydrogel film membranes. The polimerization was performed with the potassium persulfate initiation in the specially created molds of silica glass. Obtained hydrogel films were rinsed in the distilled water for 24 hours to completely remove unreacted monomer and stored in a hydrated state.

For the ultra thin polyamide membranes formation, the polymer solutions of polyamide 6 (PA6) and polyvinylpyrrolidone (PVP) in the mixture of formic acid and water were used. One side coating of the thin polyamide polymer layer on the hydrogel film surface was performed by drawing out from the modifying solution (dip-coating) with further solvent evaporation under 75-80 ^{o}C. This technique is specifically suitable for applying the thin polymer films with simultaneous deposition and drawing out from the solution.

Conclusions

The composite hydrogel membranes based on structured copolymers of 2-hydroxyethylmethacrylate and PVP, reinforced by the thin layer of PA6/PVP polymeric mixtures were obtained. The physical, mechanical and diffusion properties of such membranes were investigated. The directional permeability regulations of synthesised composite membranes were determined by selection of the hydrogel membrane-substrate composition, modifying solution composition and also modifying process parameters.

Вплив компонентів полімерної матриці на термічні характеристики гібридних органо-неорганічних мембран для застосування у паливних елементах

Христина Демидова[1], Оксана Демчина[1], Ірина Євчук[1], Марія Жигайло[1]

1. Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України вул. Наукова, 3а, 79053 Львів, УКРАЇНА; e-mail: khrystyna.demydova@gmail.com

Hybrid organic-inorganic membranes with varied composition of polymeric matrix were synthesized with simultaneous formation of inorganic network.. Thermogravimetric analysis technique was used to investigate the thermal stability of nanocomposites. The effect of polymer matrix composition was observed only at the first stage of membrane decomposition. The thermal stability of synthesized organic-inorganic membranes is sufficient for fuel cell application.

Ключові слова: органо-неорганічна мембрана, паливний елемент, термогравіметричний аналіз.

Дослідження у галузі паливних елементів значно розширюються у зв'язку з пошуком альтернативних джерел енергії. Паливна комірка з протонообмінною мембраною – один із найбільш перспективних варіантів. Оскільки протонопровідна мембрана є ключовим елементом таких пристроїв, вона повинна відповідати жорстким критеріям, обумовлених робочими параметрами, одним з яких є термічна стійкість мембран у діапазоні робочих температур паливної комірки.

Гібридні органо-неорганічні мембрани привертають все більше уваги для застосування у паливних елементах через унікальну можливість покращення властивостей синтезованого матеріалу за рахунок синергетичного поєднання властивостей полімера й неорганічного компоненту. Для вивчення впливу складу гібридних мембран на їхні властивості було синтезовано композити із різним складом полімерної матриці та однаковим вмістом неорганічного компонента (20 ваг.%). Для створення полімерної матриці проведено фотоініційовану полімеризацію вихідної суміші мономерів: акрилонітрил - акриламід - калієва сіль сульфопропілакрилату. Вміст акрилоадіму та акрилонірилу змінювали: ПС1: 58/17, ПС2:42/33, ПС3:26/49 ваг.%, відповідно, а вміст калієвої солі сульфопропілакрилату сталий у всіх мембранах та становить 25 ваг.%. Також, у вихідну суміш мономерів введено 20 ваг.% неорганічного компоненту, отриманого золь-гель реакцією тетраетоксилану.

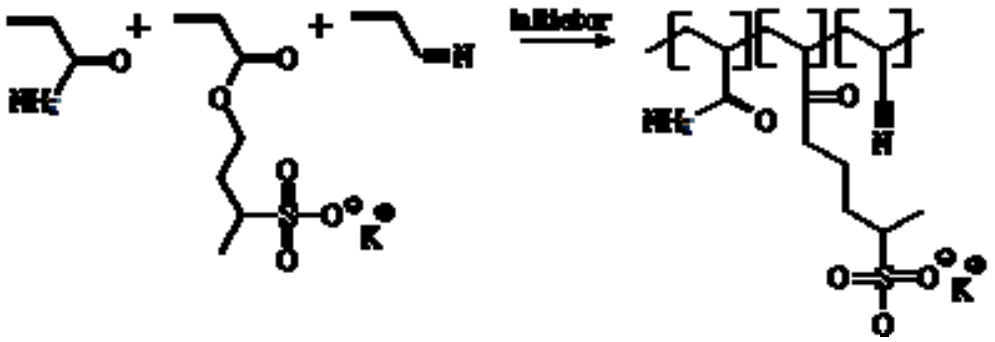


Рис. 1. Схема синтезу полімерної матриці органо-неорганічних мембран

Термогравіметричний аналіз (ТГА) використано для встановлення термічної поведінки та температури деградації органо-неорганічних мембран. Інтегральна та диференціальна термограми синтезованих мембран з різним складом полімерної матриці наведені на рис. 2. За даними ТГА кривих спостерігаються три стадії руйнування отриманих гібридних мембран. Незначна втрата ваги зумовлена випаровуванням фізично зв'язаної води. Це, очевидно, пов'язано з наявністю у структурі мембрани сульфогруп і неорганічної складової,

які утримують воду. Наступна втрата ваги в температурному діапазоні 200 - 350°С може бути пояснена розкладом сульфогруп та початковими процесами деградації акрилонітрилової складової. Втрата ваги за температури понад 500°С відображає повну деградацію полімерного ланцюга. Вплив складу полімерної матриці мембрани спостерігається на початковій стадії термічної деградації: із збільшенням вмісту акрилонітрилу перша втрата ваги зсувається в область нижчих температур. Детальний опис поведінки термічного руйнування гібридних мембран подано у Таблиці 1.

Таблиця 1

Термічна поведінка органо-неорганічних мембран

Зразок	I етап		II етап		III епат	
	Т, °С	Втрата ваги,%	Т, °С	Втрата ваги,%	Т, °С	Втрата ваги,%
ПС-1	247	10,98	315	11,18	580	38,60
ПС-2	230	6,25	310	13,21	580	37,56
ПС-3	235	13,06	350	9,06	580	33,58

Отже, синтезовані нами мембрани складу ПС1, ПС2 не зазнають термічного розкладання, тобто термічно стійкі при температурах до ~ 200°С, що дозволяє використовувати їх у низькотемпературних паливних комірках. Проте, за данами ТГА, композит складу ПС3 не володіє задовільною термічною стійкістю у випадку застосування як протонопровідна мембрана паливного елементу.

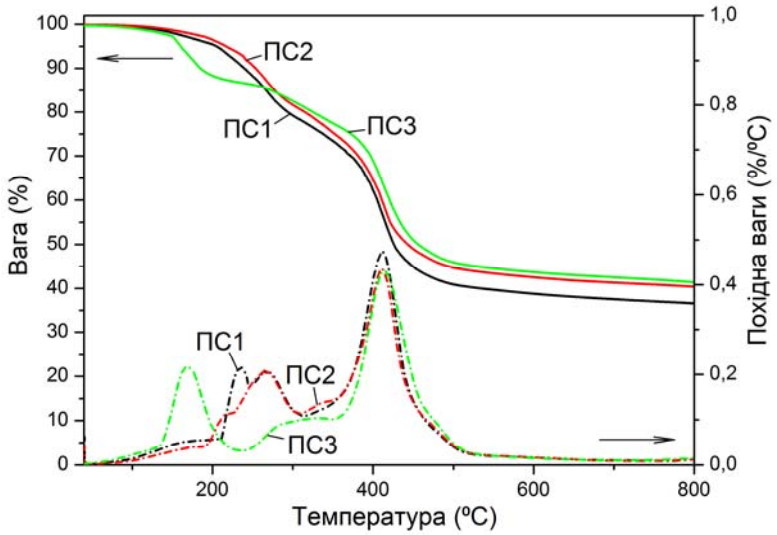


Рис. 2. Інтегральні (суцільна лінія) та диференційні (пунктирна лінія) ТГА криві органо-неорганічних мембран з різним складом полімерної матриці

Подяка. Робота проведена за фінансової підтримки програми ДААД (Research Grants for Doctoral Candidates and Young Academics and Scientists 2015/16, program ID 57130104).

GREEN CHEMISTRY

ЗЕЛЕНА ХІМІЯ

Influence of Modifing Addtieve at Bitumens

Yurii Hrynchuk[1], Mykhailo Nykypanchuk[1] and Pavlo Matsipura[1]

1. Department of general chemistry, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, 12 Bandera street, E-mail: yura_gym@ukr.net

Problematic of quality of roads still remain highly important. In conditions of modern highly intense traffic asphalt-concrete composites based on bitumen usually cannot provide needed physical and mechanical properties of road coating and its durability. Polymer modification of bitumen helps road coating to withstand higher and more intense load from traffic.

Introduction

We researched influence of different epoxy compounds at different brands of bitumen.

Conditions for modifications were chosen basing on mentioned researches for bitumen BND 90/130 [1]. Into composition of bitumen we added 2 -5 % of epoxide additive that was based on renewable material HSN, under temperature 190 C, and process duration – 5 hours.

For experimental part were used bitumen brands BND 60/90 and BND 90/130. Experimental results are presented in table 1.

Table 1

Physical-mechenical properties of road bitumens modified by HSN

Viscous content	Softening temperature by"ring and ball", K	Penetration at 298 K, м·10^{-4} (0,1 мм)	Dycktility at 298 K, м·10^{-2} (см)	Clutch with glass%	IIndex of penitration	Temperature of fragility, K	Coeficient of standart properties
BND 60/90	322	87	66	74	+0,1	252,7	1,05
BND 60/90 + 2% HSN	329	69	58	74	+1,1	266,7	1,07
BND 60/90 + 3% HSN	324	70	70	76	+0,9	260,3	0,91
BND 60/90 + 5% HSN	328	71	70	77	+0,9	264,3	0,91
BND 90/130	318	123	>100	95	-0,1	247,3	<0,71
BND 90/130 +3% HSN	322,5	102	>100	95	+0,7	257,4	<0,70

Modification of road bitumen leads to changes of softening temperature, adhesion, penetration etc, in comparison with unmodified samples. Obtained results show that adding of epoxide additive would lead to increase in adhesion, dycktility and softening temperature. Penetration of modified bitumen decreases.

Obtained results also show that character of change of quality indexes of bitumen is the same for different brands of bitumen.

Conclusion

Asphalt based on bitumen that is modified with HSN has higher indicators of durability, water resistance in comparison with unmodified sampels. Asphalt, in addition based on bitumen modified HSN, has higher indicators of strength, water resistance compared to asphalt

We can also suggest that HSN additive could be used as modifier of building coatings, and this could lead to increases in: elasticity, increased adhesion and flexibility at low temperatures, resistance to ultraviolet radiation and more.

References

[1] Mykhailo Nykypanchuk, Yurii Hrynchuk and Mykola Olchovyk "Effectof Modified Bitumenon Physico-mechanical Propertiesof Asphalt Concrete" Chemistry and Chemical Technology., 2013., Vol.7., № 4, p.p.467-470.

Пропеленти у виробництві спреїв та їх згубний вплив на навколишнє середовище

Дякон І.В.[1], Стадницька Н.Є.1, Лило В.В.[1], Новіков В.П.[1]

Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: irynadyakon@ukr.net

This paper presents the main features of spray as a dosage form. The functions of the propellants and their chemical nature are described. The classification of propellants and their impact on the environment are described in detail. Found, that propellants, such as freons, destroy the ozone layer. In addition, it is proved, that the most promising propellants in the production of sprays are hidroftoralkans.

Ключові слова: спрей, пропеленти, гідрофторалкани, хланони, озоновий шар.

Вступ. Спреї — це лікарські засоби, які знаходяться під тиском газу в спеціальних контейнерах та містять одну або більше діючих речовин. Вони являють собою розчини, емульсію або суспензію та призначені для місцевого нанесення на шкіру, слизові оболонки або ж для інгаляцій [2].

Спрей як лікарська форма має багато переваг, основна з яких полягає у високій дисперсності і легкій рухливості часток дисперсної фази - факторів, що підвищують фармакологічну активність ліків. При вдиханні спрею ліки не зазнають тих змін, що мають місце при прийомі перорально, тобто відсутні фактори впливу на ліки шлункового і кишкового соку, бар'єр печінки, втрати ліків. Спреї мають також ряд переваг перед ін'єкцією ліків підшкірно, внутрішньом'язево і внутрішньовенно, насамперед відсутністю фактор болю.

Тиск, необхідний для виходу лікарського засобу з контейнера, забезпечують пропеленти [1]. Пропеленти — це інертні хімічні речовини, за допомогою яких в аерозольних упаковках створюється надлишковий тиск, що забезпечує витиснення з упаковки лікарської композиції та її диспергування в навколишнє середовище [3,4].

Мета дослідження. Метою даної роботи було провести аналіз властивостей пропелентів, які використовуються на фармацевтичних підприємствах та їх вплив на навколишнє середовище.

Методи дослідження. Під час проведення дослідження опрацьовано ряд відповідних літературних джерел, вивчено властивості основних пропелентів, що мають місце у виробництві лікарських засобів.

Основні результати. Пропеленти, які використовуються у виробництві спреїв, повинні мати високу стабільність до гідролізу, створювати тиск насиченої пари при температурі 20 °С у межах 2–8 атм., не повинні мати подразливої дії на шкіру і слизові оболонки очей та дихальних шляхів, не утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям при виділенні з упаковки, не надавати препарату неприємного запаху.

У лікарських засобах, які знаходяться під тиском, найчастіше застосовуються зріджені гази — хладони-11, -12, -22, -114. Хладони — газоподібні або рідкі речовини, добрерозчинні в органічних розчинниках, практично нерозчинні у воді, хімічноінертні, не утворюють вибухонебезпечних сумішей з повітрям, негорючі. Недоліки хладонів: створюють сильний потік, що призводить до осідання істотної частини діючої речовини на задній стінці гортані; температура хладонів низька (–30 °С), тому при їх контакті з м'яким піднебінням може відбуватися рефлекторне переривання вдиху, охолодження може спровокувати напад бронхіальної астми [7].

Такі пропеленти, як хладони, шкідливо впливають на захисний озоновий шар Землі. Висока хімічна стабільність хладонів створює можливість поступового накопичення їх у тропосфері та досягнення озонового шару Землі без хімічних змін, де вони під дією УФ-радіації розкладаються з виділенням радикалів хлору, утворення яких може викликати ланцюгову реакцію розкладання озону. До озоноруйнуючих речовин належать хладони 11, 12 і 114 [6,7].

Фірми-виробники аерозольних лікарських засобів працюють над питанням їх заміни на озонобезпечні. Найбільш перспективним у виробництві спреїв є застосування гідрофторалканів, що не містять атома хлору та є екологічно безпечними. HFA 134a – гідрофторалкан, який швидко руйнується в стратосфері, є малоактивним з хімічної точки зору, нетоксичний, не містить хлору, не руйнує озоновий шар і в 6 разів менше впливає на формування парникового ефекту, а також безпечний при інгаляціях для людського організму.

При заміні хладонів гідрофторалканами діюча речовина використовується не у вигляді суспензії, а у вигляді розчину, що вимагає введення розчинників. Перевагами гідрофторалканів є вища температура (3 °C), ніж у хладонів, що зменшує імовірність зупинки вдиху; збільшення кількості респірабельних часток (діаметром <5 мкм), здатних проникати в нижні дихальні шляхи і альвеоли, що збільшує доставку лікарських речовин і є обґрунтуванням для зниження їх дози. В Україні зареєстровані аерозольні препарати, що застосовуються для лікування бронхіальної астми, у яких зроблена заміна хлоровмісних пропелентів на альтернативні [2,5,7].

Висновок. Використання нових рецептур препаратів і сучасного обладнання дозволяє впровадити у виробництво безпечні для навколишнього середовища пропеленти, тим самим значно зменшити згубний вплив хладонів на озоновий шар Землі. Збільшення розчинності стиснутих газів, забезпечить можливість заміни зріджених газів стиснутими без погіршення якості розпилення, а використання гідрофторалканів є цілком безпечним для стратосфери.

Список використаної літератури

[1] Y. S. Azhhyxyn, Texnolohyya lekarstv. Moskva, Rossyya: Medycyna, 1980, 440 s.

[2] D. I. Dmytryyevs"kyj, Texnolohiya likiv. Vinnycya, Ukrayina: Nova knyha, 2008, 277 s.

[3] Derzhavna farmakopeya Ukrayiny, pershe vydannya, dopnennya 1, pid. red. Heorhiyevs"koho V.P. Xarkiv, Ukrayina: RIREH, 2004, 492 s.

[4] Derzhavna farmakopeya Ukrayiny, pershe vydannya, dopovnennya 2, pid. red. Hryzoduba O.I. Xarkiv, Ukrayina: RIREH, 2008, 617 s.

[5] T. S. Kondrat"eva, L. A Yvanova, Texnolohyya lekarstvennыx form t.1,2. Moskva, Rossyya: Medycyna, 1991, 1038 s.

[6] A. Y. Tyxonov, Byofarmacyya. Xar"kov, Ukrayna: NFAU, 2003, 238 s.

[7] V. Y. Chueshov, Promыshlennaya texnolohyya lekarstv, t.1,2. Xar"kov, Ukrayna: NFAU, 2002, 1272 s.

Low Temperature Technology for Neutralization of Persistent Organic Pollutants

Nikolai Korotkikh,[1] Vagiz Saberov,[1] Oles Shvaika[2]

1. Laboratory of Chemistry of Stable Carbenes, Institute of Organic Chemistry, UKRAINE, Kiev,

5 Murmanskaya Str., E-mail: nkorotkikh@ua.fm; vsaberov@gmail.com

2. Department of Chemistry of Heterocyclic Compounds, The L.M.Litvinenko Institute of Physical

Organic and Coal Chemistry, UKRAINE, Kiev, 50 Kharkiv Road, E-mail: shvaika@ukr.net

Abstract* – *A low temperature technology for neutralization of haloarene persistent organic pollutants (hexachlorobenzene, DDT, polychlorobiphenyls, dioxins) was developed on the basis of catalytic process under the action of metal hydroxides and alkoxides on haloarenes in alcohol medium. Highly efficient carbene complex catalysts were synthesized using sterically shielded carbenes and palladium halogenides.

Keywords – low temperature technology, persistent organic pollutants, neutralization, catalysis, complexes, palladium halogenides.

Introduction

The problem of neutralization of haloarene persistent organic poluutants (hexachlorobenzene, DDT, polychlorobiphenyls, dioxins, etc) (POPs) is one of the most pressing environmental issues nowadays [1]. Large amounts of such substances were accumulated in the world, some of which are permanently emitted into the atmosphere by industry (eg, incinerators, steel and coking plants emit dioxins). For neutralization of haloarene POPs catalytic combustion methods are usually employed (1000–1200 °C). But these processes are energy-intensive and lead to the formation of toxic substances (chlorine, chlorine oxides, etc.) that have to be entirely trapped through many absorbers (up to 12). In this situation, the solution can be provided by low-temperature catalytic processes. Recently new carbene complex catalysts started to be developed for the reaction of haloarene hydrodehalogenation that replaces halogen atoms in the substrate to hydrogen (to form unsubstituted arenes) [1]. However, the efficiences of such catalysts have been low until recently.

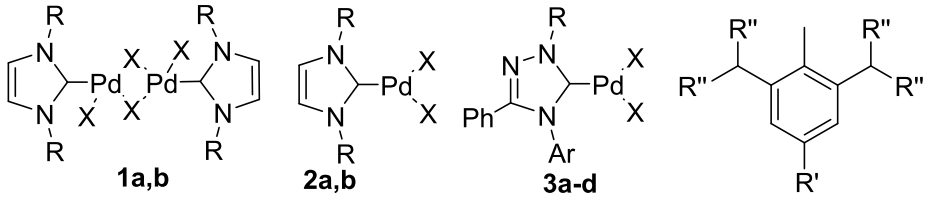
The aim of this study was developing new efficient catalysts of haloarene hydrodehalogenation for using in technologies for neutralization of POPs.

Results and Discussion

The research was conducted on two examples of haloarenes (a model compound p-dichlorobenzene and the well-known POP hexachlorobenzene) under the action of sodium or potassium hydroxide or alkoxides on the substrate in isopropanol at 80 °C in the presence of a catalyst [2-4].

Synthesis of several types of carbene complexes L_nMX_m (L - carbenes, M - transition metal, X - halogen) was developed, in which varied the carbene ligands (imidazol-2-ylidene, 1,2,4-triazol-5-ylidene, 5,6-dihydro-4*H*-pyrimidin-2-ylidene) halogen atoms (Cl, I), mono- and biscarbene complexes, atoms of metals (nickel, palladium, copper(I) iron(II), manganese(II)), sterically open and sterically shielded systems.

It is shown that two types of catalysts - carbene complexes of palladium halides and imidazol-2-ylidene or 1,2,4-triazol-5-ylidene ligands with steric shielding exhibit the highest catalytic effect. Indicators of TON (number of catalytic cycles of the transformation) and TOF (TON per a unit of time) were used to characterize the efficiency of the catalyst. In the reaction of *p*-dichlorobenzene among the most active catalysts were triazolylidene iodide complex **3b** (TON 20000), dimeric complex **1b** (TON 44000-60000).



R, X: Dipp, Cl (**1a**), Dipp, I (**1b**); Dbep, Cl (**2a**), Dbep, I (**2b**); Dbmp, Cl (**2c**); Dbmp, I (**2d**); R, Ar, X: t-Bu, Dipp, I (**3a**); t-Bu, Dipp, Cl (**3b**); 1-Ad, Dipp, I (**3c**); 1-Ad, Dipp, Cl (**3d**); Dbep - R' = Et, R'' = Ph; Dbmp - R' = Me, R'' = Ph; Dipp - R' = H, R'' = Me.

The most effective appeared to be the complexes of type **2a-d** containing branched aromatic substituents (Dbep, Dbmp). These catalysts provide higher efficiency in the reactions of p-dichlorobenzene (TON 140000-180000) and the highest efficiency in the reactions of hexachlorobenzene (TON 210000-330000). The best option among the reagents is sodium methoxide (TON 210000) that is close to sodium hydroxide on its price. The indicated values 10-330 times exceed the best literature analogues.

The technology of haloarene hydrodehalogenation using new catalysts is very simple: the reaction mixture of POPs and sodium methoxide in isopropanol is stirred in the presence of 0,003-0,005 mol% of a catalyst (for example, **2b**) at 80 °C for 1 day. The salt precipitate is filtered off, and unsubstituted aromatic hydrocarbon solution in isopropanol is evaporated or fractionated obtaining unsubstituted arenes. The residue, containing the catalyst, accumulate for further processing into an active complex. The reaction also proceeds well at room temperature, but requires larger amounts of a catalyst (up to 0.1 mol%).

Conclusion

New types of catalysts for haloarene hydrodehalogenation were developed on the basis of carbene complexes of palladium halides. It has been established that some complexes of sterically branched 1.3-diarylimidazol-2-ylidenes are the most efficient and suitable for industrial application for low temperature neutralization of POPs.

References

[1] N. I. Korotkikh, O. P. Shvaika. Organic reactions catalysis by carbenes and metal carbene complexes, Saarbrucken: LAP, 2015, 385 p.

[2] V. Sh. Saberov, N. I. Korotkikh, N. V. Glinyanaya, A. V. Kiselyov, T.M. Pekhtereva, G. F. Rayenko, A.F. Popov, O. P. Shvaika. “Catalysis of reductive dechlorination of *p*-dichlorobenzene by carbene complexes of palladium” (ukr). *Rep. Ukr. Acad Sci.* 2013, № 2, p. 112–119.

[3] N. V. Glinyanaya, V. Sh. Saberov, N. I. Korotkikh, A. H. Cowley, R. R. Butorac, D. A. Evans, T. M. Pekhtereva, A. F. Popov, O. P. Shvaika, “Syntheses of sterically shielded stable carbenes of the 1,2,4-triazole series and their corresponding palladium complexes: efficient catalysts for chloroarene hydrodechlorination”, *Dalton Trans*. 2014, Vol. *43*, pp. 16227–16237.

[4] V. Sh.Saberov, D. A. Evans, N. I. Korotkikh,; A. H. Cowley, T. M. Pekhtereva, A. F. Popov, O. P. Shvaika, “Exceptionally efficient catalytic hydrodechlorination of persistent organic pollutants: application of new sterically shielded palladium carbene complexes”, Dalton Trans., 2014, Vol. 43, p. 18117–18122.

«Green» synthesis and antimicrobial activity of S-dithiocarbamates and hydrazones of 9,10-anthraquinones

Volodymyr Lunin[1], Maryna Stasevych[1], Viktor Zvarych[1], Nazar Kopak[1], Olena Komarovska-Porokhnyavets[1], Mykhailo Vovk[2], Volodymyr Novikov[1]

1. Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, 79013 Lviv-13, Bandera Str. 12, E-mail: vnovikov@polynet.lviv.ua

2. Department of Mechanism of Organic Reactions, Institute of Organic Chemistry of National Academy of Sciences of Ukraine, UKRAINE, Kyiv, Murmanska Str.5 , E-mail: mvovk@ioch.kiev.ua

Abstract **–** ***A new derivatives of 9,10-anthracenedione with mono-, bisdithiocarbamate, and hydrazynyl moieties in water and non-catalytic conditions have been synthesized based on diazonium sulfates. The compounds with antimicrobial activity against bacteria Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Mycobacterium luteum, and fungi Candida tenuis and Aspergillus niger have been found.***

Keywords – amino-9,10-anthracenediones, diazonium salt, dithiocarbamates, hydrazones, antimicrobial activity.

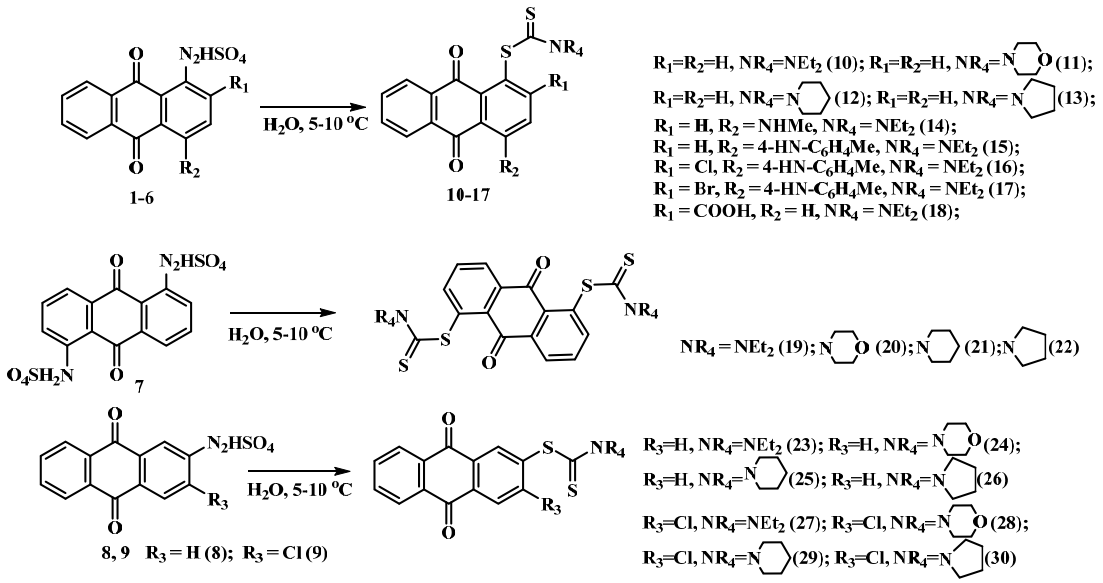
Introduction

Preparation of hybrid molecules combining two (or more) structural elements is one of the leading trends in modern organic chemistry. Such synthetic conjugates often exhibit high biological activity. Compounds with antibacterial, antiviral, antiinflammatory, purgative and hypoglycemic effects were identified among a derivatives of 9,10-anthraquinone [1]. Despite the fact that the chemistry of the 9,10-anthraquinones has been well studied, many anthraquinone derivatives remain poorly known, this applying in particular to functional structures in which the anthraquinone nucleus is synthetically modified with the dithiocarbamate anf hydrazone fragments. Therefore, we have used diazonium salts of amino-9,10-anthraquinones for obtaining of the new derivatives.

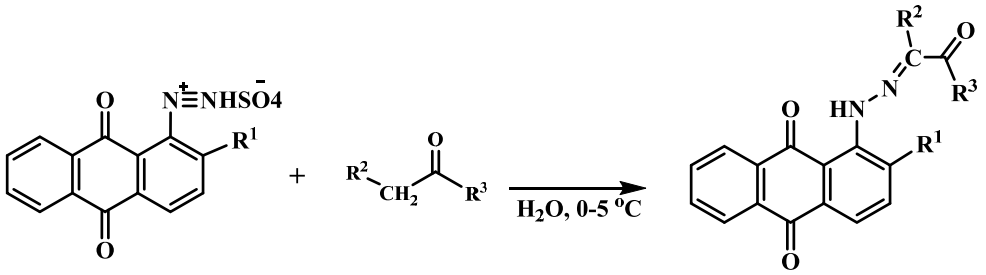
Results and discussion

Chemistry

S-(9,10-Dioxoanthracenyl)dithiocarbamates **10–30** with yields 50–96 % have been obtained by dediazoniation of aqueous solutions of diazonium sulfates **1-9** by three-fold excess of *in situ* generated dithiocarbaminic acids of diethylamine, morpholine, piperidine, or pyrrolidine at 5–10 °C [2]:



Hydrazones **32, 33** with yields of 62-71% have been obtained by the interaction of the diazonium salt of **1** or **6** with ketones **2a,b**, acetylacetone **2c**, malonic (**2d**) and acetoacetic (**2e**) esters in the ratio 1:3 in the aqueous medium at 0-5 °C in the absence of a base.



31, 32 R^2=H, R^3=Me (a), R^2=H, R^3=Et (b), R^2=C(O)Me, R^3=Me (c), R^2=C(O)OEt, R^3=OEt (d), R^2=C(O)Me, R^3=OEt (e)
31, 33 R^1=COOH, R^2=H, R^3=Me (a), R^1=COOH, R^2=H, R^3=Et (b), R^1=COOH, R^2=C(O)Me, R^3=Me (c), R^1=COOH, R^2=C(O)OEt, R^3=OEt (d), R^1=COOH, R^2=C(O)Me, R^3=OEt (e)

It was established the reaction time depends on the nature of the carbonyl compound. Time of the reaction with the less acidic ketones **2a,b** is 40-45 min, and with dicarbonyl compounds is 10-15 min.

Biology

The synthesized dithiocarbamates **10-30** and hydrazones **32, 33** were evaluated for their antibacterial and antifungal activity against strains of *E. coli B-906, S. aureus 209-P, M. luteum B-917*, *C. tenuis VKM Y-70*, and *A. niger VKM F-1119* by the serial dilution technique (studies of the minimal inhibitory concentration MIC). Their activities were compared with the known antibacterial agent Vancomycin and antifungal agent Nystatin (control C). The highest activity was observed with dithiocarbamates **13** and **26.** The strain *E.coli* was sensitive to the **13** at concentration 3.9 μg/ml, whereas Vancomycin exhibited effect against this strain at concentration 31.2 μg/ml. Bacteria *S. aureus* was sensitive to the actions of these compounds at the concentrations 7.8 and 15.6 μg/ml, *M. luteum* – at 7.8 μg/ml. Compounds **13** and **26** had antifungal action on *C. tenuis* at concentration 0.9 μg/ml, whereas Nystatin exhibited effect against this fungi strain at concentration 7.8 μg/ml. Fungi *A. niger* No inhibitory or low action against test cultures of *E. coli, S. aureus, M. luteum*, *C. tenuis*, and *A. niger* was seen for hydrazones **32, 33**.

Conclusion

The synthetic potential of diazonium salts of amino-9,10-anthracenediones with obtaining of new S-anthracenyl dithiocarbamate derivatives **10–30** and hydrazones **32, 33** has been expanded. The absence of a catalyst, passing in mild temperature conditions, in the aqueous medium and easily selection of target products are the advantages of this reactions. The compounds **13** and **26** are of great interest for further research.

.

References

[1] A. Q. Acton, “Anthraquinones. Advances in Research and Application”, Atlanta, ScholarlyEditions, 2013, pp. 5-79.

[2] V. Zvarych, M. Stasevych, V. Lunin, N. G. Deniz, C. Sayil, M. Ozyurek, K. Guclu, M. Vovk, V. Novikov, “Synthesis and investigation of antioxidant activity of the dithiocarbamates derivatives of 9,10-anthracenedione,” Monatsh. Chem., 2016, Vol. 147(12), pp. 2093-2101.

Вплив рослинної добавки на стабільність нафти

Віталіна Мартиненко, Олена Тертишна

Кафедра хімічної технології палива, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», УКРАЇНА, Дніпро, пр. Гагаріна 8, e-mail: martynenkovitalina@rambler.ru

The efficiency of influence of herbal supplement synthesized from vegetable technical oil on disperse petroleum systems persistence was investigated with help of optical method. Supplement's optimal concentration and mode of action were defined on the basis of petroleum samples IR-spectra processing.

Ключові слова – нафта, асфальтосмолопарафінові відклади, рослинна добавка, колоїдна стабільність, центрифугування, дисперсна фаза

Вступ

Нафта представляє складну колоїдну систему, властивості якої змінюються в часі і залежать від зовнішніх умов. В результаті їх зміни, спостерігається формування асфальтосмолопарафінових відкладів (АСПВ). Асфальтени мають схильність до самоасоціації і утворюють агрегати в нафті. Виникає необхідність регулювання фазової поведінки асфальтенів з метою підвищення їх стійкості до випадіння в процесах транспортування та зберігання.

Основна частина

Для гальмування та попередження утворенням АСПВ випробували добавку на основі продукту переробки рослинних (ріпакової та рицинової) олій (ППРО), синтезовану в лабораторних умовах. Результати впливу добавки та виявлення механізму її дії на колоїдну стабільність нафти оцінювали за зміною середнього діаметра часток дисперсної фази на фотоколориметрі КФК-3 при довжинах хвиль 530 та 680 нм шляхом вимірювання оптичної густини [1] та на спектрометрі Spectrum BX II. Формування та випадіння АСПВ прискорювали центрифугуванням розчину нафти у толуолі (розчинник) з н-гексаном (осаджувач) із додаванням ППРО у концентраціях 0,07, 0,09, 0,12 % об.

Використання ППРО в кількості 0,09 % об. призвело до суттєвого зменшення середнього діаметра частинок нафти. Це пояснюється формуванням на межі "дисперсне середовище - дисперсна фаза" рівноважної ліофильно-колоїдної системи. Гальмування утворення АСПВ відбувається за рахунок моно- і дигліцеридів ППРО, що виступають у ролі солюбілізаторів та структуруючих агентів, що адсорбуються на поверхні дисперсної фази, центром якої виступають асфельтени. Неполярна частина добавки – довгі (до C_{17}-C_{23}) аліфатичні ланцюги, звернені у дисперсійне середовище, створюють сили відштовхування та попереджують зближення часток дисперсної фази, підтримуючи систему в стабільному стані. Механізм дії добавки ППРО підтвердився аналізом ІЧ-спектрів, де спостерігалося збільшення розгалуженості фрагментів зразка нафти та підвищення ступеня її аліфатичності.

Висновки

Виявлено максимальний стабілізуючий ефект добавки рослинного походження в кількості 0,09 % об. та встановлено механізм її дії.

Література

[1] O. Tertyshna et al, "The utilization of asphalt-resin-paraffin deposits as a component of raw material for visbreaking," Chem. Chem. Technol., vol. 10, no. 3, pp. 361-366, 2016.

Spent inorganic Ion-Exchangers as potential Photocatalysts for Pollutants Degradation

V.Sydorchuk, O.Zakutevskyy, S.Khalameida, O.Poddubnaya, A.Puziy

Institute for Sorption and Problems of Endoecology, NAS of Ukraine, Naumova Str. 13, 03164 Kyiv, Ukraine
E-mail: bilychi@ukr.net

Abstract – The aim of this study is the use of spent carbon and phosphate ion-exchangers for removal rhodamine B from water. Their cation-exchange forms were tested as photocatalysts for rhodamine B degradation. They showed higher activity compared with initial samples.

Keywords – ion-exchangers, photocatalysis, pollutants degradation, phosphates, active carbons, cationes.

Introduction

Among many problems of environmental protection, it is necessary to pay attention to the following two: 1) regeneration (or utilization) of adsorbents-ion exchangers for cations removal from natural and waste water; 2) degradation of organic pollutants in aqueus media. The solution of the first problem requires the use of mineral acids. The search of photocatalysts which are active, first of all, under the action of visible light, is one of the solutions to the second problem. We propose to combine the solution of these problems by using spent phosphate and carbon cation-exchangers as phocatalysts for dyes degradation in aqueous phase. In themselves, the phosphates of metals (IV) and active carbons are not effective as photocatalysts. However, adsorption of transition metal cationes at their surface which can be considered as doping (by analogy with the most effective TiO_2 photocatalyst) can results in increase of activity for such cation-exchanger forms.

Results

We studied titanium and zirconium phosphates (TiP and ZrP) prepared *via* sol-gel technique and commercial oxidized active carbons coconut-shell Aquacarb 607C (AC) as well as theirs with adsorbed cations Co^{2+}, Cu^{2+}, UO_2^{2+}. The photocatalytic activity was tested in process of rhodamine B (RhB) degradation in neutral aqueous medium under UV- and visible light irradiation. This dye is a pollutant of textile industry and is often used as a model substrate for photocatalytic investigations. The kinetic curves of Rh B phodegradation in the presence of acive carbons and phosphates are presented in Figs. 1 and 2, respectively.

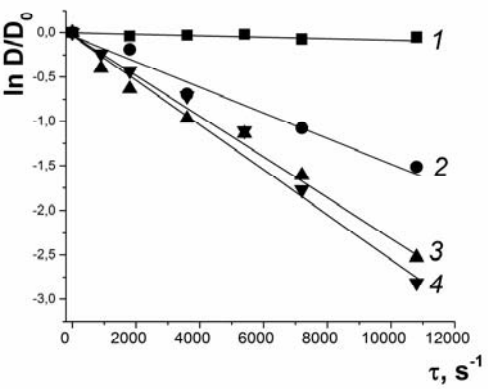


Fig. 1. Kinetic curves for: Ox-H Vis (*1*), Ox-Cu Vis (*2*), Ox-Cu UV (*3*), Ox-Co UV (*4*).

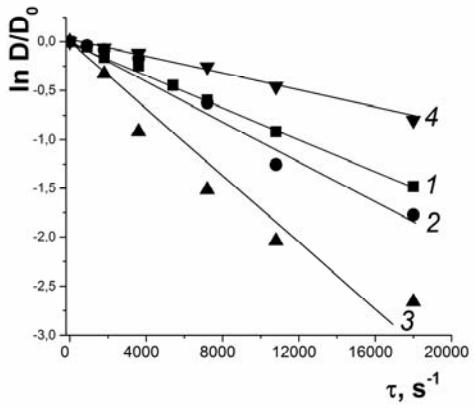


Fig. 2. Kinetic curves for: ZrP UV (*1*), ZrP-U UV(*2*), TiP-U UV (*3*), TiP-U Vis (*4*).

The obtained results are satisfactorily described by the first-order kinetic equation. The values of the rate constant of photocatalytic degradation for RhB under UV- and visible irradiation (K_d^{UV} and K_d^{Vis}, respectively) are listed in Table 1 (n.a. means non-active, n.d. – not determined).

Table 1

The values of rate constant for rhodamine B photocatalytic degradation

N	Photocatalyst	$K_d^{UV} \cdot 10^4$, s^{-1}	$K_d^{Vis} \cdot 10^4$, s^{-1}
1	2	3	4
1.	AC Ox-H	1.8	n.a.
2.	AC Ox-Cu	2.2	1.2
3.	AC Ox-Co	2.9	0.5
4.	ZrP	0.9	0.2
5.	ZrP-U	1.1	0.4
6.	TiP	n.d.	0.2
7.	TiP-Co	n.d.	0.6
8.	TiP-U	1.5	0.5

Initial active carbon Ox-H predictably has no photocatalytic activity under visible illumination but exhibits noticeable activity in UV-region. However, AC improves the photocatalytic properties after introduction of Cu^{2+} and Co^{2+} cations: K_d^{UV} is increased by one and a half times. Even more important is the fact of appearance activity for Cu- and Co-containing active carbons in visible region (Table, column 4). Due to the high specific surface area and, consequently, the large adsorption capacity, the content of AC in reaction mixture is an order of magnitude lower than for the oxide photocatalysts.

Initial zirconium phosphate ZrP possesses slight activity. However, it increases for U-containing ion-exchange form both under UV- and visible irradiation. Moreover, titanium phosphate TiP with adsorbed Co^{2+} and UO_2^{2+} cations shows even higher photocatalytic activity in UV- and visible region.

Efficiency of photodegradation of dyes as pollutants is detemined by degree (and rate) of decolorization of their solutions and by measurements of total organic carbon TOC (content of organic products of degradation) for irradiated solutions. According to UV-Vis spectra, the degree of RhB decolorization for the best catalysts (Ox-Co and TiP-U) reaches 80-90% for 3 h. The decrease in TOC values as measure of rhodamine B total mineralization has less magnitude, as a rule.

In both cases, increase of phocatalytic activity of ion-exchange forms under visible illumination can be associated with shift of adsorption edge for them and, as a consequence, narrowing of band gap. As a result, the initiation of electron – hole pairs at photocatalyst surface becomes possible. The latter promote formation of active radicals that takes place in processes of dye oxidation. Since the cation exchange capacity for initial active carbon and titanium and zirconium phosphate is 1.8-2.0 mmol/g, the content of metals in ion-exchange forms is quite sufficient for the doping effect. It is well known that doping with metals significantly increases photocatalytic activity of titanium and others oxides under visible light.

Therefore, re-use of spent carbon and phosphate ion-exhangers allows to solve the problem of their utilization and expand the resource base for the preparation of effective and inexpective photocatalysts.

ALTERNATIVE AND NON-CONVENTIONAL ENERGY SOURCES

АЛЬТЕРНАТИВНІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Полімер-електролітна мембрана для паливних елементів на основі зшитого поліміду і протонної іонної рідини

Сергій Рогальський[1], Станіслав Махно[2], Оксана Тарасюк[1], Тетяна Чернявська[2], Олег Джужа[1], Валерій Пархоменко[1]

1. Лабораторія модифікації полімерів, Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАНУ, УКРАЇНА, Київ, вул. Мурманська, 1, м. Київ-94, МСП-660, 02660, E-mail: sergey.rogalsky@gmail.com

2. Лабораторія електрофізики нанооб'єктів, Інститут хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАНУ, УКРАЇНА, Київ, вул. генерала Наумова 17, м. Київ, 02000, E-mail: stmax@ukr.net

New polymer-electrolyte membrane based on polyimide Matrimid containing 70 wt% of protic ionic liquid 1-butylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide (BIM-TFSI) has been obtained. The electrical conductivity of composite membrane was found to be of $1.2\cdot10^{-3}$ S/cm at 180 ^{o}C which indicate on its availability for use in fuel cells that operate at elevated temperatures without humidification.

Ключові слова – протонобмінна мембрана, іонна рідина, паливні елементи, протонна провідність.

Вступ

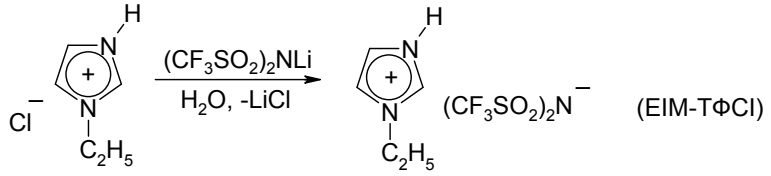
Полімер-електролітна мембрана є важливою складовою паливного елементу, яка забезпечує перенесення в катодну область протонів, що утворились в результаті іонізації атомів водню в каталітичному шарі аноду. Економічність паливних елементів значно зростає при їх експлуатації в області температур 130-200 ^{o}C, що зумовлено прискоренням електродних реакцій, а також зменшенням ризику отруєння платинових каталізаторів домішками монооксиду вуглецю у водневому паливі [1]. В останні роки проводяться інтенсивні дослідження для розробки альтернативних протонобмінних мембран, які включають економічно доступні полімерні матриці і нелеткі безводні електроліти з високою іонною провідністю [1]. Зокрема, значний інтерес представляють системи на основі сульфованих поліімідів і протонних іонних рідин, які мають іонну провідність порядку 10^{-2} См/см в області температур 120-160 ^{o}C [2]. Недоліками таких композитів є їх висока вартість, зумовлена використанням дорогих мономерів і токсичних розчинників, а також вимивання водорозчинних електролітів під час роботи паливного елементу.

Метою даної роботи було отримання нової протонобмінної мембрани на основі комерційно доступного поліміду Matrimid і водостійкої протонної іонної рідини, яка забезпечує високий рівень протонної провідності при температурі вище 100 ^{o}C.

Експериментальна частина

В якості полімерної матриці для протонобмінної мембрани використовували поліімід Matrimid®5218 (Huntsman), а поліетерамін Jeffamine® D-2000 - як зшиваючий агент.

Протонну іонну рідину біс(трифторметилсульфоніл)імід 1-етилімідазолію (EIM-ТФCI) синтезували за схемою:



Отримували прозору рухливу рідину, яка не змішується з водою.

^{1}H ЯМР (300 МГц, ДМСО-D_6): δ = 1.47 (м, 3H, CH_3), 4.24 (к, 2H, CH_2), 7.64 (ш с, 1H, C_4-H), 7.73 (ш с, 1H, C_5-H), 9.08 (с, 1H, C_2-H), 10.72 (с, 1H, NH). ^{19}F ЯМР (188 МГц, ДМСО-D_6): δ = -79.9 (с, 6H, CF_3).

Для отримання композитної плівки Matrimid/EIM-ТФCI поліімід розчиняли в метиленхлориді, додавали Jeffamine D-2000 (5 мольних відсотків) та EIM-ТФCI (у масовому

співвідношенні полімер-іонна рідина 1:2.4). Розчин перемішували 4 год і виливали на скляну поверхню. Після видалення розчинника при кімнатній температурі отримували плівку зшитого поліміду, яка містила 70 масових відсотків протонної іонної рідини.

Термогравіметричний аналіз (ТГА) проводили на дериватографі Q-1500D в області температур 20 - 1000 ^{o}C при швидкості нагрівання 10 ^{o}C/хв у повітрі. Механічні дослідження проводили з використанням розривної машини Р-50 (Мілаформ, Росія) при швидкості деформації 10мм/хв. Електропровідність вимірювали двоконтактним методом на частотах 0.1, 1.0 і 10 кГц за допомогою вимірювача імітансу Е7-14 в температурному інтервалі 25-180 ^{o}C. Визначення комплексної електропровідності $\sigma^* = \sigma' + i\,\sigma''$ проводили за допомогою імпедансного спектрометра Solortron SI 1260 в діапазоні частот від 10^{-1} до 10^{6} Гц.

Результати

Згідно з результатами механічних тестувань, міцність на розрив композитної плівки Matrimid/EIM-ТФСІ становить 10 ± 0.5 мПа (видовження при розриві: 7 ± 0.5%).

Електропровідність плівки Matrimid/EIM-ТФСІ зростає із збільшенням температури і досягає величини порядку 10^{-3} См/см при температурі 180 ^{o}C (Таблиця 1). Дані ТГА свідчать про достатньо високу термічну стійкість іонної рідини та її композиту з поліімідом для застосування в середньотемпературних паливних елементах.

Таблиця 1.

Термічні та електрофізичні властивості мембрани Matrimid/EIM-ТФСІ

Зразок	Температура при втраті маси Δm, °C				σ, См/см			
	$T_{\Delta m=5\%}$	$T_{\Delta m=10\%}$	$T_{\Delta m=20\%}$	$T_{\Delta m=50\%}$	25 ^{o}C	80 ^{o}C	120 ^{o}C	180 ^{o}C
EIM-ТФСІ	348	393	420	456	$3.1\cdot10^{-4}$	$8.1\cdot10^{-4}$	$1.2\cdot10^{-3}$	$2.6\cdot10^{-3}$
Matrimid/ EIM-ТФСІ	285	319	387	560	$7.2\cdot10^{-5}$	$4\cdot10^{-4}$	$6.6\cdot10^{-4}$	$1.2\cdot10^{-3}$

Висновки

Вперше отримано протонобмінну мембрану на основі несульфованого ароматичного поліміду Matrimid, зшитого поліетераміном Jeffamine® D-2000, з високим вмістом (70%) протонної іонної рідини EIM-ТФСІ. Композит Matrimid/EIM-ТФСІ має задовільні механічні, термічні та електрофізичні властивості для використання в якості полімер-електролітної мембрани у паливних елементах, які експлуатуються при температурах вище 100 ^{o}C.

Список літератури

[1] C. Wannek, “High-Temperature PEM Fuel Cells: Electrolytes, Cells and Stacks”, In: Hydrogen and Fuel Cells: Fundamentals, Technologies and Applications, editor Stolten D., Weinheim, Germany: Wiley-VCH, 2010, p. 17-40.

[2] S.-Y. Lee, T. Yasuda, M. Watanabe, “Fabrication of protic ionic liquid/sulfonated polyimide composite membranes for non-humidified fuel cells”, J. Power Sources, 2010, Vol. 195, p. 5909-5914.

Perennial phytotechnology with biomass production for abandoned military site in Sliač, Slovakia

Larry Erickson[1], Valentina Pidlisnyuk[2], Josef Trögl[2], Pavlo Shapoval[3], Jan Popelka[4], Lawrence Davis[5], Tetyana Stefanovska[6], Ganga Hettiarachchi[7]

1. Department of Chemical Engineering, Kansas State University, USA, 1005 Durland Hall, Manhattan KS 66506;E-mail: lerick@ksu.edu
2. Department of Technical Sciences, Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, CZECH REPUBLIC, Králova Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem; E-mail:valentyna.pidlisniuk@ujep.cz; josef.trogl@ujep.cz
3. Department of Analytical Chemistry, National University "Lvivska Polytechnika", UKRAINE, Sv.Yura Square 9, 79013 Lviv; E-mail:Pavlo.Y.Shapoval@lpnu.ua
4. Department of Informatization and Geoinformatization, Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, CZECH REPUBLIC, Králova Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem, E-mail: jan.popelka@ujep.cz
5. Department of Biochemistry and Molecular Biophysics, Kansas State University, USA, 141 Charmers Hall, Manhattan KS 66506, E-mail: ldavis@ksu.edu
6. Department of Plant Protection, National University of Life and the Environmental Sciences, UKRAINE, Gerojiv Oboronu 13, 03040, Kyiv, E-mail: tstefanovska@nubip.edu.ua
7. Department of Agronomy, Kansas State University, USA, Throckmorton Hall, Manhattan KS 66506, E-mail: ganga@ksu.edu

Abstract – Miscanthus x giganteus was grown at soil from abandoned military site contaminated by Fe and Ti; As, Cu, Mn, Sr, Zn and Zr were presented at lower concentrations. The uptake of metals was not sufficient and significantly lower for stems and leaves than for roots. No inhibition of crop's growth was observed confirming using of biomass obtained.

Keywords – *Miscanthus x giganteus,* phytotechnology, military site, non-parametric statistics, metals uptake behavior

Introduction

Phytoremediation is inexpensive and ecologically friendly, effective for large areas with moderate concentrations of contaminants. It has a good potential for cleaning brown-fields and contaminated sites. A growing number of research projects are examining the union of two processes, i.e. phytoremediation with synchronized production of biofuel crops. The main reason is the possibility of restoring marginal land to agricultural food crop use and fulfilling the growing demand for biomass as an alternative energy source. The sterile, perennial grass *Miscanthus x giganteus (Mxg)* is considered one of the most promising second generation biofuel crop for uniting of phytoremediation and production of biofuels. The aim of this study was to test perrennial phytotechnology with biomass production with *Mxg* for contaminated soil from the abandoned military site in Sliač, Slovakia during two growing seasons, 2014 and 2015, to define a coefficient of process effectiveness, to analyse knowledge about pecularities of the process and metals behavior in the plant.

Materials and Methods

The soil sampling at Sliač was carried out using the standard approach. The pot experiment was carried out in the greenhouse. Fourteen kg of soil in each pot in duplicates was used. Concentration series of five mixtures of control and contaminated soils was used: 100%, 75%, 50%, 25% and 0% of contaminated soil. In each pot two rhizomes of *M.xg* were planted. Rhizomes were three years old obtained from the agricultural station in Bytča, Slovakia. The first year experiment started on 29th April 2014 and ended on 12th December 2014. The second year of experiment started on 2nd April 2015 and ended on 21st October 2015. The overall accumulation of metals into the roots, stems and leaves of *M. x g* was determined at the end of growing seasons. The determination was provided by Roentgen-fluorescence analysis using analyzer Expert-3L (INAM, Ukraine, http://inam.kiev.us/contact-information). Three parallel measurements were taken for each sample. Statistical evaluation of data received was carried out using Microsoft Excel. Non-parametric

statistics (Spearman correlation, Friedman test) were applied, the non-parametric calculations were carried out using PAST 3.0 software at the significance level α=0.05.

Results and Discussion

The military soils contained dominantly Fe and Ti, other metals (As, Cu, Mn, Sr, Zn and Zr) were present at order of magnitude lower concentrations. The concentrations of metals in the roots, stems and leaves detected at the end of growing seasons were used for calculation of the coefficient of process effectiveness [1] : Coefficient *C* = Concentration of metal in roots, stems or leaves (mg/kg) / concentration of metals in the soil (mg/g) x 100 %. The values of coefficients *C* for researched metals were significantly lower for stems and leaves than for roots and extremely lower than 1 indicating absence of hyperaccumulation. Non-parametric Friedman test with post-hoc Wilcoxon test of metals concentrations were done, results are presented in Table 1. Despite significant gradient of metal concentrations in the soils, no correlation was observed between level of soil pollution and metals concentration in plant parts. That fact was detected for both growing seasons.

Table 1

Concentrations of selected metals in M. x g in two vegetation seasons (average±standard deviation, n=10). Letters denote comparable metal concentrations, bold-face indicate values significantly different form 0

	[mg/kg dwt] soil	Year 1 roots	stems	leaves	Year 2 roots	stems	leaves
As	425±86d	6±6bc	1±1ab	1±1a	25±10c	0±0a	0±0a
Cu	418±114e	58±24cd	23±11bc	26±4c	76±48d	8±3ab	8±3a
Fe	199874±15943e	1514±455c	119±34ab	213±33b	23779±10167 d	101±36a	252±41b
Mn	3973±748d	85±52b	20±20a	181±54bc	488±266c	131±55bc	131±43b
Sr	938±230c	37±17ab	39±21ab	51±19b	135±78b	13±2a	24±10a
Ti	25415±2994d	225±72b	8±19a	2±3a	3114±1180c	40±30a	33±24a
Zn	1064±214e	63±19ac	117±33bd	40±4a	179±74cd	78±34ab	61±13a
Zr	1140±224d	13±7b	1±1a	0±0a	125±61c	0±1a	0±1a

Conclusion

The two-season-research confirmed the ability of *M.xg* to grow on the metal contaminated abandoned military soil from Sliač, Slovakia. The coefficient of process effectiveness *C* was much lower for stems and leaves in comparison to roots. No correlation of metals in the plant parts to significant gradients in soils was found. That showed that metals were taken up by plant parts with no regard to the soil contamination; however, uptake of individual metals by plant parts differed and was dependent on metal nature and year of growth.

Acknowledgments

The research was supported by NATO SPS MYP G4687.

References

[1] G.Y.Li, N.Hu, D.X.Ding et al. Screening of plant species for phytoremediation of uranium, thorium, barium, nickel, strontium and lead contaminated soils from a uranium mill tailings repository in south china. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2011, 86, pp.646-652.

Теплотехнічний аналіз залишку після екстракції гумінових речовин з торфу як сировина для виготовлення біопалива.

Корінчук Д.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України, УКРАЇНА, Київ, Желябова 2а, E-mail: ntps@i.ua

The purpose of the study is to determine the effect of the degree of extraction of humates from peat on the thermal properties of the residue as a raw material for biofuel production. The dependence of the heat of combustion and ash content is studied. The composition of biofuel is developed.

Ключові слова – торф, гумінові речовини, теплота згоряння, зольність, композиційне біопаливо.

Вступ

Потреба аграрного сектору в постійному відновленні гумусового шару та продукування тваринницької сировини для внутрішнього споживача робить найактуальнішим для сьогодення напрямок виробництва з торфу гумінових добрив та стимуляторів росту рослин та тварин. В умовах загальної кризи в країні існує складність створення великих самостійних виробництв, тому розглядається можливість створення комплексної технології переробки торфу на базі торфобрикетного виробництва.

Метою дослідження є на основі вивчення властивостей торф'яного залишку після екстракції гумінових речовин, обґрунтувати можливість використання його як сировини для виготовлення паливних брикетів та гранул.

Матеріали та методи дослідження

Для проведення екстракції використовували зразки фрезерного та повітряносухого торфу предоставлені ДП «Ірванцівський торфозавод» м. Семенівка.

В якості екстракційного обладнання використовується кавітаційний екстрактор [1]. Кавітаційні екстрактори поєднують деструктивний вплив на торф та інтенсифікацію масообмінних процесів за рахунок інтенсивних гідродинамічних режимів. Практика використання мобільних екстракційних установок дозоляє прогнозувати можливість залучення цього обладнання до технологічного циклу торфобрикетного виробництва. В якості екстрагенту використано розчин NaOH. Концетрація лугу в розчині екстрагента становила 1% та 3%. Дослідження теплоти згоряння залишку після екстракції з фрезерного та висушеного торфу проводилися за допомогою калориметра для вимірювання теплоти згоряння палива моделі КТС-4 згідно ІСО 1928-76. Зольність визначалась згідно ГОСТ 11306-2013.

Результати й обговорення

Загалом як вихідний торф так і залишок після екстракції складаються з горючої органічної складової та золи. Для аналізу результатів всі величини теплоти згоряння приведені на суху речовину. Так теплота згоряння сухих паливних торфобрикетів повинна бути не менше 16,6 МДж/кг, а зольність не перевищувати 20 % (Рис.1, штрихові прямі). При екстракції торфу органічна горюча частина зменшується, а зола залишається в сировині. Теплота згоряння залишку після екстракції зменшується пропорційно збільшенню ступеню вилучення гумату з торфу. Виходячи з цих положень проведено теоретичні розрахунки згідно, яких частка золи зростає, а теплота згоряння зменшується за наступними залежностями (Рис.1. суцільні криві.) Як видно з Рис.1 при ступеню вилучення гумату 25% середня теплота згоряння може зменшитися до 16,6 МДж/кг, що відповідає зменшенню на

8%. Для підвищення теплоти згоряння брикеті до нормованого значення необхідно впроваджувати технологію виготовлення композиційних торфобрикетів та використовувати рослинні наповнювачі з більшою теплотою згоряння.

Аналіз дослідних даних (Рис. 1, позначено маркером) виявив, нехарактерне підвищення теплоти згоряння частини зразків. Спостерігалося як підвищення зольності до 30-40% так і спадання до 8-11%. В той же час теплота згоряння залишку, який відповідає меншій зольності зростала до 18 МДж/кг.

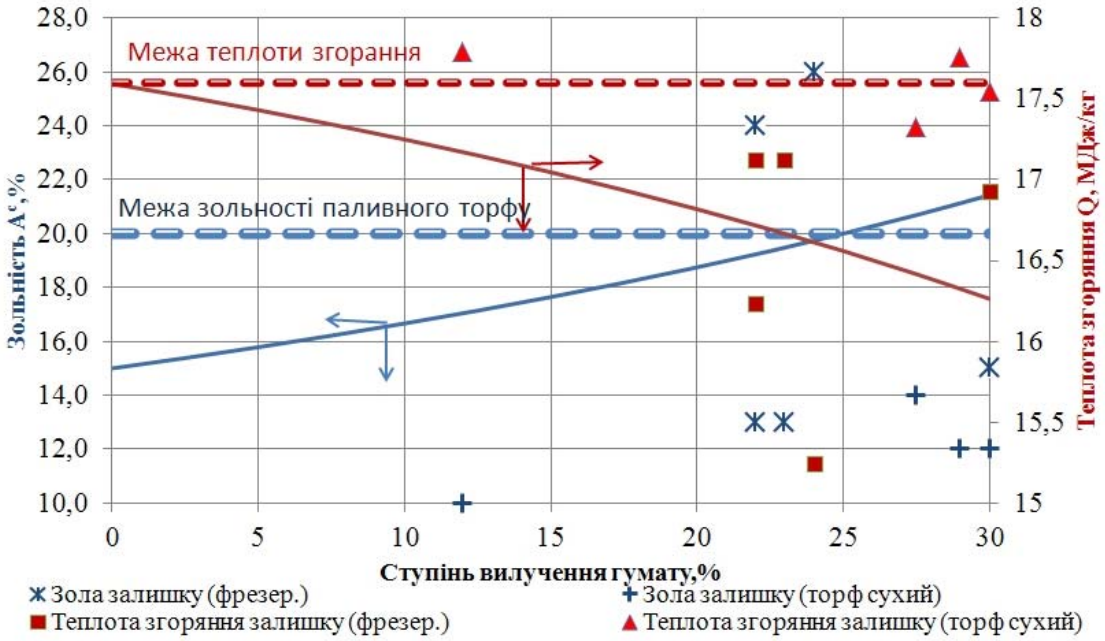


Рис. 1 – Залежність зольності та теплоти згоряння залишку після екстракції від ступеню вилучення гумату з торфу.

Це явище можна пояснити сегрегацією зольних часток (розподілення частинок по висоті шару за густиною) в процесі інтенсивної гідродинамічної обробки. В результаті руйнування торф'яних часток та агломератів зольні частки вивільняються та відокремлюються від органічної частини. В наслідок більшої питомої ваги вони осаджуються і їх концентрація збільшується в нижній частині шару вологого залишку, а верхня частина збагачується органічною горючою складовою.

Висновки

Твердий торф'яний залишок після екстракції гумінових речовин в загальному випадку зменшену до 8% теплоту згоряння сухої маси та підвищену зольність. Залишок після екстракції доцільно розглядати як складову композиційного торфопалива. Використання рослинних наповнювачів може бути застосоване для зменшення зольності та підвищення теплоти згоряння брикетів до рівня нормованих показників.

Інтенсивний гідродинамічний режим обробки сировини при екстракції дозволяє відокремити золову частину від органічної, тим самим підвищити енергетичні властивості залишку

Список літератури

[1] Yu. F. Snezhkin ta D. M. Korinchuk, "Zalishok pislya ekstraktsiyi guminovih rechovin z torfu yak sirovina dlya vigotovlennya biopaliva", Naukovi pratsi Odeskoyi nats. akad. harchovih tehnologiy. T. 2, № 47 s. 204-208, 2015.

The New Thermoelectric Materials for Renewable Energy Technologies

Zoia Barsova[1], Izabela Jendrzejewska[2]

1. Department of Crystalografy, Institute of Chemistry, University of Silesia, POLAND, 40-006 Katowice, Szkolna 9, E-mail: z.v.barsova@gmail.com

2. Department of Crystalografy, Institute of Chemistry, University of Silesia, POLAND, 40-006 Katowice, Szkolna 9, E-mail:izabela.jendrzejewska@us.edu.pl

Abstract - Thermoelectric materials play one of the important role in renewable energy processes. In our thesis we focused on one of such potential magnetic semiconductor material - spinel chalcogenide doped with manganese.

Keywords – sun energy, thermoelectric material, spinel chalcogenides, ferromagnetism, semiconductor.

Introduction

The consumption of energy, especially electrical energy is growing every day. It is known that for the last years several energy crisis had happened in the world. Besides this the according to the International Energy Outlook 2016 it could achive 25.8 trillion kWh in 2020 and 36.5 trillion kWh in 2040 (according to the 2012 increasing on 69%) [1]. As a rule people use non-renewable resources for energy production, which cause environmental pollution and increase the greenhouse effects. So nowdays one of the main problem of the mankind is decreasing of amount of non-renewable resourses. One of the main decision of this problem was renewable resourses. For the 2016 almost 90% of new power in Europe was from renewable sources [2]. Among such sources, a significant place is occupied by thermoelectric generators-devices that convert heat flux directly into electrical energy through a phenomenon called the Seebeck effect . Such devices could transform sun energy to the electricity and help to create high-effectivly sun elements. Thermoelectric generators are based on semiconductor thermoelectric materials. It's commonly use thermoelectric materials based on Bi_2Te_3 alloyed with either Sb or Se and PbTe. But they have some strong disadventages. This materials are toxical (Sb, Se, Pb), some of them (Te) are deficient and costs a lot [3]. Many oxide spinels have been studied for their magnetic properties but are not suitable for thermoelectric applications because they are too insulating [4].

Experimantal part

Spinel chalcogenides is considered as perspective alternative for creating thermoelectric materials, including ferromagnetic semiconductor $CdCr_2Se_4$. The thermoelectric effect is based on three different effects. Spinel chalcogenides could be used for creating thermoelectric materials based on two of them. Such thermoelectric generators need two type of materials n- and p-type. $CdCr_2Se_4$ is one of the perspective substance for thermoelectric generators. It is not very expensive, easy to synthesize as n- or p-type materials, the value of Seebeck coefficient is +60 μV/°K [5].

In order to improve of ferromagnetic and semiconducting properties of $CdCr_2Se_4$ the Mn^{2+} ions were introduced to crystal lattice of $CdCr_2Se_4$.

Single crystals of $CdCr_2Se_4$ doped with Mn^{2+} were synthesized according to the next reaction by chemical vapour transport. The obtained crystals are shown in Fig. 1.

$$4(1-x)CdSe + 4xMnSe + 2CrCl_3 = Cd_{1-x}Mn_xCr_xSe_4 + 3(1-x)CdCl_2 + 3xMnCl_2,$$

$x = 0.1 \div 0.4$.

To determine the conditions of synthesis, the dependences of ΔG^0 and ΔH^0 values on temperature were calculated.

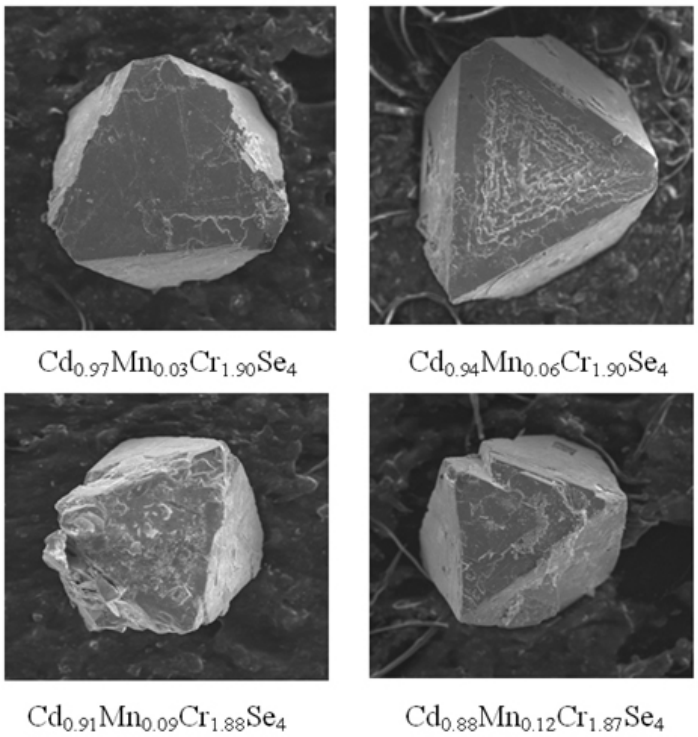


Fig. 1. The obtained single crystals of $Cd_xMn_yCr_zSe_4$

Chemical compositions and structure of the obtained crystals were determined by ICP-AES method and X-ray diffraction respectivly electrical and magnetic properties were investigated using Quantum Design SQUID – based MPMSXL–5-type magnetometer with magnetic field up to 70 kOe.

Spinel chalcogenides with ferromagnetic properties could be used also in spintronics, as well as in solid-state battery which work without chemical reactions [6].

Conclusion

To sum up, we have presented a new thermoelectric material based on CdCr2Se4 doped with Mn^{2+}. The presense of Mn^{2+} influences electrical conductivity and ferromagnetic properties.

Acknowledgments

This work was partly supported by Ministry of Scientific Research and Information Technology (Poland) and funded from Science Resource: No.1S-0300-500-1-05-06.

References

[1] International Energy Outlook, Washington, 2016, p 4. [Online]. Available: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf

[2] D. Fleischmann. (2016, August 25). Renewable energy was 16.9 percent of US electric generation in the first half of 2016 [Online]. Available: http://www.renewableenergyworld.com

[3] T. D. Sparks, “Oxide Thermoelectrics: The Role of Crystal Structure on Thermopower in Strongly Correlated Spinels”, Ph.D. dissertation, 2012, Harvard University [Online]. Available: http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:9396420

[4] G. J. Snyder, T. Caillat et al. “Thermoelectric properties of selenides spinels”, 2014 [Online]. Available: https://trs.jpl.nasa.gov/bitstream/handle/2014/14454/00-0891.pdf

[5] H. W. Lehmann, M. Robbins, “Electrical Transport Properties of the Insulating Ferromagnetic Spinels $CdCr_2S_4$ and $CdCr_2Se_4$”, *Journal of Applied Physics*, vol. 37, № 3, pp. 1389-1390, 1966.

[6] G.A.Prinz, “ Spin-polarized transport,” *Physics Today*, vol.48, № 4, p. 353, 1995.

Ідентифікація джерел вторинних теплових ресурсів та методів їх використання

Мусій Цейтлін, Валентина Райко

Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, E-mail: mzeit@i.ua

The methods of waste heat sources identification are considered in terms of possible use. Technologies and equipment for utilization of low-potential heat are proposed. In particular, for waste gases direct contact heat exchangers and flash boilers for fluid are recommended. Examples of such technologies using were given.

Ключові слова – вторинні енергетичні ресурси, теплові викиди, газові викиди, стоки, теплоутилізатори, контактний теплообмін, миттєве скипання.

Вступ

Відносно низька вартість енергетичних палив у минулому була причиною відсутності економічних стимулів до енергозбереження. Зазвичай вважалося, що утилізація стоків та скидних газів з температурою нижче за 150 °C є економічно недоцільною. На теперішній час, за умов високих цін на енергоносії та недостатніх інвестицій у модернізацію технологій, низький рівень використання теплоти на побудованих у минулому сторіччі підприємствах суттєво знижує їх конкурентоздатність. З іншого боку ця ситуація робить утилізацію вторинної теплоти (ВЕР) скидних рідин та газів достатньо економічно привабливою.

Цілі та мета роботи

Метою роботи був пошук економічно обґрунтованих методів утилізації вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) хімічних виробництв. Цілями роботи були: ідентифікація типових для хімічної промисловості викидів, що можуть слугувати джерелом ВЕР, їх властивостей, проблем, які перешкоджають використанню ВЕР, технологій подолання цих перешкод та розробка методів проектування обладнання для реалізації знайдених технологій.

Результати дослідження

Джерелами ВЕР, як вже вказувалось вище, є газові викиди та рідкі стоки. Ці матеріальні потоки зазвичай мають гетерогенну природу, тобто несуть у собі тверду фазу. Вони забруднені токсичними та агресивними компонентами, часто містять речовини, що утворюють міцні відкладення на теплообмінних поверхнях. Такі властивості суттєво утруднюють рекуперацію теплоти, однак найбільшою проблемою є пошук споживачів низькопотенційної теплоти.

Очевидно, що такий пошук має починатися з аналізу та оптимізації теплової схеми підприємства. Сучасною методологічною основою цього є так званий «пінч аналіз» [1], який дозволяє визначити мінімальні потреби даного виробництва у теплоті і холоді та спроектувати оптимальну схему тепловикористання. Але у більшості випадків виробництва з великою історією, як, наприклад, коксове, цукрове, содове, аміаку або азотної кислоти, за роки свого розвитку досягли певної досконалості і істотне зменшення енергоємності у них можна одержати лише за рахунок змінення технології. У таких випадках ВЕР, кількість та параметри яких визначаються тепловим балансом, можуть використовуватися на теплофікаційні потреби або у невеликих супутніх виробництвах для випуску малотоннажної продукції. Також споживачами ВЕР можуть бути такі дуже поширені у багатьох виробництвах процеси, як концентрування розчинів та підігрів живильної води парових котлів перед деаерацією.

Наступним етапом після визначення кількісних характеристик ВЕР та напрямків їх утилізації є вибір найбільш економічно доцільних технологій використання вторинної теплоти. Що стосується газоподібних ВЕР, то найбільш відповідним типом обладнання для цього можна вважати так звані контактні теплоутилізатори, у яких рекуперація теплоти може поєднуватись із газоочисткою. Це обладнання скрубберного типу, де у якості контактних елементів найбільш доцільно, як показали дослідження [2], використовувати провальні (протитечійні) тарілки, з отворами діаметром від 60 до 120 мм. Таки тарілки показали можливість тривалої стійкої роботи із сильно запиленими газами та в умовах обростання накипом. У разі, якщо при безпосередньому контакті газу та рідини, що підігрівається, має місце неприпустиме забруднення останньої, контактними елементами можуть слугувати зрошувані циркулюючим конденсатом пучки труб. У такому разі підігрів рідини здійснюється крізь стінку, що виключає забруднення. Для розрахунку таких апаратів авторами розроблено програмне забезпечення [3].

У якості прикладу впровадження теплоутилізатору можна навести його використання для нагріву промивної води до 60 °С за рахунок теплоти скидних газів сушарки, що дозволило економити до 9 ГДж теплоти на годину, та повернути цінний продукт, що раніше втрачався разом з викидом.

Для утилізації теплоти забруднених скидних рідин, які утворюють відкладення на теплообмінних поверхнях, що виключає використання звичайних теплообмінників, автори рекомендують так звані апарати миттєвого скипання. Це вакуумуванні ємності із вбудованою у верхній частині трубчаткою, по який циркулює рідина, що потребує підігріву. Стічна рідина подається у нижню частину де скипає під вакуумом, а пара конденсується на трубчатці. Таким чином виключається контакт стоку із теплообмінником та його забруднення.

Впровадження такого апарату для теплофікаційних потреб на одному з хімічних підприємств дозволило економити до 40 ГДж на годину теплоти.

Висновки

Визначені методи ідентифікації вторинних енергоресурсів, перспективних з точки зору їх використання, та запропоновані технології і обладнання утилізації низькопотенційної теплоти.

Список літератури

[1] R. Smit, P. Klemesh *et al*., *Osnovy integratsii teplovykh protsessov*, Kharkiv, Ukraine: NTU “KhPI”, 2000.

[2] P. Estefane, V. Rayko *et al*., “Gidrodinamicheskiye kharakteristiki proval'nykh tarelok s krupnoy perforatsiyey i bol'shim svobodnym secheniyem”, in *Vísnik natsíonal'nogo tekhníchnogo unívеrsitetu “KhPI”*. Kharkív, Ukraine: NTU “KhPI”, 2007, no. 30, pp. 78- 82

[3] L. Tseytlin, P. Estefan. *et al*., “Komp'yuternoye modelirovaniye vodoisparitel'nogo okhlazhdeniya rastvorov”, in *Prilozheniye k zhurnalu Kholodil'naya tekhnika i tekhnologii*, Odessa, Ukraina: ODAKh, 2006, pp. 222–226.

Використання матеріалів з фазовим переходом для систем акумулювання теплової енергії

Тетяна Корінчевська, Юрій Снєжкін, Вячеслав Михайлик

Інститут технічної теплофізики НАНУ, УКРАЇНА, Київ, вул. Булаховського, 2,
E-mail: tvkorin@gmail.com, ittf_ntps@ukr.net

Abstract – The present paper proposes the practical solutions of use thermal energy storage materials with phase change for domestic space heating and drying of thermolabile materials.

Ключові слова – акумулювання, теплоакумулюючий матеріал, фазовий перехід, термоакумулятор, сушіня.

Вступ

Пошук ефективних шляхів енергозбереження стимулювало вивчення теплоакумулюючих матеріалів (ТАМ) з фазовим переходом. Дослідження показали перспективність використання таких матеріалів для акумулювання теплової енергії. На сьогодні ТАМ з фазовим переходом знайшли застосування в різних галузях – у будівництві, автомобільній промисловості, сільському господарстві, системах вентиляції, опаленні та гарячому водопостачанні тощо.

Розробка конструктивних рішень

Аналіз конструкцій систем акумулювання теплоти показав, що при розробці конкретного конструктивного рішення необхідно враховувати насамперед властивості ТАМ, який буде використано як робоче тіло акумулятора. Проектування апарату повинно бути спрямоване на максимальне використання позитивних властивостей ТАМ і усунення недоліків.

Авторами було запропоновано використання органічних сумішей на основі парафіну, буровугільного та поліетиленового воску для систем акумулювання теплоти [1]. Їхнє застосування забезпечує високу густину акумульованої енергії, стабільність теплофізичних властивостей після багаторазових зарядок та розрядок термоакумулятора, запобігає корозійним процесам, підвищує надійність та значно подовжує тривалість експлуатації термоакумулятора.

Перспективним є застосування автономних теплоакумулюючих електронагрівальних приладів, які акумулюють енергію вночі по пільговому тарифу та віддають її протягом дня. Нами розроблена модель електричного термоакумулятора для додаткового опалення приміщення [2]. Він складається з корпуса, заповненого мінеральним маслом, електричного нагрівача та теплового блока. Тепловий блок представляє собою сукупність тонкостінних металевих труб, заповнених ТАМ з фазовим переходом та розміщених в шаховому порядку. Перегородки всередині корпуса утворюють канали, що забезпечують природну циркуляцію теплоносія всередині термоакумулятора. Відсутність теплової ізоляції дозволяє опалювати приміщення як у період розрядки, так і під час зарядки термоакумулятора.

В період зарядки термоакумулятора ТАМ нагрівається до визначеної температури (з міркувань його термічної стійкості), акумулюючи теплову енергію як за рахунок теплоти фазового переходу, так і за рахунок теплоємності матеріалу в твердому та рідкому станах. В режимі розрядки термоакумулятор спочатку віддає теплоту накопичену за рахунок теплоємності ТАМ в рідкому стані і при досягненні температури кристалізації починає віддавати теплоту фазового переходу.

Запропонована конструкція забезпечує високі показники теплової ємності, тривалості експлуатації та надійності роботи термоакумулятора.

Ще один перспективний напрямок – використання теплоакумулюючих матеріалів з фазовим переходом в технологічних схемах сушіння. В запропонованій схемі сонячної сушарки з акумулятором теплової енергії [3] на протязі дня нагріте повітря, що надходить з геліонагрівача, спрямовується в тепловий акумулятор. Віддаючи частину теплової енергії ТАМ, повітря охолоджується до 55 ºС і надходить у сушильну камеру, де відбувається контакт з висушуваним матеріалом. Після заходу сонця атмосферне повітря спрямовується в тепловий акумулятор, де нагрівається за рахунок теплоти фазового переходу ТАМ і потім надходить в сушарку.

Застосування такої схеми сонячної сушарки з акумулятором теплової енергії за рахунок безперервного зневоднення матеріалу дає можливість скоротити тривалість сушіння майже у 1,5 – 1,7 рази. В результаті продукт, що висушується, не погіршує свої якісні показники.

Також запропоновано для зневоднення термолабільної сировини вдосконалити конвективну теплонасосну сушильну установку із замкнутим контуром циркуляції сушильного агента [4] шляхом обладнання кожного піддона плоским контейнером, заповнененим ТАМ з фазовим переходом. Це дозволяє акумулювати надлишкову теплову енергію теплоакумулюючим матеріалом, що забезпечить сталість температури сушіння протягом усього періоду роботи теплового насоса. На кінцевій стадії зневоднення (при вимкненому тепловому насосі) накопичена ТАМ теплота використовується для досушування сировини.

Висновки

Практичне впровадження електричних систем акумулювання теплової енергії за рахунок використання теплоти фазового переходу матеріалу є перспективним та дозволить частково вирішити питання раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів і стабілізувати режим роботи теплових та електричних мереж. Використання теплового акумулювання в технологічних схемах сушіння дасть можливість покращити умови зневоднення термолабільної сировини.

Список літератури

[1] V.A. Mykhailyk, Yu.F. Snezhkin, T.V. Korinchevska, A.S. Parniakov, V.A. Postnikov, “Teplofizicheskie svoystva teploakkumuliruyushchikh materialov na osnove organicheskikh soedineniy [Thermophysical properties of heat storage materials based on organic compounds],” *Promyshlennaya teplotekhnika*, T. 33, № 5, s. 96-103, 2011.

[2] Yu.F. Snezhkin, V.A. Mykhailyk, T.V. Korinchevska, “Elektrychnyi termoakumuliator [Electric heat storage],” Zaiavka na vynakhid a201601173, Cherven 10, 2016.

[3] Yu.F. Snezhkin, D.M. Chalaev, V.A. Mykhailyk, N.O. Dabizha, T.V. Korinchevska, “Zastosuvannia akumuliuvannia teplovoi enerhii v systemakh soniachnoho sushinnia [Application of thermal energy storage in solar drying systems],” *Naukovi pratsi ONAKhT*, Vyp.39, T.2, s. 208-211, 2011.

[4] Yu.F. Snezhkin, D.M. Chalaev, M.Ye. Vorontsov, T.V. Korinchevska, “Konvektyvna teplonasosna sushylna ustanovka iz zamknutym konturom tsyrkuliatsii sushylnoho ahenta [Convective heat pump drying plant with closed-loop circulation of the drying agent],” Patent Ukrainy na korysnu model 76063, Hruden 25, 2012.

Енергоакумулюючий сплав алюмінію для автономних систем енергопостачання

Ф.Д. Манілевич, А.В. Святогор, Б.І. Данильцев, А.В. Куций, Ю.К. Пірський, Л.Х. Козін

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, 03680, м. Київ, просп. Академіка Палладіна, 32/34, E-mail: fedor@ionc.kar.net

Aluminum alloy with gallium, indium and tin (95.0/3.4/1.1/0.5 wt. %) was prepared and investigated in reaction with water at 20 ºC. It has been established that such alloy breaks down in water. Maximum hydrogen evolution rate (4.5 mL·min^{-1}·g^{-1}) was achieved after 222 min of the alloy hydrolysis.

Ключові слова – енергоакумулюючі речовини, сплави алюмінію, гідроліз, одержання водню.

Вступ

Водень є високоефективним і екологічно чистим енергоносієм, на використанні якого базується енергетика майбутнього – воднева енергетика. Виділення водню з води шляхом гідролізу, так званих, енергоакумулюючих речовин (ЕАР), зокрема, активованого алюмінію, дозволяє одержувати водень безпосередньо у місцях його використання і уникати значних проблем, пов'язаних з транспортуванням та накопиченням водню. В даній роботі для одержання ЕАР на основі алюмінію, здатного реагувати з водою вже при кімнатній температурі, легували алюміній галієм, індієм та оловом. Закономірності гідролізу одержаного сплаву дослідили за допомогою волюмометричних вимірювань кількості водню, що виділявся.

Результати та обговорення

Сплав Al/Ga/In/Sn (95.0/3.4/1.1/0.5 мас. %) одержали шляхом плавки компонентів в електропечі при 900 ºС в атмосфері аргону при механічному перемішуванні. Розплав швидко охолодили в металевій охолоджуваній водою формі. Об'єми водню, що виділявся під час гідролізу одержаного сплаву (1 г), вимірювали в спеціальній установці, заповненій насиченою воднем водою, і перераховували на нормальні умови. В результаті одержана залежність об'єму виділеного водню від тривалості гідролізу сплаву, а також розрахована залежність швидкості виділення водню від тривалості реакції сплаву з водою.

Встановили, що протікання реакції даної ЕАР з водою можна умовно розділити на чотири стадії. Протягом перших хвилин гідролізу поверхня зразка звільнялась від оксидного нальоту, і швидкість виділення водню стрімко зростала, приблизно, до 3 мл·хв.$^{-1}$·г$^{-1}$. На другій стадії відбувалась часткова пасивація поверхні зразка продуктами його взаємодії з водою, в результаті чого швидкість виділення водню знижувалась до 1.37 мл·хв.$^{-1}$·г$^{-1}$. Після 38 хвилин гідролізу настала третя стадія, під час якої зразок активно самовільно розтріскувався і подрібнювався. При цьому збільшувалась площа реакційної поверхні, а швидкість утворення водню зростала до 4.5 мл·хв.$^{-1}$·г$^{-1}$ на 222 хвилині. На четвертій стадії швидкість виділення водню знижувалась внаслідок зменшенням кількості сплаву аж до повного його використання. Реакція гідролізу практично добігла кінця, одержаний об'єм водню був близьким до його стехіометричного значення.

Висновки

Легуванням алюмінію галієм, індієм та оловом одержано ЕАР, здатну виділяти водень з води при кімнатній температурі. Такі ЕАР можуть бути перспективними матеріалами для одержання водню в генераторах гідролізного типу за умов навколишнього середовища.

The study of potassium compounds leaching from fly ashes generated by combustion of biomass in Polish power plants

Anna Zdunek , Marzena Mikos Szymańska, Krzysztof Borowik, Paulina Bogusz, Piotr Rusek

New Chemical Syntheses Institute, POLAND, Puławy, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13A, 24-110 Puławy,
E-mail: anna.zdunek@ins.pulawy.pl

A possibility assessment of potassium recovery from fly ashes obtained as a result of combustion of biomass to achieve an electricity has been done. Five samples of ashes coming from Polish power plants has been investigated. The leaching of potassium from fly ashes using water and various types of mineral acids solutions has been done.

Keywords – biomass combustion, fly ashes, potassium fertilizers, nutrients recovery from by products

Introduction

Renewable Energy Directive [1] establishes an overall policy for the production and promotion of energy from renewable sources in the EU. It requires the EU to fulfil at least 20% of its total energy needs with renewables by 2020 – to be achieved through the attainment of individual national targets. All EU countries must also ensure that at least 10% of their transport fuels come from renewable sources by 2020. In connection with the quest of gradual replacement of coal with renewable sources of energy, the increase of biomass burning amount is expected.
Wood is still the largest biomass energy resource today, bur other sources of biomass can also be used. These include food crops, grassy and woody plants, residues from agriculture or forestry, oil-rich algae and the organic component of municipal and industrial wastes.

Fly ashes from biomass combustion as the source of nutrients

The ashes are generated as the result of coal or biomass burning. These ashes are distributed into two parts: bottom ash - collected from the bottom of the boiler unit and fly ash - most of which is collected by air pollution control equipment. Properties of biomass ashes are different from the coal ashes. The main difference concerns a potassium content. Biomass ashes can have a significant content of potassium, even the 30-40% by mass of potassium (K_2O) [2], while the coal ashes usually contain about 2% by mass K_2O [3]. Hence, biomass ashes have a great agricultural value, as the potassium is one of the three main nutrients, next to nitrogen and phosphorus. Properties of that ashes depend on the type of fuel sources. They are varied in terms of potassium content as well as the heavy metal contaminations.

The extraction of potassium is the different way of using of their fertilizer value when they contain too much amounts of heavy metals to use them to fertilizer production. The possibility of potassium recovery from ashes allows to use the potassium solutions both as the potassium ingredient of liquid fertilizers as well as the raw material to produce potassium salts having a fertilizer importance, like potassium nitrate (KNO_3) or potassium sulphate (K_2SO_4). The cheapest way of potassium recovery from ashes would be water leaching. Using of leaching by mineral acids is justified if the obtaining of crystalline potassium salts or their concentrated solutions is the main goal of potassium recovery from ashes. Simplicity of potassium leaching depends on potassium chemical compounds present in the ash. As the chemical form of potassium compounds present in the biomass ashes depends on both the kind of biomass burnt as well as the combustion process conditions, the possibility of potassium recovery must be defined exactly for the particular sample of ash.

Experimental and results

The results of potassium leaching from five samples of biomass ashes has been presented in this paper. The studies have been done in laboratory scale, by mixing a batches of ashes with water and for the most potassium reach ash by mineral acids solutions, using a laboratory shaker. In the laboratory experiments of potassium leaching by water, the study has been conducted with variable value of a water temperature and the time of leaching. Studies with acid solutions (HNO_3, H_2SO_4, HCl) has been done with various values of solutions temperatures and concentrations as well as the time of leaching. In this experiments constant mass ratios of fly ashes to leaching agents volume has been applied (10 g to 150 ml of water/acid solution).

A potassium contents (total, soluble in acids) in the five ashes samples investigated are respectively: 6.7 (sample ash I); 4.7 (sample ash II); 12.2 (sample ash III); 5.6 (sample ash IV; 24.4% (sample ash V), K_2O by mass.

The highest potassium recovery degree by water leaching obtained for the sample ash V at 73% level of total potassium content. The lowest amount of potassium in the water leaching obtained fo the sample ash I at 32% level. Almost in every case, the highest potassium recovery degree by water obtained in temperature 60°C and the 60 minutes time of leaching.

During potassium leaching from sample ash V by mineral acids, in every case of acids with 20% of percentage concentration obtained recovery of more than 80% level of total potassium content. In the case of nitrogenous acid, this recovery level obtained during under the 30 minutes of the time of leaching. In case of the rest of acids, there were 60 minutes of the time of leaching needed.

Conclusion

The received experimental results show wide variability of K_2O containing in the ashes dependent on biomass source. The difference of the chemical forms of that element has been confirmed by the differences obtained in the leaching water results. The results show a high efficiency of potassium recovery using only water as a leaching agent. The most effective water leaching of K_2O has obtained for the sample containing the highest level of this element. A slight difference between the effectiveness of leaching by water and by acid solutions has been observed in the case of fly ash sample, containing the most amount of K_2O.

The real ashes applicability in plants nutrition depends on not only the total content of K_2O but also on the availability for the plants. This last parameter depends on biomass source combustioned.

References

[1] Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC

[2] S.V. Vassilev, D. Baxter, L.K. Andersen, C.G. Vassileva, „An overview of the composition and application of biomass ash. Part 1. Phase–mineral and chemical composition and classification", Fuel, 105, 2013, 40–76.

[3] G. J. Kusuma, H. Shimada, T. Sasaoka, K.Matsui, C. Nugraha, R.S. Gautama, „An Evaluation on the Physical and Chemical Composition of Coal Combustion Ash and Its Co-Placement with Coal-Mine Waste Rock", Journal of Environmental Protection, 3, 2012, 589-596.

Темообробка композиційного палива на основі торфу та біомаси

Дмитро Корінчук[1], Микола Безгін[1]

1. Інститут технічної теплофізики НАН України, УКРАЇНА, Київ, вул. Желябова 2а, E-mail: ntps@i.ua

Investigations of the thermal treatment of the wood, peat and composite peat-wood pellets are carried out. Analysis of the kinetics of the thermal decomposition of fuels was carried out. The results of measuring the heat of combustion of biofuels are presented.The thermal treatment of composite fuel is justified.

Ключові слова – біопаливо, торф, термообробка, теплота згоряння, температура, гранули.

Вступ.

В природному стані біомаса є складним об’єктом для енергетичного використання. Новітні методи покращення властивостей біопалива вирішують задачі підвищення ефективності енергетичного використання біомаси, зменшення логістичних витрат, розширення сфери застосування в промисловості. Перспективним методом є підвищення якісних показників біомаси шляхом термообробки при температурах до 300 °С [1].

Метою роботи є дослідження режимів термообробки торфу, деревини та їх композицій для отримання висококалорійного біопалива.

Матеріали та методи дослідження.

В дослідженні використані гранули деревини (сосни) класу В, торфу та композиційні торфо-деревинні гранули з вмістом деревини 40% по масі. Термообробка поводилася шляхом розміщення в бюксі наважки гранул масою до 30 г. Бюкса розташовувалася в циліндричній нагрівальній камері і витримувалась при заданій сталій температурі оточуючого середовища. В процесі експерименту фіксувалася температура в камері, температура в гранулі біопалива, та втрата маси біопалива. Експеримент вважався завершеним, коли втрата маси в часі не перевищувала 0,1% /хв. Дослідження теплоти згоряння зразків проводилися за допомогою калориметра для вимірювання теплоти згоряння палива моделі КТС-4 згідно ІСО 1928-76.

Результати й обговорення

Проведені дослідження впливу температури обробки на зміну швидкості масових втрат зразків деревини, торфу та композиційного біопалива при температурах обробки 250°С, 270°С та 300°С. Збільшенні температури обробки біомаси та торфу з 250 °С до 270 °С призводить до скорочення часу термічного розкладання в середньому в 1,7 рази, що може бути використане для інтенсифікації процесу. Процес розкладання біомаси супроводжувався підвищенням температури гранул понад температуру оточуючого середовища в середньому на 5-8 °С. Це свідчить про наявність значного екзотермічного ефекту Обробка при 300°С призводить до перегріву гранул в результаті розкладання понад 20 °С та супроводжується масовими втратами понад 35%. Масові втрати зразків по сухій речовині склали 12,1% при 250°С, 21,3% при 270°С та більше 35% при режимі обробки в 300 °С. Теплота згоряння палива при температурах обробки до 270°С зростала пропорційно втраті маси і досягала 23 МДж/кг (Рис. 1). Останнє свідчить про видалення в цьому температурному діапазоні переважно баластних речовин, а саме пірогенетичної води.

Для торфу процес термічного розкладання характеризується слабше вираженим екзотермічним ефектом, що пояснюється розвиненою мікропористою структурою та уповільненим видаленням вологи з цих мікропор. Процеси випаровування води з мікропор,

що супроводжуються ендотермічним ефектом та процеси термічного розкладання, що супроводжуються екзотермічним ефектом при високих температурах суміщаються на ділянці розкладання. При підвищенні температури обробки зразків торфу з 250°С до 300°С в 2,6 рази а теплота згоряння зразків досягає 21 МДж/кг кг (Рис. 1). Відсутність проявів екзотермічного ефекту при температурному розкладанні торфу є передумовою використання торфу в композиції з біомасою для вирівнювання температурних полів в зонах локальних перегрівів. Проведені дослідження термічного розкладання композиційного палива виявили близькість кінетичних характеристик до характеристик торфу, також екзотермічного підвищення температури не виявлено. З узагальнених залежностей теплоти згоряння біопалива від режиму термічної обробки для деревини, торфу та композиційного торфо-деревинного палива (Рис. 1.) видно, що для композиційного палива підвищення теплоти згоряння досягає 25%.

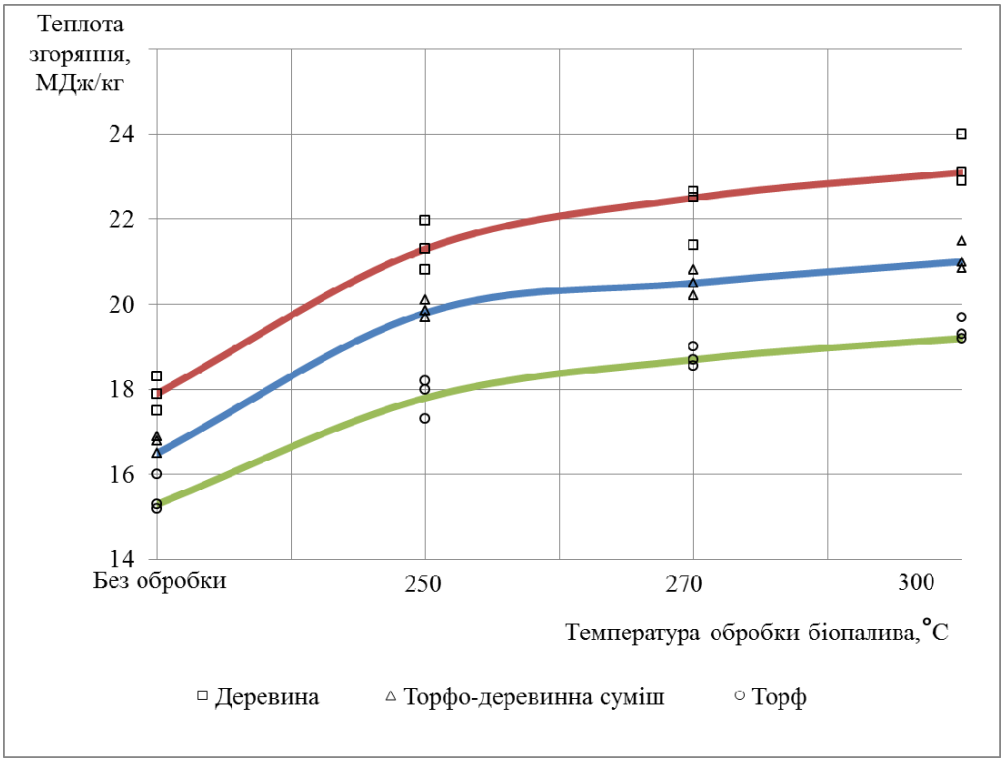


Рис.1. Залежність теплоти згоряння біопалива від режиму термічної обробки для деревини, торфу та композиційного торфо-деревинного палива.

Висновки

Отже, використання єдиного режиму термічної обробки для різної за характеристиками чи видом біомаси можливе за умови мінімальних температур термічної обробки. Взаємостабілізуючий вплив компонентів композиційної суміші біомаси та торфу дозволяє використовувати граничні температури термообробки, отримувати біопаливо з теплотою згоряння на рівні 21 МДж/кг.

Список літератури

[1] Yu.F. Snezhkin ta in., “ Doslidzhennya rezhimiv termoobrobki biomasi ta torfu u virobnitstvi kompozitsiynogo biopaliva”. Promyshlennaya teplotehnika, T. 39, № 1, s. 53-58, 2017.

Демонстраційна система постачання та акумулювання енергії в альтернативній електрохімічній енергетиці

Т.М. Панчишин[1], О.В. Гайдін[1], О.С. Тупчієнко[1], О.С. Крупеннікова[1], Ю.К. Пірський[1]

1. Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України,
03680, м. Київ, просп. Академіка Палладіна, 32/34, E-mail: taras.if.ua@gmail.com

Have been developed and manufactured "Demonstration kit for power supply and accumulation system in alternative electrochemical energetics" that can be used to research new electrode materials and electrochemical hydrogen energy systems and for laboratory experiments in higher education course of "Electrochemical Energetics".

Ключові слова – електрохімічна енергетика, воднево-кисневий паливний елемент, електролізер, мембранно-електродний блок, енергоакумулююча система.

Вступ

В даний час в сфері енергетики і транспорту існує ряд серйозних проблем, насамперед сировинних і екологічних. На частку зростання виробництва енергії і кількості транспортних засобів, припадає близько 60% шкідливих викидів в атмосферу. Основні викиди шкідливих компонентів виникають в результаті хімічних процесів горіння палива в парогенераторах і двигунах внутрішнього згоряння. Сировинні та екологічні проблеми обумовлені характером процесів перетворення енергії, що використовуються в наш час. Тому основним напрямком їх вирішення може бути перехід на інші способи перетворення енергії, наприклад, електрохімічний. Ця робота має завдання продемонструвати переваги екологічно чистого електрохімічного способу прямого перетворення сонячної, вітрової та інших видів енергії в електричну, отримання водню, як носія енергії, його акумулювання та використання в паливних елементах в загальних системах енергопостачання.

Мета роботи

Розробити демонстраційний набір до курсу "Електрохімічна енергетика" на основі воднево-кисневого паливного елемента (ПЕ), електролізера з протонпровідними мембранами та системою акумулювання водню для вивчення енергетичних характеристик лабораторної системи енергопостачання.

Результати та обговорення

Нами розроблено технологію виготовлення мембрано-електродних блоків різних розмірів для низькотемпературних воднево-кисневих паливних елементів і батарей на основі протонпровідних мембран та вдосконалених катодних і анодних електрокаталізаторів. На основі цієї технології на ПАТ "ЕЛМІЗ" організоване виробництво демонстраційних наборів до курсу «Електрохімічна енергетика» у вищих навчальних закладах та середній школі. Дані набори демонструють сучасні технологічні принципи створення та роботи паливних елементів і можуть використовуватися для проведення дослідів і наукових експериментів.

Лабораторний комплект складається з воднево-кисневого паливного елемента, електролізера, корисного навантаження у вигляді вентилятора та ємностей для збору і накопічення кисню та водню (рис. 1).

Розроблений воднево-кисневий паливний елемент має потужність 50 мВт/см^2 при напрузі 0,6 В в лабораторних умовах без надлишкового тиску водню. Площа робочої поверхні мембранно-електродних блоків електрохімічних пристроїв дорівнює 6,25 см^2. За допомогою електролізера, використовуючи дистильовану воду, та зовнішнє джерело струму (сонячні батареї, вітрові генератори електроенергії, загальна надлишкова електроенергія)

генерується кисень і водень, та акумулюються у ємностях з гідрозатворами. Далі водень та кисень з ємностей використовуються в паливному елементі, для отримання електричної енергії. В процесі роботи ПЕ на катоді утворюється чиста вода. Таким чином, ця система є замкненою і екологічно чистою, та може використовуватись для накопичення та віддачі енергії.

Рис. 1. Зовнішній вигляд демонстраційного набору
до курсу "Електрохімічна енергетика"

Висновки

Розроблено демонстраційну систему енергопостачання та акумулювання в альтернативній електрохімічній енергетиці, яка може використовуватись для дослідження електрохімічних та енергетичних характеристик нових перспективних матеріалів і електрокаталізаторів. Показано, що розроблений воднево-кисневий паливний елемент має потужність 50 мВт/см^2 при напрузі 0,6 В та працює в лабораторних умовах без надлишкового тиску водню з робочою поверхнею мембранно-електродного блока 6,25 см^2. Передбачається використання демонстраційного набору до курсу "Електрохімічна енергетика" для дослідження нових електродних матеріалів та електрохімічних систем водневої енергетики, а також він може використовуватися в лабораторних роботах курсу «Альтернативна електрохімічна енергетика» у вищих навчальних закладах для студентів електрохімічних спеціальностей або в середній школі на уроках фізики і хімії.

Подяка

Висловлюємо подяку керівництву ПАТ "ЕЛМІЗ" за сприяння організації виробництва демонстраційних наборів до курсу «Електрохімічна енергетика» для вищих навчальних закладів та середніх шкіл.

Синтез плівок меркурій селеніду (HgSe) з використанням калій йодиду, як комплексоутворюючого реагента та їхні властивості

Руслана Чайківська, Віталій Стаднік, Мартин Созанський, Руслана Гумінілович, Павло Шаповал, Йосип Ятчишин

Кафедра аналітичної хімії, Національний Університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, вул. Степана Бандери, 12, E-mail: Ruslana.chaikivska.xt.2013@lpnu.ua

Abstract – The process of synthesis of mercury selenide (HgSe) semiconductor thin films by a chemical synthesis method was done. The potassium iodide has been used as a complexing agent. The phase composition, optical transmission and absorption spectra, surface morphology and microanalysis of HgSe films were studied.

Ключові слова – меркурій селенід, напівпровідникові плівки, хімічне осадження, ширина забороненої зони, структура та морфологія тонких плівок

Вступ

Синтез та дослідження напівпровідникових матеріалів на основі тонких плівок сполук $A^{II}B^{VI}$ (халькогеніди Zn, Cd та Hg) набули значної уваги через їх унікальні властивості. Халькогеніди меркурію є технологічно цікавими матеріалами, які можна використати в ІЧ-детекторах, ультразвукових та газових датчиках, каталізаторах, електростатичних відображаючих матеріалах і сонячних елементах, є найменш дослідженим. Обмежена інформація про особливості синтезу і властивості плівкових матеріалів халькогенідів меркурію пояснюється труднощами, які виникають під час їхнього отримання. В першу чергу це пов'язано із неможливістю використання типових комплексоутворюючих реагентів, які успішно використовували для синтезу плівок халькогенідів кадмію та цинку із заданим набором властивостей. Тому розробка простої і відтворюваної методики синтезу меркурій селеніду є актуальним завданням.

Експеримент

Робочі розчини для синтезу напівпровідникових плівок HgSe готували шляхом послідовного змішування розчинів меркурій нітрату ($C(Hg(NO_3)_2)$ = 0,01 М); калій йодиду (C(KI) = 0,1 М), як комплексоутворюючого реагента; натрій селеносульфату ($C(Na_2SeSO_3)$ = 0,1 М), як халькогенізучого реагента та регулятора pH середовища. Тривалість синтезу змінювалася від 120 до 600 с за температури 90 ^oC та від 24 до 48 год. за температури 20 ^oC. Як підкладки використовували попередньо підготовлені пластини 18×18 мм з оптично однорідного скла товщиною 0,2 мм. Отримані за різних умов плівки були суцільні, але мали слабку адгезію до поверхні підкладок.

За результатами рентгенофазового аналізу (ДРОН-3.0, CoKα) зразків плівок HgSe, отриманих за температури 90 °C, встановлено, що вони є однофазними та містить фазу кубічної модифікації меркурій селеніду (стр. тип ZnS). Плівки, синтезовані за 20 °C, містили як основну фазу тернарну сполуку $Hg_3I_2Se_2$ (стр. тип $Hg_3S_2Br_2$) з домішкою HgSe.

Досліджено оптичний спектр світлопропускання $T(\lambda)$ плівки HgSe для довжин хвиль від 340 до 900 нм (Xion 500 «Dr. Lange») (рис. 1). Зростання світлопропускання починається в районі 400 нм. При збільшенні тривалості синтезу свілопропускання поступово зменшується через збільшення їхньої товщини. Проведено екстраполяцію лінійних ділянок кривих $(\alpha \cdot h\nu)^2$ до перетину з віссю енергій $h\nu$ та визначено оптичну ширину забороненої зони (E_g) плівок, яка є локалізованою в областях 2,06-2,90 еВ. Така значна чисельна зміна E_g також пов'язана зі збільшенням товщини плівок внаслідок більшого часу осадження.

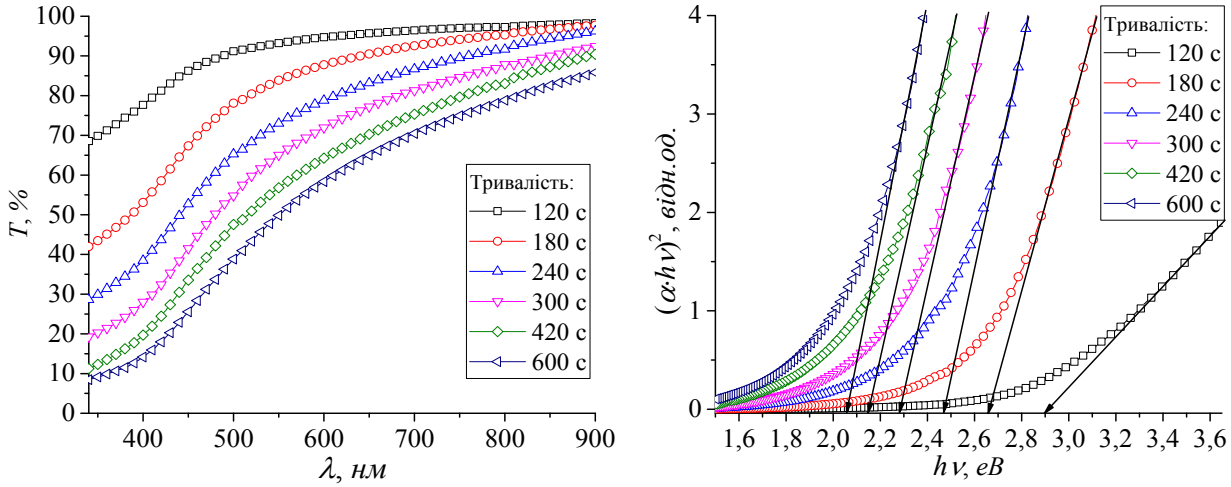
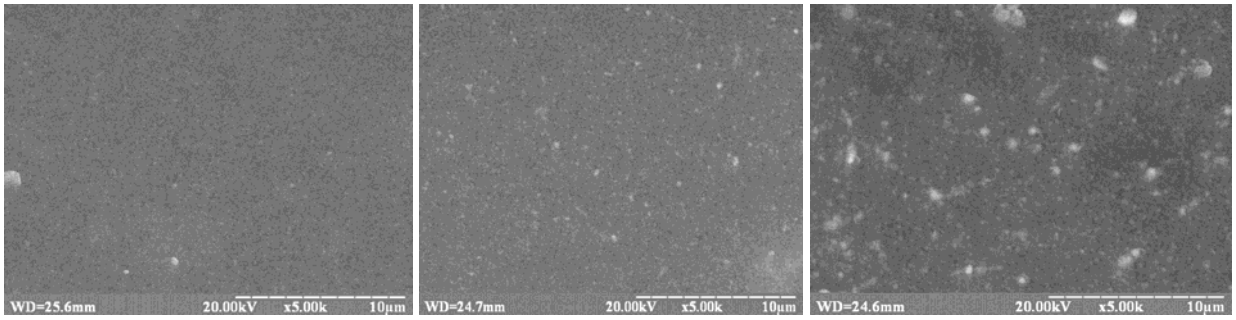


Рис. 1. Спектри оптичного пропускання *T*-*λ* та поглинання в координатах $(\alpha \cdot h\nu)^2$-$h\nu$ плівок HgSe в залежності від тривалості синтезу.

Поверхня плівок HgSe (РЕМ-106И, «Селмі») (рис. 2) є однорідною, гладкою, суцільною, повністю покриває поверхню підкладки, з малою кількістю поверхневих дефектів, кількість незначно зростає при збільшенні тривалості синтезу.



120 с *300 с* *600 с*

Рис. 2. Морфологія поверхні плівок HgSe в залежності від тривалості синтезу.

Атомне співвідношеня Меркурію і Селену всіх зразках плівок HgSe є близьке до стехіометричного, з незначним надлишком атомів останнього.

Для плівок, синтезованих за температури 20 С, проведено аналогічні дослідження оптичних властивостей і морфології поверхні. Для всіх зразків розраховано розмір кристалічних зерен і встановлено відмінності механізмів утворення малорозчинних сполук меркурій селеніду залежно від умов осадження.

Висновки

В роботі досліджено синтез і властивості тонких плівок HgSe, отриманих з використанням калій йодиду, як комплексоутворюючого реагента. Встановлено утворення плівок меркурій селеніду і тернарної сполуки $Hg_3I_2Se_2$ залежно від темпреатури і тривалості синтезу. Досліджено структурні, оптичні та морфологічні властивості синтезованих плівок і встановлено відмінності механізмів утворення малорозчинних сполук меркурій селеніду залежно від умов синтезу.

Виробництво паливного біоетанолу з лігніноцелюлозної сировини за технологією другого покоління

Ольга Настенко[1], Олександр Ляпощенко[1], Віталій Стороженко[1], Василь Смирнов[1]

1. Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв, Сумський державний університет, УКРАЇНА, Суми, вул. Римського-Корсакова 2, E-mail: o.nastenko@pohnp.sumdu.edu.ua

Abstract. The introduction of biofuels is a promising technology by reducing energy dependency and increase energy and resource conservation. A critical analysis of technologies first, second and third generations to produce ethanol from the appropriate plant material was conducted. The results of the introduction of biofuels technologies in Ukraine are presented.

Ключові слова – біопаливо, біоетанол, біомаса, біотехнології, лігнін, целюлозна сировина.

Вступ

У відповідь на сучасні виклики та основні принципи розвитку постіндустріального суспільства на порозі Третьої та Четвертої (Industrie 4.0) промислових революцій [1], спостерігаються світові тенденції з поширення використання саме альтернативної енергетики і поновлюваних джерел енергії, до яких відноситься й біопаливо, замість інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля й ядерне паливо. Впровадженням біопаливних технологій в країнах ЄС та в Україні переслідуються такі стратегічні цілі, як ліквідація залежності від імпорту нафти, а відповідно й зменшення енергозалежності цих держав від РФ, а також тактичні — зменшення викидів вуглекислого газу в навколишнє середовище, розвиток аграрного сектора та інші. Крім того, за визначенням Менделєєва Д.І., нафта представляється більш цінною сировиною для нафтохімії, ніж як пальне [2].

Порівняльний аналіз технологій отримання біоетанолу з рослинної біомаси

Розглядаючи комплексно проблему впровадження біопаливних технологій слід відзначити, що вона прямо або побічно зачіпає тісно переплетені питання етики і політики, економіки і екології, науки і технологій, продуктів харчування і енергетики. Виникнення та розвиток індустрії біопалива ініційовані історичними подіями XX-XXI ст. і є природнім процесом технологічного розвитку та переходу від використання традиційних до запровадження нетрадиційних видів енергії. Сьогодні в багатьох країнах світу здійснюються спроби запровадження виробництва біоетанолу з рослинної сировини в якості добавок до вуглеводневого пального в кількості 5; 10; 15; 20; 25; 30-40; 50-60; 70-85% з метою отримання сумішей [3], які називають альтернативними видами палива (біопаливо марок E5, E10, E15, E20, E25, E30, E60, E85 відповідно) [4]. За загальноприйнятою класифікацією виділяють первинні та вторинні рідкі біопалива (біоетанол, біодизель) першого, другого та третього поколінь [5].

Доцільність використання біопалива у якості первинного джерела енергії залежить від його енергетичної рентабельності, тобто відношення отриманої корисної енергії до витраченої. За даними [6] після складання енергетичних балансів визначено енергетичну рентабельність біопалива, яка у випадку виробництва біоетанолу (з сировини) складає: етанол (кукурудза) — 1,5; етанол (цукровий буряк) — 2; етанол (пшениця) — 2-4; етанол (цукрова тростина) — 2-8; етанол (целюлоза) — 2-36. Відомо, що головним недоліком виробництва біоетанолу за технологією першого покоління є зменшення посівів зернових, цукрових та олійних культур, призначених для харчової промисловості. Цим фактом і обумовлений перехід до виробництва за технологіями другого покоління біоетанолу з рослинної лігніноцелюлозної біомаси з спеціалізованих високотехнологічних рослинних

культур (ятрофа, маніоку, міскант) або з нехарчових сільськогосподарських відходів (макухи, соломи, вичавки цукрової тростини, тирси і т.п.). При цьому основними технологічними стадіями є збір та попередня обробка сировини (біомаси), гідроліз і ферментація целюлози та лігніну, дистиляція етанолу, зневоднення та сепарація лігніну, спалювання лігніну на ТЕС для потреб основного виробництва [4]. Таким чином, при виробництві паливного біоетанолу з лігніноцелюлозної сировини за технологією другого покоління одночасно приділено увагу питанням енергоефективності та енергозбереження.

Результати впровадження біопаливних технологій у світі та в Україні

Першість в отриманні біопалива належить Бразилії, проте США зробили вирішальний внесок в процес становлення індустрії біопалива і є беззаперечним лідером у виробництві біоетанолу, а згодом до цих світових лідерів з використання рідкого біопалива додалися і країни ЄС з обов'язковою вимогою до компаній-виробників застосовувати новітні технології, орієнтовані на впровадження виробництва біопалива другого покоління [7]. В Україні біопаливо також розглядається як вагома альтернатива традиційному пальному. У 2006 р. виробництво моторного біопалива марки БІО-100 було налагоджено на Лохвицькому спиртзаводі, проте вже у квітні 2007 р. через супротив українського спиртового монополіста концерну «Укрспирт» виробництво БІО-100 там припинили. Сьогодні групою компаній «Укртепло» активно розглядається можливість будівництва 4 біопаливних заводів в Україні. Так, вже в 2015 р. у співпраці науковців Сумського державного університету та фахівців ПАТ «Укрхімпроект» проведено передпроектну підготовку для розробки за технологією італійської компанії ліцензіара «Beta Renewables» базового проекту виробництва біопалива другого покоління.

Висновки

Незалежність від наявності родовищ корисних копалини, порівняно незначні інвестиції і нечутливість до політичних процесів дозволяють виходити на ринок альтернативної енергетики (біопалива) бізнес-структурам менш могутнім але більш численнішим, ніж транснаціональні нафтові корпорації.

Список літератури

[1] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution.* World Economic Forum, New York, 2017, p.192.

[2] Sklabins'kyy V. I., Lyaposhchenko O. O.,. Artyukhov A. E., *Tekhnolohichni osnovy nafto- ta hazopererobky*, Sumy, Ukrayina: Sums'kyy derzhavnyy universytet, 2011.

[3] Bulatkyn H. A., *Proyzvodstvo byotopliva vtorogo pokoleniya iz rastytel'nogo syr'ya*. Vestnyk RAN, T.80, 5-6, 2010, pp. 522-532.

[4] Karpov S. A., Kapustin V. M., Starkov A. K. *Avtomobilnyye topliva s bioetanolom*. Moskva. RF: KolosS. 2007.

[5] Zolotar'ova O., Shnyukova Ye. *Kudy pryamuye biopalyvna industriya?* Visnyk NAN Ukrayiny, 4, 2010, pp. 10-20.

[6] Boyarchuk V., Ftoma O., Boyarchuk O. *Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist' vyrobnytstva ripaku ozymoho, pshenytsi ozymoyi, kukurudzy, tsukrovoho buryaku ta biopalyva na yikh osnovi*. Ahrarna ekonomika, T.5, 1-2, 2012, pp. 102-110.

[7] Kaletnik H. M., Pryshlyak V. M. *Biopalyvo: efektyvnist' yoho vyrobnytstva ta spozhyvannya v APK Ukrayiny*, Kyyiv, Ukrayina: Khay-Tek Pres, 2011.

Salix veminalis - альтернативне джерело енергії

Мирослава Козік[1], Юрій Гавриш[2], Оксана Хропот[1], Роксолана Конечна[1],

Андрій Милянич[1], Ростислав Гулько[1], Володимир Новіков[1]

[1] Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. С.Бандери 12, rkonrechna@ukr.net

[2] Кафедра хімічної технології переробки пластмас, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. С.Бандери 12, vnovikov@polynet.lviv.ua

Анотація - The study is to examine the prospects of cultivation, harvesting and using of fast-growing energy crops, including energy willow (Salix veminalis). It was studied and analyzed the optimal conditions of cultivation and growing parameters of biomass of salix veminalis. It was shown prospects of using biomass of Salix veminalis, as a source of alternative energy.

Ключові слова - верба енергетична, *Salix veminalis*, біомаса, біопаливо, джерело енергії.

Вступ

Енергія є основою життєдіяльності суспільства, розвиток якого пов′язаний зі зростанням енергоспоживання. Забезпечення енергоресурсами є важливим стратегічним питанням ефективного розвитку кожної держави, і України зокрема, які повинні докладати значних зусиль в галузі енергетики щодо використання власних відновлювальних джерел енергії, що дозволить вирішити низку проблем, пов′язаних із забрудненням довкілля, зменшить загрозу енергетичної та економічної кризи. Вагомий внесок в цьому може забезпечити біоенергетика, яка базується на використанні біомаси рослинного походження, а саме «зеленого палива». Перспективною в даному напрямку є *Salix veminalis* (енергетична верба).

Мета дослідження полягає у вивченні перспектив вирощування, заготівлі та використання швидкозростаючих енергетичних культур, зокрема енергетичної верби.

Матеріали та методи

Згідно даних літератури встановлено, що для росту *Salix veminalis* найбільш прийнятними є супіщані та суглинисті грунти. На своїй міні-експериментальній ділянці ми спробували не традиційний метод посадки: шляхом горизонтального розподілу матеріалу, порізаного на прутики, і після цього внесення його в канавки у грунті.

Збирали *Salix veminalis* після закінчення вегетації з жовтня-листопада по березень-квітень. У перші два роки зібрані пагони *Salix veminalis* можна використовувати на посадковий матеріал, а в наступні роки – на біомасу. Рослини зрізали на рівні грунту.

Результати

Нами досліджено, що витрати на посадку при використанні обраного нами методу посадки можуть бути зменшені на 50% у порівнянні з традиційним методом посадки. Встановлено параметри росту пагонів на першому році - з саджанця виростає 1-3 пагони, які досягають висоти 1-2,5м і завтовшки 7-13мм. На другому році кількість пагонів збільшується до десятка і більше, при чому вони мають висоту 3м і товщину – 13-15мм. На третьому році рослини стають вже 4,5м заввишки і 20мм завтовшки.

Проведено аналіз біомаси однорічних, 2-річних, 3-річних пагонів *Salix veminalis* на вміст деяких хімічних елементів. Результати аналізу наведені в Таблиці 1 (% сухої речовини):

Таблиця 1

Аналіз біомаси Salix veminalis

Біомаса *Salix veminalis*	Хімічні елементи, %			
	N	C	H	P
Кора однорічних пагонів	1,71	46,3	6,18	0,42
2-річні пагони	0,51	48,41	6,87	0,15
3-річні пагони	0,38	47,44	6,57	0,12

Врожай біомаси та сухої деревини, вологість залежить від генотипу *Salix veminalis*. Ми проаналізували дані параметри для окремих генотипів *Salix veminalis*, результати представлено в Таблиці 2.

Таблиця 2

Виробничі параметри вирощування *Salix veminalis*

Генотип	Врожай, т/га на рік	Вологість, %	Врожай сухої деревини, т/га на рік
Salix gigantea	39	47,84	20,17
Salix regalis	48,95	48,25	25,24

Відповідно до отриманих результатів генотип *Salix regalis* має більший врожай біомаси та сухої деревини у порівнянні з генотипом *Salix gigantea*. Проте слід зазначити, що генотип *Salix regalis* має більший показник вологості у порівнянні з генотипом *Salix gigantea*.

Нами також з′ясовано врожайність *Salix veminalis*, а саме врожай сухої маси за 1 рік - 14,9 т/га, 2 рік - 32,1 т/га, 3 рік - 64,6 т/га. Встановлено, що енергетична ефективність виробництва вербової деревини на ріллі була найвища у трьохрічному циклі.

Висновки

Врожай з енергетичних плантацій може використовуватись у спеціальних котлах для спалювання біомаси. Енергія 2кг гранул еквівалентна енергії 1л мазуту, а 1,5т гранул замінює 1т вугілля. Перехід на гранули зменшує викиди оксиду карбону на 2,5кг на кожному зекономленому в такий спосіб 1л мазуту.

Біомасу з *Salix veminalis*, як опалювальний матеріал, можна використовувати централізовано або для опалювання окремих приватних будинків. Саме котли на біомасі можуть швидко замінити природний газ для виробництва теплової енергії з найнижчими інвестиційними затратами і найкоротшими термінами окупності проектів.

Вартість біомаси *Salix veminalis*, як палива, у перерахунку на одиницю енергії (ГДж) суттєво менша вартості природного газу. Біопаливо *Salix veminalis* приблизно в 2,8 рази дешевше за природний газ. Отже, заміна природного газу в котлах на біомасу питання актуальне і перспективне.

Список літератури

[1] S.Szczukowski, M.Stolarski Wierzba energetyczna, Krakow, 2006.
[2] S.Szczukowski Wierzba – roslina energetyczna, Biblioteka praktycznego ekologa, Olsztyn, 2003.
[3] www.bape.com.pl
[4] V. M. Atamaniuk, Ya. M. Humnytskyi, M. I. Mosiuk. Zovnishnii teplo- i masoobmin pid chas filtratsiinoho sushinnia podribnenoi enerhetychnoi, 2011.

Механохімічна активація газових гідратів в присутності кластерів природних сполук

О. Светкіна[1]

1. Кафедра хімії, Національний гірничий університет, УКРАЇНА, Дніпро, пр. Яворницького, 19,
E-mail: svetkina.yelena@gmail.com.

Importance of the search and use of alternative sources of energy for the development of energy industry of future is considered. According to research results obtained kinetic hydrate dependence on the mechanochemical activation. It was found that the composite materials based on them are the catalyst in this process.

Keywords: gas hydrates, clathrates, mechanochemical activation, hydrochemical regime, hydrodynamic regime

Вступ

Одним з найбільш перспективних нетрадиційних джерел вуглеводневої сировини і енергії є газові гідрати (ГГ), що стимулює їх широкомасштабне вивчення в багатьох лабораторіях і наукових центрах в усьому світі. Зацікавленість ГГ пов'язана з можливістю їх практичного застосування: обсяги палива в вигляді ГГ складають близько 2×10^{16} м^3, що перевищує наявність вуглеводневого палива в інших видах на нашій планеті. Тому, для промислового застосування технологій зберігання або транспортування природного газу у вигляді газових гідратів, необхідно проводити фундаментальні кінетичні дослідження процесу гідратоутворення при атмосферному тиску в присутності хімічних добавок (каталізаторів, поверхнево-активних речовин і т.д.).

Основна частина

Газові гідрати відносяться до класу нестехіометричних клатратних сполук включення, які утворюються в результаті проникнення молекул одного типу (молекул-гостей) в простір, утворений молекулами іншого типу (молекулами-господарями) без встановлення хімічних зв'язків.

Метою роботи є дослідження механохімічної активації добавок-стабілізаторів в процесі утворення гідратів.

Для досягнення поставленої мети на установках, сконструйованих і діючих в ДВНЗ «НГУ» було проведено такі дослідження:

– отримання газових гідратів з метану дегазаційних свердловин вугільної промисловості з подальшим використанням їх як джерел енергії;

– механохімічна активація хімічних добавок при різних режимах у вертикальному вібраційному млині (МВВ).

У безперервному режимі матеріал з бункера-живильника поступає в помольну камеру, проходить через неї шлях L, м і далі направляється в бункер-приймач. В періодичному режимі наважка матеріалу засипається в камеру, герметично закривається й подрібнюється заданий час.

У процесі її подрібнення розриваються деякі порожнини, і це призводить до випаровування води. Найчастіше цей процес супроводжується підвищенням вологості, головним чином за рахунок збільшення поверхні, яка стикається з атмосферою, в результаті чого зростє вміст адсорбованої води. Цей ефект здатний помітно впливати на зміну складу твердої речовини. Виділення тепла в результаті вібраційного навантажування, а також часткове підвищення температури в місці удару призводить до дегідроксилювання поверхні і

супроводжується утворенням координаційно-ненасичених катіонів. Цей ефект підтверджено методами ІЧ-спектроскопії та ЯМР.

Для з'ясування ступеня кристалічності активованого гідраргілліта у порошкоподібному вигляді було знято рентгенограми, які показали перехід матеріалу з кристалічної в аморфну форму при вібраційному навантажуванні (Рис. 1)

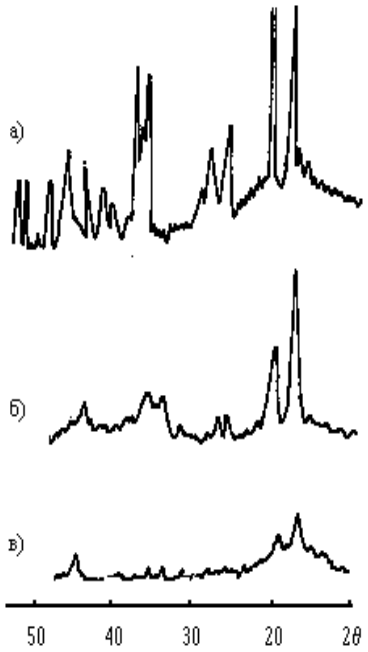


Рис. 1. Рентгенограми активованого гідроксиду алюмінію в МВВ:
а) в періодичному режимі (протягом 720 с); б) в безперервному режимі
при L = 2 м; в) в безперервному режимі при L = 3 м.

Таким чином, координаційно-ненасичені іони з напівзаповненими електронними оболонками можна розглядати як вільні валентності на поверхні. Утворення цих катіонів призводить до підвищення активності сполук. Активовані добавки з гідраргілліта додавалися у якості каталізатора гідратоутворення, що призвело до збільшення швидкості цього процесу.

Найбільш цікавим є застосування водорозчинних композиційних сполук, отриманих на основі досліджених активованих добавок. Виявлено, що при введенні цих сполук у систему «вода-газ» її в'язкість ($\eta_{уд}$/C) стає від'ємною в інтервалі концентрацій $10^{-3} – 10^{-6}$ кг / м^3, тобто стає нижче стандартної в'язкості води. Аномальний характер в'язкості водних розчинів отриманих кластерів призводить до зміни швидкості газогідратоутворення. Ступінь цього впливу визначається хімічною структурою та молярної масою полімерів. Таким чином, проведені дослідження показують, що введення водорозчинних активованих композиційних сполук змінюють швидкість газогідратоутворення за рахунок гідрохімічного і гідродинамічного режиму водних систем.

Висновки

Виявлено збільшення швидкості утворення газових гідратів за рахунок активованих добавок і композиційних сполук, отриманих на їх основі, які призводять до змін гідрохімічних і гідродинамічних режимів систем.

Сонячні теплові колектори на основі нового типу селективного покриття

Ростислав Мусій[1], Ігор Семенюк[1], Богдан Рачій[2], Андрій Коструба[3]
Василь Багрійчук[4]

1. Відділення ФХГК ІнФОВ НАН України, УКРАЇНА, Львів, вул. Наукова 3а, E-mail: rostyslav_musiy@ukr.net

2. Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій, ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», УКРАЇНА, Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57, E-mail: bogdan_rachiy@ukr.net

3. Кафедра природничих наук та захисту навколишнього середовища Львівського торгівельно економічного університету, УКРАЇНИ, Львів, вул.. Шемчука, 9, E-mail: andriykostruba@yahoo.com

4. Підприємство Картікея-Буд , УКРАЇНА, Тернопіль, вул. Острозького,4, E-mail: arbodesign@mail.ru

We manufactured solar hot air collectors and collectors for water heating based on optimal and optical performance selective coating developed by us. We found about 20 collectors in public buildings as a result of grants and own initiative.

Ключові слова –селективного покриття, сонячні теплові колектори, нагрів води, вентиляція приміщення, обігрів, сушка продуктів та матеріалів

Вступ

На сьогоднішній день збільшується тенденція до екологічності принципів життєдіяльності та зростають потреби у використанні дешевих, ефективних та екологічно чистих джерел енергії. Швидко змінюється прагнення пересічних громадян до переходу на сонячну енергію, але широкий розвиток даної галузі стримується високою вартістю таких систем, що робить їх недоступними для більшості потенційних споживачів. При сучасному значному подорожчанні енергоносіїв та різкому скороченню їх запасів перспективною є розробка нових конструкцій сонячних колекторів з високими експлуатаційними характеристиками та суттєво нижчої вартості відносно аналогів.

Сонячні теплові колектори

На основі оптимального за оптичними та експлуатаційними характеристиками селективного покриття, розробленого нами, сконструйовані сонячні теплові повітряні колектори та колектори для нагріву води (Рис. 1 і 2).

Рис. 1, 2. Фотографії сонячних колекторів власного виробництва – 1 - повітряні, 2 – для нагріву води з мідним абсорбером Розміри, мм.: 2000х1000х100.

Сонячні повітряні колектори працюють по принципу одночасної вентиляції приміщення та його обігріву. Сонячний колектор використовується для надходження у приміщення свіжого, теплого, сухого повітря, виводить вологу; вивітрює запахи; зменшує ризик виникнення гнилизни. Сонячна система ідеальна для будівель, що використовуються періодично. Можна застосовувати для дач, туристичних баз відпочинку, складів, гаражів,

пивниць, дерев'яних церков, музеїв, теплиць, сушки продуктів, матеріалів і т.д. Сонячний колектор після встановлення працює автоматично, цілком безкоштовно та цілорічно. Він живиться тільки від сонячної енергії.

Нами вже встановлено близько 20 сонячних колекторів різної конструкції на соціальних об'єктах в результаті виграних грантів і з власної ініціативи. Зокрема:

Рис. 3. Фотографія встановленних сонячних теплових повітряних колекторів в катехитичній школі с. Делятин Надвірнянського району Івано-Франківської обл. (4 шт.)

Рис. 4. Фотографія встановленних сонячних теплових повітряних колекторів у приміщенні Микуличинської спеціальної ЗОШ-школи-інтернату Яремчанського району Івано-Франківської обл. (4 шт.) згідно гранту мініпроектів «Сильна громада».

Висновки

Сонячні теплові колектори та колектори для нагріву води будуть використовуватись для проведення довготривалих випробувань в природних умовах з метою подальшого удосконалення конструкцій колекторів та для навчального процесу підготовки фахівців. Установка сонячних колекторів на вище згадані об'єкти стане основою для інформаційних та освітніх заходів, які допоможуть залучити більше зацікавлених людей до використання екологічно чистих технологій.

Енергозберігаючі автономні теплонасосні водонагрівачі

Михайло Уланов, Джамалутдін Чалаев, Микола Уланов [1]

1.Інститут технічної теплофізики НАН України, УКРАЇНА, м. Київ, вул. Булаховського 2,
E-mail: e3therm@gmail.com

The research of the domestic water heater with «air-water» heat pump carried out. Is obtained the performance characteristics of the heat pump - coefficient of performance (COP) and its efficiency is shown in comparison with traditional water heaters using electric heaters.

Ключові слова – гаряче водопостачання, тепловий насос, коефіцієнт перетворення (COP).

Вступ

В останні роки в багатьох містах України мешканці багатоповерхових будинків все частіше відмовляються від централізованого гарячого водопостачання (ГВП) і встановлюють індивідуальні електричні водонагрівачі. Це викликано погіршенням якості послуги централізованого ГВП - частими відключеннями (в ряді міст на все літо), низькою температурою, а також значним підвищенням вартості гарячої води. Використання індивідуальних електроводонагрівачі безсумнівно підвищує комфортність проживання, однак масова установка цих пристроїв може призвести до перевантаження електричних мереж, особливо в будинках старої споруди. Ефективним способом вирішення зазначених проблем є використання для нагрівання води теплонасосних установок типу «повітря-вода».

Основна частина

Тепловий насос утилізує низькопотенційну теплоту атмосферного повітря і дозволяє в 3-4 рази знизити витрату електричної енергії на нагрів води. Водонагрівачі з вбудованим тепловим насосом можуть працювати одночасно з іншими побутовими електроприладами без перевищення максимальної потужності електричних мереж і здатні видаляти вологу з приміщення, де вони працюють, особливо це актуально для приміщень ванної кімнати, їдальні, підвалу. Мале споживання електроенергії, висока енергетична ефективність і простата експлуатації теплонасосних водонагрівачів робить їх дуже привабливими для використання в багатоквартирних будинках, шкільних установах, дитячих садах, лікарнях та ін. [1].

З метою вивчення можливості виробництва подібних водонагрівачів в Україні і визначення технічних характеристик апаратів, виготовлених з використанням комплектуючих вітчизняного виробництва, нами виготовлені і випробувані дві модифікації теплонасосних водонагрівачів:

а) водонагрівач об'ємом 80 літрів з вбудованим тепловим насосом на холодоагенті R-406a;

б) водонагрівач з окремим теплонасосної агрегатом на холодоагенті R-22, підключеним по водяній лінії до серійного бойлеру на ТЕНах об'ємом 200 літрів.

У процесі випробування теплонасосних водонагрівачів вимірювалися і записувалися такі параметри: температура води в баку; електроспоживання теплового насоса; температура повітря в приміщенні; температура повітря на виході з випарника теплового насоса.

Методика експериментальних досліджень передбачала визначення величини коефіцієнта перетворення (COP) теплового насоса і отримання його робочих характеристик у вигляді залежності COP від температури нагріву води. Досліди проводилися за спрощеною методикою з одноразовим нагріванням води в баку від температури 20 °C рівноважної з навколишнім середовищем до температури 60 °C (без здійснення повного циклу тестування з проміжним відбором гарячої води, передбаченого EN 255-3 [2]).

Натурні випробування експериментальних водонагрівачів проводилися в приміщенні з температурою 20-22 °С і продемонстрували ефективну роботу теплонасосного агрегату у всьому діапазоні робочих температур.

Результати обробки експериментальних даних (таблиця 1) показала, що в процесі нагрівання води величина коефіцієнта перетворення теплового насоса (COP) плавно знижувалася від 3,6-4,0 при температурі води в баку 40 °С до 2,6-2,7 - при 55 °С.

Таблиця 1

Техніко-економічні характеристики побутових теплонасосних водонагрівачів

Модифікація водонагрівача		а) 80 літрів				б) 200 літрів			
Температура нагрівання води, ºС		40	45	50	55	40	45	50	55
Використання електричної енергії, кВт·год	ТЕН	2,50	3,00	3,50	3,95	5,81	6,98	8,14	9,30
	ТН	0,70	0,92	1,17	1,47	1,37	1,96	2,67	3,51
Коефіцієнт перетворення (COP)		3,57	3,26	2,99	2,69	4,24	3,56	3,08	2,65
Собівартість підігріву води, грн/м^3		14,7	19,4	24,5	30,9	13,2	15,7	18,3	21,1

Тариф на електричну енергію: для населення - 1,680 грн/кВт·год, для інших споживачів - 1,9228 грн/кВт·год.

За результатами дослідження запропоновано енергозберігаючі режими роботи теплонасосного водонагрівача, при яких основний водорозбір здійснюється при температурі води в баку 45-50 °С (що відповідає значенню коефіцієнта перетворення (COP) 3,1-3,5), а для протибактеріальної обробки внутрішнього об'єму резервуара вода в баку, передбачено режим періодичного прогрівання води до 60 °С.

Висновки

Використання теплонасосних водонагрівачів для гарячого водопостачання в побутовому секторі дозволяє в 3-3,5 рази знизити споживання електричної енергії на нагрів води в порівнянні з традиційними системами водонагріву на ТЕНах. Великими споживачами гарячої води є установи бюджетної сфери (дитячі садки, лікарні, поліклініки, школи та ін.). Оснащення цих установ автономними теплонасосними водонагрівачами дасть значну економію бюджетних коштів та енергоресурсів. При існуючому в даний час співвідношенні цін на електричну енергію та централізоване гаряче водопостачання термін окупності автономних водонагрівачів на основі теплового насоса не перевищує 2-3 роки.

Список літератури

[1] Ariston NUOS. Водонагрівачі з тепловим насосом. Загальний каталог.

[2] Standard Number BS EN 255-3:1997. Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors. Heating mode. Testing and requirements for marking for sanitary hot water units.

Впровадження альтернативних джерел енергії та енергоощадних технологій у селянських господарствах

Олександра Дацько[1], Анна Романів[1], Надія Параняк[1], Степан Шаповал[2]

1. Кафедра цивільної безпеки, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, tsivilnabezpeka@ukr.net

2. Кафедра теплогазопостачання і вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. С.Бандери, 12

Ukraine has a long tradition of energy frugality in individual farms. Modern farms need new technologies, including biogas installations, solar water heaters and solar dryers.

Ключові слова – особисті селянські господарства, альтернативні джерела енергії, енергоефективність, біогаз, геліонагрівник, геліосушарня.

Вступ

У 2016 році Державною службою статистики України було зареєстровано 4,1 млн. особистих селянських господарств. Такі господарства передбачають наявність житлових будинків та різних господарських споруд, де можуть розміщуватися свійські тварини й птиця, а також землі, де виробляється сільськогосподарська продукція, місця переробки продукції та інше. Для комфортних умов проживання та ведення господарства потрібна електрична енергія, приєднання до систем газопостачання, наявність водопостачання та каналізації. Селянські господарства часто знаходяться у віддалених невеликих селах чи хуторах, куди тяжко підвести всі комунікації. Тому важливим завданням є створення автономних джерел життєзабезпечення і енергопостачання.

Традиції українських господарств у енергозбереженні

У традиційній забудові господи в Україні природне середовище мало визначальне значення при плануванні обійстя на житлову і господарську частини, використання у будівництві місцевих матеріалів і при архітектурно-конструктивних рішеннях: наприклад, висоти даху будинку, для того щоб він не пошкоджувався сильними вітрами, стрімкого кута нахилу даху для швидкого стікання води при частих опадах, розмірів отворів вікон і дверей, товщини стін, тощо. Найраціональнішою орієнтацією вікон і дверей житла був південний напрямок, який забезпечував освітлення і прогрівання приміщень взимку, а влітку подовжений дах, який простягався на ґанок, захищав житлові приміщення від перегріву. Класичною будовою до XIX століття включно була «курна» хата, яка не мала димаря. Дим з печі виходив під дах заввишки до 2,5 м, де тривало стояв і зберігав тепло. Верхню частину хати використовували для сушіння одягу, дров, конопель, льону, тощо.

Господарська діяльність провадилась без відходів: соломою покривали хати, сіно йшло на корм худобі, відходами тваринництва вдобрялися угіддя.

За роки радянської влади внаслідок колективізації основні виробничі процеси перемістилися з селянського двору на колгоспний, тому українське господарство втратило багато традицій, в тому числі енергоощадних. Сучасні селянські житлові і господарські будинки потребують переосмислення старих і запровадження нових технологій.

Шляхи підвищення енергоефективності господарств

1. Тепловтрати приватних будинків розподіляються: 20-30 % через стіни, 15-25 % через вікна, 10-25 % через дах та 5-8 % через підлогу. Тому першочергово для зменшення енергозатрат потрібно утепляти житло на стадії будівництва чи при його реконструкції.

2. 30-40 % тепла з будинку губиться через системи вентиляції, коли ми «опалюємо довкілля». Запобігти втратам можна використовуючи рекуператори.

3. Використання ресурсів біомаси. Сухі відходи доцільно спалювати, отримуючи тепло, а вологі відходи сільськогосподарського виробництва, а також каналізаційні стоки можна зброджувати в реакторах з отриманням біогазу і подальшим використанням його для приготування їжі або опалення.

4. Альтернативні джерела енергії. Вітрові або сонячні електростанції, енергію малих рік можна використати для електрогенерації. Проте, за даними Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики IRENA [1], до 70 % енергії альтернативних джерел доцільно застосувати для вироблення тепла, наприклад, в системах гарячого водопостачання. Таким простим у виконанні і при експлуатації накопичувачем теплої води є запатентований комбінований гелонагрівник (рис. 1) [2].

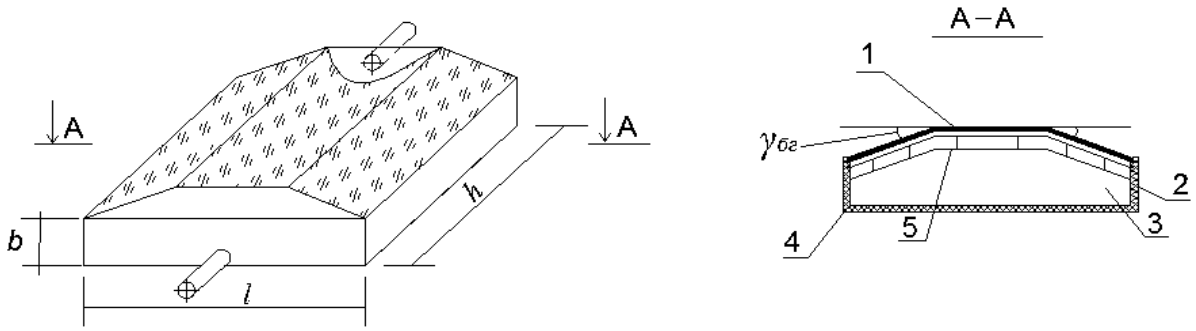


Рис. 1. Схема комбінованого геліонагрівника:
1 - прозоре покриття; 2 – корпус; 3 - внутрішній об’єм; 4 – теплоізоляція; 5 – перегородка.

5. Сонячну енергію можна використовувати не тільки для постачання, але і для підвищення якості сільськогосподарської сировини, наприклад, при сушінні сіна, грибів, квітів, плодів садівництва [3].

Для здешевлення капітальних вкладень на установки відновлювальної енергетики доцільно об’єднувати окремі селянські господарства у енергоефективні громади та кооперативи, залучати європейські кредити та використовувати «зелені» тарифи.

Висновки

У цій роботі подані шляхи підвищення енергоефективності у приватних селянських господарствах за рахунок енергоощадності та використання альтернативних джерел енергії. Розглянуті авторські конструкції геліонагрівника та геліосушарні сіна.

Список літератури

[1] REmap-2030 (2015, April). *Renewable Energy Prospects for Ukraine.* Available: https://www.irena.org/remap/IRENA_REmap_Ukraine_paper_2015.pdf

[2] S.P. Shapoval, O.T. Voznyak, O.S. Datsko, "Helionahrivnyk", Patent Ukrayiny No. 41789 UA МПК (2009) F24J 2/00, June 10, 2009.

[3] O. Datsko, V. Nyemyets, "Heliosusharnya sina", Visnyk Natsional'noho universytetu «L'vivs'ka politekhnika». - L'viv, Ukrayina, Vyd-vo NU «LP», 2000, s. 57–59.

Адсорбційні теплові насоси на базі природних цеолітів

Іван Данько, Джамалутдін Чалаєв, Олексій Шматок

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України,УКРАЇНА,
Київ, вул. Желябова, 2а, e-mail: htplab@ukr.net

Анотація – This paper presents the results of experimental studies of sorption properties of natural zeolites. The energy efficiency of using this zeolites in the sorption thermotransformation cycle is calculated. It is shown that by its characteristics natural zeolites practically does not yield to synthetic ones and can be used as working mediums of adsorption heat pumps.

Ключові слова – адсорбційний тепловий насос, природні цеоліти, клиноптилоліт, морденіт.

Вступ

З метою підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та введення в енергетичний обіг низькопотенційних джерел енергії в останні роки значну увагу почали приділяти теплоспоживаючим адсорбційним тепловим насосам і дослідженням, спрямованим на пошук нових ефективних робочих тіл для них. За допомогою адсорбційних теплових насосів можна виробляти холод, здійснювати теплопостачання, а також комбіноване вироблення холоду і теплоти.

Результати досліджень

У адсорбційному циклі процеси тепломасопереносу проходять між трьома основними апаратами: адсорбером, конденсатором і випарником. Особливості циклу визначаються чотирма температурами: температурами холодоагенту в конденсаторі і випарнику, а також температурами гідратації і дегідратації адсорбенту. Енергетична ефективність адсорбційного теплового насоса характеризується величиною теплового коефіцієнта циклу. який дорівнює відношенню теплоти конденсації і адсорбції до теплоти десорбції.

Принцип дії адсорбційного теплового насоса полягає в наступному. В найпростішій компоновці адсорбційна система складається з двох основних елементів: адсорбера-десорбера та конденсатора-випарника. На стадії десорбції адсорбент нагрівається від зовнішнього джерела теплоти. При нагріванні із адсорбенту виділяються пари холодоагенту, які надходить в конденсатор і конденсується в ньому. Теплота конденсації відводиться в навколишнє середовище (в циклі холодильної машини) або використовується корисно (в циклі теплового насоса). При переході на стадію адсорбції нагрівання адсорбенту зупиняється. При цьому сорбент охолоджується і починає адсорбувати пару з випарника при низькому тиску. Для того, щоб відбувався процес випаровування, до випарника необхідно підводити тепло. Завдяки низькому тиску в системі це тепло може бути підведено при низькій температурі з навколишнього середовища (при роботі в режимі теплового насоса) або відбиратися від охолоджуваного матеріалу (при роботі в режимі холодильної машини). Поглинання пари холодоагенту адсорбентом супроводжується виділенням теплоти сорбції, яка, відповідно, використовується корисно (теплонасосний режим) або розсіюється в навколишнє середовище (холодильний режим).

Основними показниками ефективності робочої пари є сорбційна ємність адсорбенту, температура його регенерації і теплота десорбції холодоагенту. З якісної сторони можна сказати, що чим сильніше енергія зв'язку між твердим тілом і адсорбованою молекулою, тим нижче температура, при якій зможе працювати випарник, але тим нижче буде тепловий коефіцієнт і вище температура регенерації адсорбенту.

У теплових насосах, призначених для утилізації низькопотенційної теплоти плюсової температури більш вигідним є застосування пари адсорбент-холодоагент зі слабким зв'язком

(типу "твердий поглинач-вода"), яка дозволяє отримати тепловий коефіцієнт 1,6-1,7. При мінусових температурах низькопотенційного джерела бажано застосовувати пару з більш сильним зв'язком (типу "твердий поглинач-метанол") і тепловим коефіцієнтом порядку 1,4-1,5. При більш низьких температурах (-10...-20 °С) необхідні пари з дуже сильним зв'язком (типу "твердий поглинач-аміак"), що дає тепловий коефіцієнт не більше 1,3.

Авторами проаналізовані відомі сорбційні матеріали, які застосовуються в якості робочих тіл адсорбційних теплових насосів, а також експериментально досліджені сорбційні пари: клиноптилоліт - вода (родовище Сокирниця, Закарпаття) і морденіт - вода (родовище Липча, Закарпаття).

Природні цеоліти представляють інтерес в зв'язку з доступністю (є ряд родовищ в Україні) і дешевизною. Оскільки в літературі відсутні дані про сорбційні властивості цеолітів при температурах, необхідних для розрахунку адсорбційного теплонасосного циклу, для цих сорбентів методом термогравіметрії були виміряні ізотерми адсорбції води в діапазоні робочих температур адсорбційного теплового насоса.

Робочі процеси теоретичного адсорбційного теплонасосного циклу (Рис. 1) характеризуються відрізками: AB - нагрів насиченого адсорбенту від температури сорбції до температури початку регенерації; BC - регенерація адсорбенту і конденсація десорбованих парів холодоагенту; CD - охолодження регенерованого адсорбенту до температури початку сорбції; DA - адсорбція парів холодоагенту, що утворюються при його кипінні у випарнику. Кількість холодоагенту, який бере участь в холодильному циклі, визначається по різниці вологовмісту адсорбенту в точках A і C.

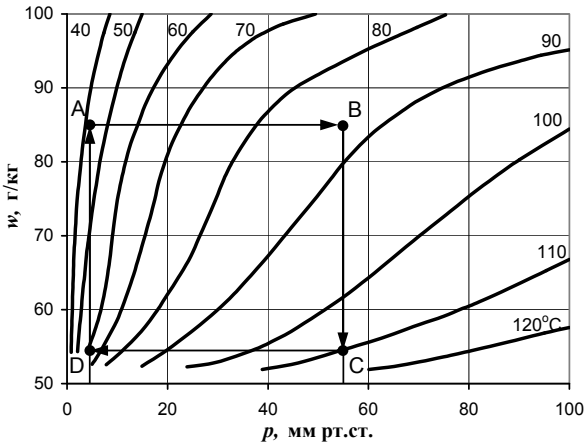


Рис.1. Цикл адсорбційного теплового насосу.

Висновки

На основі експериментально отриманих ізотерм адсорбції води для морденіта і клиноптилоліта і дослідження їх енергетичних показників в адсорбційному холодильному і теплонасосному циклах показано, що за своїми характеристиками природні цеоліти практично не поступаються синтетичним і можуть використовуватися в якості робочих тіл адсорбційних термотрансформаторів.

Подяка

Дослідження проводяться в рамках програми наукових досліджень НАН України «Ресурс-2» (проект Р 5.5).

Investigation of the efficiency of biogas treatment from hydrogen sulphide and carbon dioxide in the membrane chemisorber

Alisher Khussanov[1], Botagoz Kaldybaeva[1], Zakhangir Khussanov[1]

1. M.Auezov South Kazakhstan State University, Kazakhstan, Shymkent, Tauke-Khan Street,5,
E-mail: husanov@inbox.ru, kaldybaeva.b@mail.ru, zhakhangir@mail.ru

Abstract-The presented paper describes energy saving technology of biogas purification by microbubling method Description of a new design of microbubling equipment for gas-liquid solution and mathematical simulation of a process during chemisorption of carbon dioxide and hydrogen sulphide are presented.

Key words: biogas, tubular ceramic membranes, highly concentrated methane, unconventional energy sources, mathematical simulation, mass transfer, liquid, gas, microbubbles.

Introduction

Biological processing is not something novel nowadays. It is already widely used throughout the world, but, largely, as a way to recycle a large amount of wastes of agricultural and food industries, and as an alternative source of energy, which is one of possible solutions to a deficit of energy sources. Biogas contains methane (≈60%(vol.)) and carbon dioxide (≈40%(vol.)). Separation of components and production of highly concentrated metane is a big problem, which is still not solved [1].

Recently, scientific community of developed countries of the West, Japan produced a number of publications, reporting that during a dispersion of a gas through porous membranes microbubles are formed with dimensions of 0.5-150 μm. As a result of such small sizes, microbubbles have a number of unique properties, such as increased contact surface of interacting phases, they can be widely applied in chemical, food and pharmaceutical industries, as well as in biotechnology, medicine and unconventional energy production[2-4].

Results of research and discussion

One can distinguish two trends in the development of the theory of chemisorptions.The first trend is based on Whitman film theory and is developed in works of Van Krevelin [5] and Hatta [6]. The second trend is based on the penetration theory and consideration of no steady absorption process with continuous update of phases contact surface. This trend is developed mainly in Dankverts' works [7].

From the ratio of velocities of physical and chemical absorption one can obtain the expression for the speeding coefficient β, which shows how many times the resistance of the film decreases due to the chemical reaction, this value is also called the criterion of Hatta – Ha[8]:

$$\beta = Ha = \frac{N_A^{\prime}}{N_A} = \frac{k_x^{\prime}}{k_x} = 1 + \frac{D_A C_{Bo}}{D_B \nu_b C_{Ai}}. \quad (1)$$

Expression (1) is applicable only to a very fast irreversible reaction of the second order.

The value of output factor in the liquid phase depends on the Hatta criterion. Since $Ha = \frac{k_x^{\prime}}{k_x}$, from the results of the work it follows [8] that:

$$k_x^{\prime} = k_x Ha = k_x \frac{a\delta}{th(a\delta)} = k_x \frac{\gamma}{th(\gamma)}. \quad (2)$$

Expression $\frac{\gamma}{th(\gamma)} = Ha$ is always larger than 1 and increases with increase of γ.

In study of mass transfer from a gas bubble Higby accepted an assumption that all surface elements are located on the surface for the same amount of time, namely

$$\theta = \frac{d}{\omega}, \quad (3)$$

Where d is the diameter of the bubble; ω is the velocity of the liquid phase.

Based on the abovementioned, Higby proposed the following equation to calculate the mass transfer coefficient in liquid phase:

$$k_x = 2\sqrt{\frac{D_L}{\pi\theta}}, \quad (4)$$

Where D_L is the coefficient of molecular diffusion of the liquid, m^2/s;

Studyingthe dependence of contact time of phases on the structural characteristics of the gas-liquid layer, substituting the value of (3) to (4) we get:

$$k_x = 2\sqrt{\frac{D_L \omega}{\pi d}}. \quad (5)$$

The equation can be solved after the determination of the diameter of the bubbles in chemisorberthat we have determined in our previous studies [9,10]. Substituting the value ofthe diameter of the bubble, we'll get the equation for calculation of mass transfer coefficient in the liquid phase. Then, we'll finally have from the ratio of values of rates of physical and chemical absorption the expressions for the accelerating factor β**,** which shows how many times the resistance of film of liquid reduces due to the chemical reaction, this value is also called the criterion of Hatta. Substituting in (1) the of k_x in equation (5) we'll get:

$$\beta = Ha = \frac{k_x^L}{k_x} = \frac{1}{2} B_L \sqrt{\frac{\pi d k_2 C_B D_A}{D_L \omega}}, \quad (15)$$

Where B_L is the coefficient of proportionality, determined after processing and comparison with experimental data.

It is worth mentioning, that in a case of experiments with a membrane with 2.6 μm pores, in a case of small concentrations of alkali value of k_x^L/k_x is close to the lower boundary of inequality, which can be an indicator of errors in that zone, which are related with that a condition of pseudo-first order of reaction is not satisfied.

Conclusion

Processes of absorption and chemisorption during microbubbling in mobile liquid phase are studied. As it was noted, all presented conclusions are based on the provisions of film model of substance's transfer. At the same time, in fact, all models of mass transfer are demonstrating similar values for mass transfer coefficient for chemisorption.

Acknowledgments

The presented paper has been created with a help of grant the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan in a state program "Grant funding for research", for sub priority: "The renewable sources of energy ", on the topic "The development of technologies and simulation of process microbubbling purification of biogas with a view to obtain highly-concentrated methane from renewable sources of energy".

References

[1] Rutz, D., & Janssen, R. (n.d.).Biofuel Technology Handbook. Dipl.-Ing. WIP Renewable Energies, Sylvenstein str. Munchen, Germany. Retrieved December 26, 2014, fromwww.wip-munich.de.

[2] S. Atchariyawut, R. Jiraratananon, R. Wang. Separation of CO2 from CH4 by using gas-liquid membrane contacting process // Journal of membrane science 304 (2007) p.163-172. DOI:10.1016/j.memsci.2007.07.030

[3] M. Kukizaki, M. Goto. Size control of nanobubbles generated from SPG membranes // Journal of membrane science 281 (2006) p.386-396. DOI:10.1016/j.memsci.2006.04.007

[4] E. Unger, T.O. Matsunaga, P.A. Schumann, R. Zutshi. Microbubbles in molecular imaging and therapy // 1 April 2003 p.58-65.

[5]Krevelen, D., &Hoftijzer, P. (1958). Micro- and macro- kinetics: general introduction to the symposium.Chem. Eng. Sci., 1-2(8), 5-17.

[6]Hatta, S. (1932). On the absorption velocity of gases by liquids.Tech. Repts. Tohoku Imp. Univ., 10, 119-128

[7]Danckwerts, P. (1973). Gas-liquid reaction. Moscow: Chemistry.

[8]Yoshida F., Miura Y. Gas absorption in agitated gas-liquid contactors // Ind. Eng. Chem. -1963.- Vol. 2.- number 4.-pp. 263 - 277.

[9]A.M. Trushin, E.A. Dmitriev, M.A. Nosyrev, A.E. Khusanov, B.M. Kaldybaeva. General Method of Measurement of Velocity of Laminar Constrained Motion of Spherical Solid and Gas Particles in Liquids / Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2013, Vol. 47, No. 6, pp. 730-733. DOI: 10.1134 / S0040579513060110 © Pleiades Publishing, Ltd., 2013. Thomson Reuters Impact Factor 0.673 Springer.

[10] Kaldybaeva B.M., Khusanov A.E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Korganbayev B.N. Results of experimental researches of the energy-saving technology of biogas purification for the purpose of obtaining highly concentrated methane // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. -Almaty, 2015. -Vol. 5. Number 303 (2015). –pp.78-85

Комбінована система теплозабезпечення на базі сонячних колекторів та централізованого теплопостачання

Мирон Кузик[1], Тетяна Римар[1], Іван Наконечний[1]

2. Кафедра теплотехніки, теплових і атомних електричних станцій, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. Ст Бандери, 12, E-mail: tan_ru@ukr.net

Abstract – The scheme based solar collectors to support heating and hot water in the house, which has installed central heating.

Ключові слова – сонячна енергія, централізоване теплопостачання, гаряче теплопостачання, альтернативні джерела енергії.

Вступ

Зростання цін і дефіциту на тверде, рідке і газоподібне паливо, а також, на електроенергію змушує задуматись над ширшим використанням нетрадиційних джерел енергії. Сонячна енергія відіграє визначальну роль, як джерело теплоти і електроенергії. Сонячний колектор (СК) довів свою ефективність, свідченням чого є розміщення мільйонів колекторів на дахах будинків на всіх континентах.

Виклад основного матеріалу

В Україні використання СК гальмується дорогими цінами на них, оскільки повноцінний цикл їх виготовлення в країні відсутній. Проте подорожання енергоносіїв і приклад ефективного використання їх за кордоном неминуче зумовлять ріст їх популярності. Іншою серйозною обставиною є те, що більшість міського населення в Україні проживає в багатоповерхових будинках з централізованим теплопостанням (ЦТП). Котеджні будинки переважно обладнані котельними установками, які забезпечують тепловодопостачання і опалення в холодну пору року. Перехід на повномасштабне використання СК в цій ситуації є технічно недоцільним та дорогим заходом. Отже, необхідно орієнтуватись на поступове впровадження СК в побут, тобто на паралельне використання теплоносіїв з системи ЦТП та системи циркуляції теплоносіїв в СК. Власне розгляду можливого варіанту реалізації таких комбінованих систем на прикладі будинку, до якого підведене ЦТП, присвячена робота.

Розроблено схему установки для підтримання опалення і гарячого водопостачання (ГВП) для будинку, в якому вже підведена система ЦТП. Будинок розташований у м. Львів, який знаходиться у першій кліматичній зоні. Географічні координати Львова – 49°49' Пн.ш. Потреби по опаленню і ГВП. ГВП: споживання – 350 л/доба (проживають 7 людей, споживання гарячої води 50 л/доба для однієї особи); температура гарячої води – 50 °С; температура холодної води – 10 °С. Опалення: загальна опалювальна площа – 150 м^2; приймаємо, що все опалення здійснюється за допомогою теплої підлоги. Тобто опалення є низькотемпературним.

За результатами моделювання [2] згідно вихідних даних отримуємо, що від СК можна загально за рік покрити 60 % потреби у гарячій воді, а також 20 % у опаленні, що для СК є дуже хорошим результатом. Сумарно за рік можна покрити 32 % енергетичних потреб. Для досягнення такого результату, необхідно встановити 10 колекторів з площею 2,5 м^2 кожен. За допомогою сервісу [2] також отримуємо помісячно діаграму покриття потреб сумарно на опалення і ГВП (рис. 1). Видно, що в літні місяці ГВП енергетично повністю покривається за рахунок СК.

У розробленій схемі (рис. 2) особливістю є те, що поєднується установка індивідуального опалення на базі СК і система ЦТП за допомогою бака-акумулятора. У верхньому теплообміннику циркулює теплоносій від СК, а у нижньому – вода з системи ЦТП.

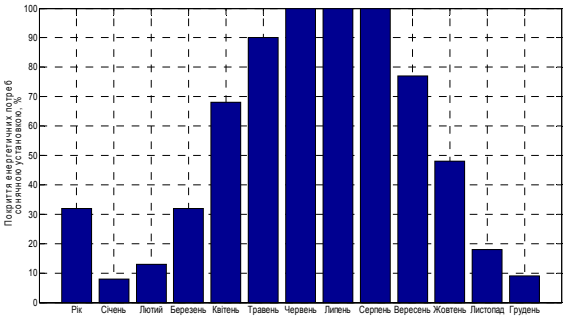


Рис. 1. Графік покриття потреб опалення і ГВП сонячною установкою

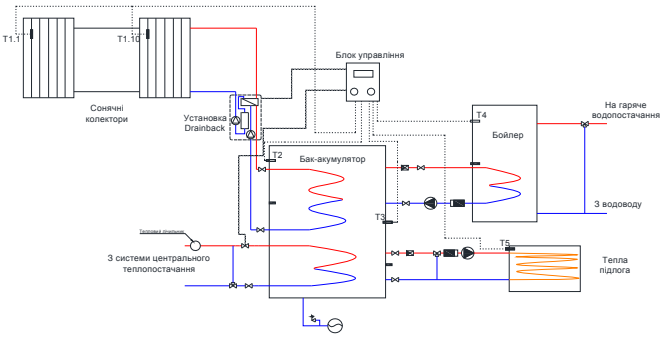


Рис. 2. Схема теплозабезпечення за допомогою СК і ЦТП

На подавальній лінії системи ЦТП, перед змішувачем, вмонтований тепловий лічильник. Трьохходовий змішуючий клапан використовується для того, щоб регулювати температуру води на вході в теплообмінник баку-акумулятора. СК під'єднуються через установку системи Drainback, яка забезпечує режим незакипання в геліосистемі. Це зроблено для того, щоб підвищити термін служби СК, та запобігти аварійній ситуації під час їх експлуатації. В основу незакипаючих геліосистем покладена технологія Drainback, суть якої полягає в тому, що за допомогою насоса спеціальна рідина циркулює через сонячну панель. Коли ж насос вимикається, рідина зливається в передбачену ємність. Таким чином, СК залишається порожнім, а кипіння рідини в колекторі виключено. Це забезпечує захист колекторів від закипання теплоносія влітку, а також гнучку систему їх використання. Нагріта вода у баці-акумуляторі поступає у бойлер непрямого нагріву, де віддає свою теплоту воді, яка йде на ГВП. Крім цього, вода з акумулятора відбирається на опалення. Все управління СК і подачею теплоносія від системи ЦТП здійснюється за допомогою блоку управління. Його вхідними даними є температура колекторів, температура в баці-акумуляторі, в бойлері непрямого нагріву, а також температура теплоносія (термопара Т5), що подається на теплу підлогу. Літом ця термопара відключається, оскільки немає потреби у опаленні будівлі.

Термін окупності такої установки орієнтовно (з врахуванням біжучих цін) не перевищуватиме 9 років, а враховуючи те, що ціна на опалення і ГВП має тенденцію до зростання, то встановлення такої установки стає все більш рентабельним. Кількість колекторів з часом може бути збільшена без особливих системних доробок установки.

Висновки

Оскільки традиційне паливо є вичерпним ресурсом, то необхідно переходити на використання нетрадиційних ресурсів. В роботі наведено розробку схеми на основі СК для підтримки опалення і ГВП в будинку, в якому вже встановлена система ЦТП.

Список літератури

[1] Y. Mysak, I. Ozarkiv. et al, *Non-conventional Sources of Energy : theory and practice:* Monograph. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii», 2013, p. 356.

[2] "Polysun Online Public", *Polysunonline.com*, 2017. [Online]. Available: http://www.polysunonline.com/PsoPublic/app/home/access. [Accessed: 21- Apr- 2017].

ECOLOGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. ENVIRONMENTAL PROTECTION

ЕКОЛОГІЯ І СТАЛИЙ РОЗВИТОК. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Кальцинований шаруватий подвійний гідроксид магнію та заліза(III) – ефективний сорбент для очищення водних середовищ від фосфат-іонів

Василь Шунков[1], Любов Пузирна[1], Галина Пшинко[1]

1. Відділ аналітичної та радіохімії, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, УКРАЇНА, м. Київ, бульв. В. Вернадського, буд. 42, E-mail: puzyrna@ukr.net

The objective of the study was to set efficiency of calcined layered double hydroxide of magnesium and iron (III) for sorption purification of aqueous media from phosphate ions. It was shown that the maximum degree of removal of phosphate ions (99,4 %) is achieved at a dose of sorbent 1 g/dm^3 and at pH values typical for natural and waste waters.

Ключові слова – очищення води, фосфат-іон, сорбція, шаруватий подвійний гідроксид.

Вступ

Фосфор – є важливим біогенним елементом, однак надмірний вміст сполук фосфору в природних водних середовищах за рахунок перевищення балансу поживних речовин викликає процеси евтрофікації водойм, що негативно впливає на гідроекосистеми та здоров'я людини. Евтрофікація призводить до деградації довкілля з втратою різноманітних видів рослин та тварин. Це зумовлює погіршення якості води. Тому наразі існує нагальна потреба у вилученні сполук фосфору із водних середовищ для гарантії екологічної безпеки водойм.

Досить перспективним методом очищення водних середовищ від фосфат-іонів є використання високоселективних аніонних неорганічних сорбентів, до яких належить клас шаруватих подвійних гідроксидів (ШПГ) або (аніонообмінних глин) [1]. Це сполуки складу $[(Me^{II})_{1-x}(Me^{III})_x(OH)_2]^{y+}\cdot[(A^{n-})_{x/n}\cdot mH_2O]$, де Me^{II} та Me^{III} – катіони в ступенях окислення 2+ та 3+, відповідно, A^{n-} – практично будь-який аніон або аніонний комплекс, mH_2O – молекули води в міжшаровому просторі [2]. Перевагою ШПГ в порівнянні з іншими шаруватими сорбентами є можливість заміщення аніонів у міжшаровому просторі без руйнування структури. Кальцинація (термічна обробка) ШПГ при 350–500 °C викликає утворення однорідної суміші подвійних оксидів. Це підвищує їх сорбційну ємність за рахунок збільшення кількості активних основних центрів.

Мета даної роботи – визначення ефективності сорбційного вилучення фосфат-іонів з водних середовищ кальцинованою формою ШПГ магнію та заліза(III).

Методика експерименту

Дослідження проводили із зразками синтетичного сорбенту – кальцинованої форми Mg/Fe(III)-ШПГ зі співвідношенням $[Me^{II}]/[Me^{III}]$ у структурі бруситового шару, рівним 2. Сорбційний матеріал отримували шляхом термічної обробки при 400 °C протягом 2 год вихідної карбонатної форми Mg/Fe(III)-ШПГ.

Для приготування водних розчинів фосфат-іонів використовували відповідну сіль KH_2PO_4 "хч". Початкова концентрація фосфат-іонів у досліджуваних модельних розчинах становила 50 мг/дм^3.

Для приготування водних розчинів сульфатів, гідрокарбонатів та хлоридів використовували їх солі Na_2SO_4, $NaHCO_3$ та NaCl "хч"

Сорбційні експерименти проводили в статичних умовах при інтенсивному струшуванні суспензії протягом 4 год (об'єм водної фази – 50 см^3, наважка сорбенту – 0,025–0,100 г, фракція сорбенту – ≤0,25 мм).

Після сорбції водну фазу відокремлювали центрифугуванням (5000 об/хв). Залишкову концентрацію фосфат-іонів визначали спектрофотометричним методом при довжині хвилі λ=720 нм, застосовуючи реакцію утворення гетерополікомплексної сполуки фосфату з молібдатом амонію у присутності солей стибію, що при відновленні аскорбіновою кислотою забарвлюється у синій колір. Нижня межа визначення складала 0,02 мг PO_4^{3-}/дм^3.

Результати та їх обговорення

Сорбційне вилучення фосфат-іонів із водних середовищ кальцинованою формою Mg/Fe(III)-ШПГ залежить від впливу різних факторів. Нами встановлено, що практично повне поглинання зазначених аніонів (ступінь вилучення складає 99,0–99,6 %) відбувається у широкому діапазоні pH вихідного розчину 3,0–9,0. Крім того, спостерігається зсув значень pH після сорбції в лужну області (10,1–10,9).

Отримано ізотерму сорбції фосфат-іонів на кальцинованій формі Mg/Fe(III)-ШПГ та, виходячи з рівняння Ленгмюра, розраховано граничне насичення – 90,9 мг/г.

Досліджено вплив тривалості контакту твердої і рідкої фаз (0,5–24 год) на ступінь вилучення фосфат-іонів з водного розчину. Максимальне сорбційне вилучення (99,6 %) відбувається протягом 4 год, після чого досягається рівновага і сорбована кількість досліджуваного аніону не змінюється.

Очевидно, що основними механізмами вилучення фосфат-іонів з водних розчинів кальцинованою формою Mg/Fe(III)-ШПГ є електростатична взаємодія зазначених аніонів із зовнішньою позитивно зарядженою поверхнею бруситоподібних шарів вказаного сорбційного матеріалу, комплексоутворення з гідроксильними групами на його поверхні та іонний обмін у міжшаровому просторі.

Конкуруючий вплив на ступінь вилучення фосфат-іонів можуть здійснювати гідрокарбонат-, сульфат-, хлорид-аніони, що входять до складу природних та стічних вод. Тому нами досліджено вплив концентрації даних макрокомпонентів на сорбцію фосфат-іонів з водних розчинів на кальцинованій формі Mg/Fe(III)-ШПГ. Встановлено, що при концентрації до 200 мг/дм^3 гідрокарбонат-, хлорид- та сульфат-аніони практично не знижують ступінь вилучення фосфат-іонів.

Для визначення оцінки ефективності вилучення фосфат-іонів з водних розчинів (pH 6,0) досліджено сорбцію вказаного аніону при різних дозах сорбенту (0,5–3,0 г/дм^3). Встановлено, що вже для дози 1 г/дм^3 характерний максимальний ступінь вилучення фосфат-іонів з водного розчину, що складає 99,6 %.

Висновки

У роботі показано високу селективність досліджуваного кальцинованого ШПГ магнію та заліза(III) по відношенню до фосфат-іонів, що дозволяє рекомендувати зазначений сорбент для практичного використання при очищенні значних об’ємів вод, забруднених фосфат-іонами.

Список літератури

[1] J. Das, B. S. Patra, N. Baliarsingh, K. M. Parida, “Adsorption of phosphate by layered double hydroxides in aqueous solutions,” Appl. Clay Sci., vol. 32, no. 3-4, pp. 252-260, May 2006.

[2] F. Cavani, F. Trifiro, A. Vaccari, “Hydrotalcite-type anionic clays: preparation, properties, and applications,” Catal. Today, vol. 11, no. 2, pp. 173-301, Dec. 1991.

Використання різних типів генераторів кавітації для зменшення величини забруднення стічних вод підприємств харчової промисловості

Наталія Бернацька[1], Ірина Типіло[1]

[1] Кафедра загальної хімії Національний університет «Львівська політехніка» С. Бандери, 12, Львів, УКРАЇНА, maksymiv.natali@gmail.com

Abstract. There has been investigated the effectiveness of wastewaters treatment by means of ultrasonic and vibration response cavitation. The application of the vibration and cavitation equipment produces the same effects as in case of ultrasonic cavitation, but it is economically reasonable to use vibration response low-frequency cavitators.

Ключові слова – акустична кавітація, очищення води, кінетика реакції, біологічне забруднення, хімічне споживання кисню, кавітатори.

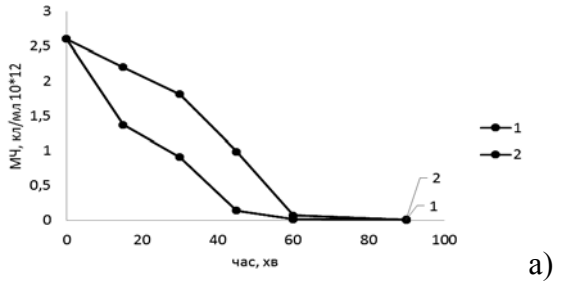
Вступ

Інтенсифікація виробничих процесів, а також вирішення проблем енерго- та ресурсозбереження останнім часом набуває все важливішого значення. Одним з найбільш ефективних способів досягнення високих технологічних результатів при обробленні рідких гетерогенних систем є імпульсні впливи на оброблювані середовища [1-3]. Як показує аналіз типових технологічних схем і відповідного обладнання, більшість процесів в харчовій промисловості є енерговитратними та потребують використання сучасних методів інтенсифікації технологічних процесів. До таких методів відносять явища, що супроводжують кавітацію [4, 5].

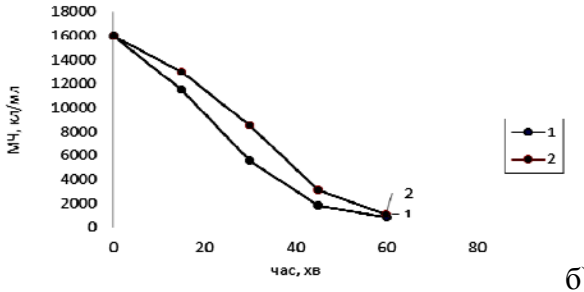
Нами були проведені дослідження впливу кавітації на стічну воду пивоварні, дріжджового виробництва (ЗАТ «Ензим»), дріжджових лізатів з різними початковими значеннями мікробного числа ($МЧ_0$) та різноманітними типами органічних та біологічних забруднень. Досліди з окиснення домішок у воді природних водойм проводили при T=298 К і $p=1\cdot10^5$ Па, підбираючи однакові умови експерименту для проведення процесу як в ультразвуковому полі, так і при застосування віброкавітації.

Результати досліджень та їх обговорення

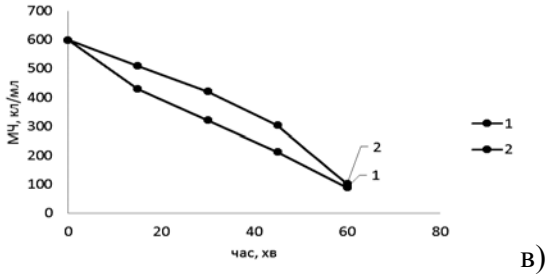
Зменшення МЧ стічних вод пивоварні, дріжджового виробництва, дріжджових лізатів задовільно описується рівнянням реакції першого порядку і відрізняються тільки константами розкладу (рис. 1, а,б,в, табл.).



а)



б)



в)

Рис. 1 (а, б, в) Кінетичні криві зміни МЧ дріжджових розчинів, отриманих з чистої культури а), стоків дріжджзаводу б) і пивоварні в) при застосуванні віброкавітації (1) та при обробці ультразвуком (2), віднесені на 100 Вт електричної потужності. Температура 20^0С, частота 37 Гц

Константи розкладу клітин дріжджів у розчинах отриманих чистої культури, стоків дріжджзаводу і пивоварні підчас застосування віброкавітації та обробки ультразвуком, віднесені на 100 Вт електричної потужності. Температура 20^0С, частота 37 Гц

Таблиця 1

МЧ, кл/мл	Віброкавітація	УЗ кавітація
600	0,0342	0,0343
16000	0,0594	0,0563
$2,6*10^{12}$	0,0878	0,0819

Отримані нами результати показують, що зменшення величини ХСК в часі відбувається як підчас обробки води ультразвуком, так і при використанні віброкавітації.. Вже за 1 годину обробки при частоті 50 Гц ступінь руйнування живих клітин дріжджів сягає 99,8%, що є задовільним показником для технологічного впровадження. Однак час обробки суттєво залежить від частоти. Нами встановлено, що найбільшого ефекту досягнуто при частоті 37 Гц. Ця частота є резонансною, при якій досягається максимальний результат при мінімальній витраті енергії, що потрібна для збурення кавітації, тобто частота коливань дек кратна або рівна частоті коливань зародків кавітації. Тому оптимальною частотою є 37 Гц. На рис. 1 (а, б, в) показано, що застосування віброкавітаційного пристрою дає аналогічний ефект як і при УЗ кавітації. Але якщо проаналізувати затрати електричної енергії на створення процесу кавітації, то УЗ генератор споживає 1,4 кВт, а випромінює тільки 100 Вт, що пов'язано із втратами енергії при перетворенні електричної енергії в магнітне поле, а його – у механічні коливання магнітостріктора. Віброкавітатор споживає 800 Вт і випромінює також близько 800 Вт (к.к.д. приблизно 98%). Підвищення коефіцієнта корисної дії у цих кавітаторах досягають завдяки експериментальному підбору частот коливань дек-збурювачів кавітації, наближеними до кратних резонансу частот коливань зародків кавітації. Це здійснюють за допомогою приладу для досліджень частот коливань наявних у рідинах зародків кавітації, кратних резонансним. Тому економічно доцільно для збурення кавітації використовувати віброрезонансні низькочастотні кавітатори.

Висновки

1. Встановлено, що зменшення мікробного числа стічних вод як при застосуванні ультразвукової кавітації, так і при застосуванні віброкавітатора описується рівнянням реакції першого порядку і відрізняються тільки константами розкладу.
2. Досліджено ефективність віброкавітаційної обробки при очищенні стічних вод з різною концентрацією біологічного забруднення при різній частоті коливань дек-збурювачів кавітації. Найбільшого ефекту досягнуто при частоті 37 Гц.
3. Показано, що застосування віброкавітаційного пристрою дає аналогічний ефект як і при УЗ кавітації. Проте, к..к.д. віброкавітатора становить приблизно 98%, тому економічно доцільно для збурення кавітації використовувати віброрезонансні низькочастотні кавітатори

Список літератури

[1] V. Goncharuk, V. Malyarenko, V. Yaremenko, : Journal of Water Chemistry and Technology, 2008, Vol. 30, №3, pp. 137–150.
[2] Y. Chisti: Trends in Biotechnology, 2003, Vol. 21, № 2,pp. 4–6.
[3] S. Nasseri Environmental Health Science Engeneering, 2006, Vol. 3, № 2, pp. 109–116.
[4] K.M. Kalumuck: Fifth International Symposium on Cavitation, 2003, November 1-4, pp. 12.
[5] T. Mason, A. Cobley. J. Graves: Ultrasonics Sonochemistry, 2011, Vol. 18, pp. 226–230.

Екобезпечний сталий розвиток трансформаційного суспільства

Інна Попова[1], Лариса Мазур[2], Світлана Ковальова[3]

1. Кафедра органічної хімії, Національний університет харчових технологій, УКРАЇНА, м.Київ, вул.Володимірська, 68, E-mail: ivpopova@bigmir.net
2. Кафедра органічної хімії, Національний університет харчових технологій, УКРАЇНА, м.Київ, вул.Володимірська, 68, E-mail: mazur8@mail.ru
3. Кафедра органічної хімії, Національний університет харчових технологій, УКРАЇНА, м.Київ, вул.Володимірська, 68, E-mail: sval_kov@ukr.net

The relevance of research issues ecosafety due to practical needs, the task of finding ways and resources to solve environmental problems, which in Ukraine is extremely serious. Among a number of priority objectives are: the definition of «ecosafety development» (its content and components); the human factor in the system ecosafety development; environmental consciousness as the basis ecosafety activity.

Ключові слова – екобезпека, сталий розвиток, трансформаційне суспільство, стан довкілля, умови життя.

I. Визначення поняття екобезпечного розвитку

Виникнення ідей екобезпечного розвитку пов’язано з актуалізацією екологічної проблематики у другій половині XX ст. Так, вже на Першій Всесвітній конференції ООН з навколишнього середовища, що відбувалася у Стокгольмі у червні 1972 р., її генеральний секретар Моріс Стронг вперше сформулював поняття екорозвитку, розуміючи його як екологічно орієнтований соціально-економічний розвиток, за якого зростання добробуту людей не супроводжується погіршенням стану довкілля і деградацією природних систем [1].

На цій конференції було прийнято «Декларацію про охорону навколишнього середовища», в якій зокрема формулювалися п’ять принципів екорозвитку:

1. Людина має право на сприятливі умови життя у навколишньому середовищі.
2. Природні ресурси Землі і особливо репрезентативні зразки природних екосистем мають бути збереженими на благо теперішнього та майбутнього поколінь.
3. Повинна підтримуватися здатність Землі відтворювати життєво необхідні ресурси.
4. Людина несе особливу відповідальність за збереження і розумне управління продуктами живої природи і її середовища, що має бути покладено в основу планування економічного розвитку.
5. Непоправні ресурси Землі повинні використовуватися таким чином, щоб забезпечити їх захист від вичерпання в майбутньому.

У тому ж 1972 р. з’являється відома доповідь Римському клубові «Межі зростання».

Її автори Д.Мідоуз, Д.Мідоуз та Й.Рандерс за допомогою комп’ютерної моделі World3 провели дослідження довгострокових наслідків глобальної тенденції зростання населення, промислового і сільськогосподарського виробництва, споживання природних ресурсів та забруднення довкілля. В підсумку робився висновок, що зростання населення і виробництва взаємно прискорюють одне одного, надають йому експоненціальний характер, виводять із стану рівноваги всю глобальну систему, результатом чого буде екологічний колапс. Вихід з такої ситуації автори доповіді пов’язували зі станом «глобальної рівноваги» [2].

Як зазначають Д. Мідоуз, Д. Мідоуз та Й. Рандерс, з технічної і економічної точок зору шанси на майбутнє має суспільство, здатне зберігати стійкість за рахунок розумного обмеження використання своїх внутрішніх ресурсів. Перехід до нього потребує ретельно зваженого поєднання довгострокових і короткострокових завдань, акценту на самодостатність, справедливість і якість життя, а не на кількісне зростання промислового виробництва. Проте, хоча технічно і економічно перехід до розумно обмеженого використання наявних ресурсів цілком можливий і навіть не пов’язаний з великими труднощами, на цьому шляху можуть виникнути психологічні й політичні бар’єри, здолати які буде нелегко.

ІІ. Концепція стійкого розвитку

Концепція стійкого розвитку може бути прояснена за допомогою двох основних ознак: антропоцентричного і біосфероцентричного. Перший вказує на виживання людства (країни) і здатність (можливість) його подальшого безперервного (стійкого), безперервно довгого розвитку; другий пов'язаний із збереженням біосфери як природної основи всього життя на Землі, її стійкості на тлі еволюції, з тим, щоб подальший розвиток людства не відбувався в екофобной формі . У такому ключі поняття стійкого розвитку може бути визначене як форма соціоприродного розвитку, яка забезпечує виживання і безперервний прогрес суспільства і не руйнує природне довкілля. Реалізація стратегії стійкого людського розвитку передбачає досягнення низки цілей та завдань, серед яких можна виділити три рівні: генеральна мета – збереження людської цивілізації та її прогресивний розвиток; забезпечувальні цілі – збереження умов, в яких може існувати і розвиватися людство; підтримувальні цілі – збереження біосфери та локальних екосистем, які підтримують умови існування людства. Отже, екобезпечний розвиток представлений різноманітними моделями та концепціям (концепції «меж зростання», «органічного зростання», «стійкого (сталого) розвитку», «зеленої економіки»), метою яких є пошук гармонії у відносинах між суспільством та природою, баланс між потребами соціально-економічного розвитку та збереженням природних ресурсів, що передбачає обмеження їх споживання, відповідальне ставлення до стану довкілля, пошук нових технологій, які мінімізують шкідливий вплив на природне середовище. Провідною ознакою сьогоднішнього світу, що найбільш виразно характеризує його становище, є докорінні трансформації. Рушійною силою цих трансформацій узагальнено можна визначити досягнення певної граничної межі у накопиченні кількісних змін у світі за чим має відбутися формування якісно нових світових реалій. Мова йде не лише про оптимальне використання обмежених природних ресурсів та застосування дружніх до екології технологій, але й зміни установки на безмежне збільшення споживання притаманної для домінуючої у світі постіндустріальної суспільно-економічної моделі. Але в суспільстві, що трансформується, можливий парадокс, коли перетворення не приводять до реальних суспільних змін. Якщо в стабільному суспільстві зміни відбуваються постійно і воно є дійсно динамічним, то в суспільстві, що трансформується, неврегульовані зміни обумовлюють нединамічний процес.

Таким чином, трансформаційне суспільство може бути середовищем екобезпечного розвитку лише за умов, що цей розвиток буде сталим. У сучасній управлінській науці під безпекою розуміють стан, за якого з достатньою вірогідністю виключено вияви небезпеки. Під небезпекою розуміють процеси, явища, властивості предметів, об’єкти, що здатні у певних умовах завдавати шкоди, тобто будь-які явища, що загрожують життю та здоров’ю людини. Держава і представники громадянського суспільства покликані встановити систему законів, прав і відповідальності, розробити комплекс механізмів, імплементованих у ринкові і жорстко контролювати виконання затверджених вимог.

Список літератури

[1] T.A. Akimova, V.V. Khaskin, “Osnovy ekorazvitiya: uchebnoe posobie”, Moscow: Russian academy of economy, 1994.

[2] D. Mydows, D. Mydows, Y.Runders “ Za predelami dopustymogo: globalnaya katastrofa ili stabilnoe budushee?”, *Novaya postindustrialnaya volna na Zapade: Antologiya*, Moscow: Academia, 1999, pp. 572-595.

Способи моделювання адсорбційних процесів очищення стічних вод

Ігор Петрушка[1], Олександр Мороз[2], Катерина Петрушка[3]

1. Кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. Генерала Чупринки 130, petim@ukr.net
2. Інститут екології, природоохоронної діяльності та туризму ім. В. Чорновола, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. Генерала Чупринки 130, olekxmoroz@gmail.com
3. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, пл. Св. Юра 3/4, katerynapetr92@gmail.com

Summary - established parameters of adequacy of mathematical model of diffusion processes in the "liquid-solid phase" in the calculation of effective internal and external factors using diffusion theory of isotropic turbulence and dependencies Wilkie-Chang. Internal diffusion kinetics adsorption process pollutants from wastewater by natural dispersed sorbents based on gel models.

Keywords - mathematical model, diffusion, adsorption, natural sorbents, wastewater.

Вступ

Катастрофічне зменшення придатного до використання водно-ресурсного потенціалу держави внаслідок техногенного впливу, спричиненого не тільки недосконалістю роботи очисних споруд але і розширенням спектру взаємно-розчинних полютантів, обумовлює необхідність створення прогнозованого підходу до вирішення даної проблеми. На теперішній час широко застосовуються сорбційнійні технології очищення забруднених рідинних середовищ. Важливу нішу при цьому займають питання моделювання та прогнозування технологічного процесу з врахуванням не тільки фізичних властивостей сорбентів а і кінетики дифузійних процесів, що дозволяє вибрати оптимальні параметри очищення забруднених рідинних середовищ з врахуванням селективної здатності сорбентів.

Якщо час циклу адсорбції є значно коротшим від часу дифузії в частинках адсорбенту, проблематичним стає використання відомих кінетичних рівнянь адсорбції, які описують процес з достатньо довгим часом насичення адсорбенту. Окрім цього, з огляду на невеликий ступінь насичення адсорбенту за короткий час, дифузійний опір в частинці може бути настільки малий, що найбільш значний опір створюється в зовнішньодифузійній області. Це спричиняє необхідність прийняття до уваги саме цього параметру в кінетичних рівняннях.

Експлуатаційні властивості неорганічних сорбентів в значній мірі залежать не тільки форми елементарної частинки та форми кристалічної решітки, але і розподілу пор в залежності від гранулометричного складу. Дослідження кінетики сорбційних процесів базується на стадіях, які розділені між собою в часі і просторі.

Мета роботи

Розрахувати ефективні коефіцієнти зовнішньої та внутрішньої дифузії процесу адсорбції забрудників з стічних вод природним сорбентом з метою прогнозування степені сорбції шляхом порівняльного аналізу експериментальних та розрахункових коефіцієнтів масовіддачі.

Виклад основного матеріалу

Для визначення лімітуючої стадії процесу сорбції необхідно визначити ефективні коефіцієнти внутрішньої та зовнішньої дифузії в системі «рідина-тверда фаза» з врахуванням коефіцієнтів масовіддачі за величиною числа Біо.

Нами проведені теоретичні розрахунки ефективних коефіцієнтів внутрішньої дифузії з врахуванням коефіцієнта заповнення пор в природних сорбентах та числа Фур'є на прикладі прямих барвників в залежності від гідродинаміки процесу на основі розробленої математичної моделі:

$$D_{вн} = \frac{tg\alpha\, R^2}{\mu_1^2} * \frac{1-\varepsilon_p}{\varepsilon_p} * \frac{\rho_S\, q_0}{C_0} \quad (1),$$

де: α – коефіцієнт заповнення пор адсорбенту $\alpha = \frac{Vc_0}{mq_0} = \frac{V}{mK}$; μ - корені характеристичного рівняння; R- радіус частинки, м; ρ_s- густина твердої пористої фази, кг/м^3; ε_p- пористість частинки.

Розрахунок коефіцієнта зовнішньої дифузії базувався на не класичному підході до вирішення даного питання а на можливості використання теорії локальної ізотропної турбулентності для апаратів з механічними пристроями для випадку розчинення твердих частинок, розміри яких перевищують товщину дифузійного пограничного шару.

Згідно цієї теорії коефіцієнт масовіддачі β_p дорівнює:

$$\beta_p = 0{,}267 \cdot (\varepsilon_0 \cdot \nu)^{\frac{1}{4}} \cdot Sc^{-\frac{3}{4}} \quad , \quad (2)$$

де ε_o – питома енергія дисипації, $\varepsilon_0 = \frac{N}{\rho \cdot V}$; ν - кінематична в'язкість рідини, м^2/с, ; $Sc = \frac{\nu}{D}$ - число Шмідта; D - коефіцієнт дифузії забрудника в розчині, м^2/с.

Потужність на перемішування визначали за стандартною залежністю:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d_м^5 \;., \quad (3)$$

де: K_N - коефіцієнт перемішування, який залежить від числа Рейнольдса; ρ – густина рідини кг/м^3 ; $d_м$ - діаметр мішалки, м; n – кількість обертів мішалки, 1/с.

Коефіцієнт дифузії забрудника в розчині визначали за залежністю Уілкі і Чанга:

$$D_p = 7{,}4 \cdot 10^{-8} \frac{T(x \cdot M_{води})}{\mu \cdot \upsilon^{0,6}} \quad , \quad (4)$$

де: T – температура, К; x – початкова концентрація забрудника у воді, г/дм^3; $M_{води}$ - молекулярна маса води; μ - динамічний коефіцієнт в'язкості води, Па*с; ν - об'ємна молекулярна маса забрудника, см^3/моль.

Перевірка адекватності математичної моделі проводилась з використанням рівняння Фроесслінга:

$$Sh = 2 + 0{,}552 \cdot (Re)^{\frac{1}{2}} \cdot Sc^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

Таким чином встановлені залежності можуть бути рекомендовані для прогнозування дифузійних процесів на дрібнодисперсній фракції сорбенту, що протікає у внутрішньодифузійній та зовнішньодифузійній області.

Emission of PM-bound PAHs from selected types of barbecues as a lung cancer risk factor

Artur J Badyda[1], Kamila Widziewicz[2], Wioletta Rogula-Kozłowska[2,3], Grzegorz Majewski[4], Izabela Jureczko[2], Anna Gayer[1], Dominika Mucha[1], Piotr Dąbrowiecki[5]

1. Faculty of Building Services, Hydro- and Environmental Engineering, Warsaw University of Technology, POLAND, 00-653 Warsaw, Nowowiejska 20, E-mail: artur.badyda@pw.edu.pl

2. Institute of Environmental Engineering, Polish Academy of Sciences, POLAND, 41-819 Zabrze, Marii Skłodowskiej-Curie 34, E-mail: kamila.widziewicz@ipis.zabrze.pl

3. The Main School of Fire Service, Faculty of Fire Safety Engineering, POLAND, 01-629 Warsaw, Słowackiego 52/54, E-mail: wrogula@sgsp.edu.pl

4. Faculty of Civil and Environmental Engineering, Warsaw University of Life Sciences, POLAND, 02-776 Warsaw, Nowoursynowska 159, E-mail: grzegorz_majewski@sggw.pl

5. Central Clinical Hospital of the Ministry of National Defense, Military Institute of Medicine, POLAND, Szaserów 128, 04-141 Warsaw, E-mail: pdabrowiecki@wim.mil.pl

Epidemiological evidence indicate that exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) consumed with grilled meat might be hazardous for health. We used 3 different types of fuel. 16 PAHs congeners were measured. PAHs exposure to charcoal briquettes incicenration products was even 10,000 higher than in case of gas grill.

Keywords – Barbecue, grill, lump charcoal, charcoal briquettes, propane, inhalation exposure, particulate matter, polycyclic aromatic hydrocarbons, Monte Carlo simulation.

Introduction

Epidemiological evidence indicate that exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) consumed with grilled meat might be hazardous for human health. In scientific literature however there is still lack of data concerning inhalation exposure to those compounds which are present in the barbecue exhausting gases. The main goal of the present analysis was to assess the possible cancer risk from the exposure to PM-bound PAHs generated during barbecuing. The comparison of the risk, which can be experienced during te grilling process depending on the type of fuel used for its powering, will also be presented.

Materials and methods

The investigation was completed with the use of 3 different types of fuel: liquid propane (LP) gas, lump charcoal (LC) and charcoal briquettes (CB). The measurement was carried out using 6 Gilian aspirators, 3 of which were equipped with an adsorbent for the extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the gas phase, while the other three in a previously weighed quartz filter that was designed to separate from exhaust gases the respirable particulates ($PM_{2.5}$) containing PAHs. In the normal course of grilling $PM_{2.5\text{-}100}$ and $PM_{2.5}$ were collected. Than 16 polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) congeners were extracted from PM samples and measured quantitatively using GC chromatograph. Two measurement cycles were performed: the first one using empty grills, ie. without food and the second with food (identical set of food on each type of grill). Data concerning PAHs contents in PM was further used to calculate its size dependent deposition in different compartments of human respiratory tract using multiple path particle dosimetry (MPPD) model. Finally a probabilistic risk model was developed to assess the incremental lifetime cancer risk (ILCR) faced by people exposed by breathing to carcinogenic PAHs.

Results

Combustion of gaseous fuel (not containing polycyclic aromatic hydrocarbons) and incineration temperature in the gas grill (about 200°C) was not favorable for PAHs formation both in the solid phase and in the gas phase. Hence, none of the 16 of anayzed PAHs was present in the exhausting gas from this type of barbecue. The effects of fuel type on the formation of 16 different PAHs indicate a significant increase in PAH concentrations in case of grill powered by charcoal briquettes. The total concentration of PAHs (ΣPAH) ranged from <0.0001 (gas grill) to 21.53 $\mu g/m^3$ (grill powered by charcoal briquettes).

The daily exposure doses of $PM_{2.5}$ bound-BaP_{eq} for typical grill master while grilling meat was 326.9 ng/day for LC, 401.6 ng/day for CB and 0.04 ng/day for LP powering. The effect of exposure to PAHs emitted from charcoal briquettes was even four order of magnitude higher than in case of gas grill. The inhalation-ILCR followed a lognormal distribution with a geometric mean of 5.57×10^{-5} in case of exposure to $PM_{2.5}$-bound PAHs emitted by unloaded gas grill and even 5.77×10^{-1} when grilling food above the charcoal briquettes. The risk for people who inhaled barbeque emission gases for 5 hours a day, 20 days a year exceeded 10^{-3} (which is the US Environmental Protection Agency acceptable level), suggesting high probability of cancer occurrences due to PAHs exposure.

Conclusion

The investigation shows that charcoal briquettes are most dangerous concerning inhalation exposure to PAHs from barbecue exhausting gases. To protect against such risks it is recommended that maximum daily exposure time for adult consumers should be less than 1 hour.

References

[1] Badyda A, Grellier J, Dąbrowiecki P. Ambient $PM_{2.5}$ Exposure and Mortality Due to Lung Cancer and Cardiopulmonary Diseases in Polish Cities (2016). Advances in Experimental Medicine and Biology 944:1-9

[2] Badyda A., Widziewicz K., Rogula-Kozłowska W., Majewski G, Jureczko I. Inhalation exposure to PM-bound policyclic aromatic hydrocarbons released from barbecue powered by gas, lump charcoal and charcoal briquettes (2017). Advances in Experimental Medicine and Biology – in press

[3] Chen SC, Liao CM, Health risk assessment on human exposed to environmental polycyclic aromatic hydrocarbons pollution sources (2006). Sci Total Environ 366(1):112–123

[4] Farhadian A, Jinap S, Abas F, Sakar ZI. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled meat (2010). Food Control, 21(5):606–610

[5] Kozielska B, Rogula-Kozłowska W, Polycyclic aromatic hydrocarbons in particulate matter in the cities of Upper, Silesia (2014), Waste Management and Environmental Protection, 16(2):75-84

[6] Widziewicz K. and Loska K. (2015) Metal induced inhalation exposure in urban population: A probabilistic approach. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2015.12.061

Дослідження взаємодії гумінових кислот і їх натрієвих солей з йонами міді, кобальту

Л.П. Олійник[1]

1. Кафедра загальної хімії,Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА,вул. Ст. Бандери, 12, 79013 Львів,olijnik.lilianna @gmail.com

Work is devoted to the study of interaction of humic acids and their sodium salts with ions of Cu(II), Co(II) at pH values from 3 to 6. Study was conducted by methods of potentiometric titration and spectrophotometry.

Ключові слова- гумінові кислоти, йони міді, кобальту, йони важких металів, полідентатні ліганди.

Методом потенціометричного титрування і спектрофотометрично досліджено взаємодію гумінових кислот і їх натрієвих солей з йонами Cu(II),Co(II) при значеннях pH від 3 до 6. Показано, що гумінові кислоти і їх солі зв'язують йони двохзарядних перехідних металів в водному розчині кислотністю від 3 до 5 pH. Кількість зв'язаного йону металу збільшується з ростом pH середовища від 4.0 до 4.6.

Гумінові кислоти являються основним органічним компонентом грунту і представляють собою полідентатні ліганди, які містять карбоксильні, гідроксо- і аміногрупи. Переважаючий вміст карбоксильних груп в гумінових кислотах сприяє зв'язуванню катіонів металів, зокрема йонів важких металів. Тому дослідження впливу середовища і взаємодія гумінових кислот з йонами металів є важливим з екологічної точки зору. Дослідження взаємодії іонів двохзарядних металів з гуміновими кислотами показало, що кількість зв'язаного металу залежить від його природи. Кількість зв'язаних йонів свинцю і кадмію збільшується практично лінійно з ростом їх концентрації в воді, тоді як зв'язування йонів цинку проходить через максимум. Йони металів утворюють хелатні сполуки з фрагментами гумінових кислот, які містять карбоксильні і аміногрупи. Концентрація йонів міді(II), зв'язаних з гуміновими кислотами зростає з збільшенням початкової концентрації солей міді у воді і pH середовища (1,2).

Методом потенціометричного титрування і спектроскопічно досліджено взаємодію гумінових кислот з йонами міді (II), кобальта (II) при значеннях pH середовища від 3 до 6.,

Показано, що розчинність гумінових кислот у воді залежить від величини pH і зростає з збільшенням pH середовища від 3 до 8, досягаючи максимуму. Зменшення pH нижче 3 приводить до незначного збільшення розчинення, що очевидно обумовлено наявністю аміногруп в її структурі.

Гумінові кислоти в водній дисперсії володіють йонообмінними властивостями. При змішуванні їх дисперсії з розчином NaCl або $CaCl_2$ величина pH дисперсії помітно знижується. Значення pH розчину після відділення осаду гумінових кислот близьке до величини pH дисперсії. Це вказує про зв'язок йонів металу частинками гумінових кислот.

Гумінові кослоти і їх солі зв'язують йони двохзарядних перехідних металів в водному розчині кислотністю від 3 до 5 pH. Кількість зв'язаного йону металу збільшується з ростом pH середовища від 4.0 до 4.6.

[1] Ricca G., Pastorelli C., Severini F., The role of humic substance in the ecosystems and in inveronmental protection, Eds J.Drozd, S.S.Gonet, N.Senesi, J.Weber. Wroclaw: PTSH, 1997. P. 175-181.

[2] Benedetti, M.F., Milne, C.J., Kinniburgh, D.G., van Riemsdijk, W.H., Koopal, L.K., Metal ion binding to humic substances: Application of the non-ideal competetive adsorption model. Environmental Science and Technology 1995, 29 (2), 446-457.

Кореляція ефективної константи швидкості руйнування мікроорганізмів від їх розмірів

Ірина Коваль

Кафедра загальної хімії, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, С.Бандери, 12, E-mail: irynazk@gmail.com

The effective rate constant for microorganism destruction is dependent upon cell size, namely, that inactivation increases with cell size. Such a cell size relationship may not only be used for qualitative purposes but also for the estimation of the effectiveness of cavitational treatment upon an aqueous medium in the separate presence of oxygen, argon, helium and carbon dioxide, regardless of the microorganism type present.

Ключові слова – кавітація, газ, вода, мікроорганізми, руйнування.

Вступ

Однією з найбільш важливих завдань в технології обробки води є розробка методів, що виключають застосування хімічних реагентів. Тому велику увагу приділяють фізичним методам очищення води, особливо використанню кавітації. В умовах кавітації нами досягнуто високої ефективності знезараження води [1,2], навіть при короткотривалій дії [1]. **Метою** дослідження є встановити залежність величини ефективної константи швидкості руйнування мікроорганізмів (МО) від розмірів їхніх клітин в умовах кавітації та барботування різних; дослідити ефективність даної величини залежно від природи газу**.**

Методика досліджень

Дослідженими водними об'єктами були модельні суспензії, отримані внесенням чистих монокультур МО (бактерій роду *Diplococcus, Sarcina lutea, Bacillus cereus, Pseudomonas fluorescens* та дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*). Такі модельні суспензії піддавали впливу кавітації, спричиненої дією ультразвуку (УЗ). Джерелом УЗ хвиль був УЗДН-2Т генератор з частотою 22 кГц. Всі експерименти були здійснені при Т = 298 ± 1 К, Р = 0,1 МПа, тривалість процесу - 2 год. Суспензії впродовж всього процесу кавітаційної обробки барботували газами різної природи, а саме: киснем, аргоном, гелієм та вуглекислим газом. дослідити ефективність даної величини залежно від природи газу**.**

Результати досліджень та висновки

В результаті спільної дії газу та кавітації та обчислення величин ефективних констант швидкості руйнування МО (k_d) в атмосфері досліджуваних газів спостерігала взаємозалежність між розмірами клітин та величинами k_d. Величини k_d закономірно зростають із збільшенням розмірів МО, тобто спостерігається кореляція між ними. Така закономірність простежувалась для всіх досліджуваних газів. Однак, домінуюча роль в процесі руйнування клітин в умовах кавітації належала спільній дії аргону та кавітації, на відміну від дії кисню, гелію та вуглекислого газу в аналогічних умовах експерименту. Досліджено, що $k_{d(Ar/US)} > k_{d(He/US;CO2/US;O2/US)}$ в 1,5-2 рази. Найшвидше руйнувались дріжджові клітини, на відміну від бактеріальних, що обумовлено більшим розміром їхніх клітин в декілька разів.

Список літератури

[1] I. Koval et al., "Short-term cavitational treatment of contaminated water", 15th Meeting of the European Society of Sonochemistry, Istanbul, Turkey, 2016, p. 75.

Складові екологічно-інформаційної безпеки комплексних проектів

Світлана Бухкало[1]

1. Кафедра інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА, Місто Харків, вул. Фрунзе, 21, E-mail: bis.khr@gmail.com

The materials are presented the possibilities of solving problems of improving the use of wastes of different industries on a complex enterprise that can provide all its energy needs alone. The investigation are focused in researching such problems as organization of waste collection, transportation and identification of wastes according to adapted polymers classification; selection of scientific based methods of wastes to be utilized or recycled; the development of appropriated process flow sheets for polymers waste recycling.

Ключові слова – комплексні інноваційні технології, тара та пакування, екологічно-інформаційна безпека, науково-обґрунтовані методи, переробка та утилізація.

Вступ

Комплексний підхід до екологічно-інформаційної безпеки означає формування інформаційного середовища суспільства та держави з метою попередження зовнішніх і внутрішніх загроз з урахуванням інформаційно-технічної та інформаційно-громадської складових. Кожна з цих складових у сфері утилізації полімерної частки твердих побутових відходів (ТПВ) має свої характерні ознаки, особливості, методи проявлення для різновидів науково-обгрунтованої діяльності галузей застосування, має реалізацію у статтях, підручниках [1–3] та комплексних інноваційних проектах.

Основний текст

Об’єкт дослідження хіміко-технологічна система (ХТС) комплексної переробки-утилізації полімерної частки твердих побутових відходів, яку можна визначити за схемою технологічної структури стадій виробництва і заданих параметрів у взаємодії з навколишнім середовищем [1–3]: підготовчі $\rightarrow$ основні $\rightarrow$ заключні. До підготовчих стадій входять операції ідентифікації-класифікації сировини та енергетичних ресурсів ХТС за вхідними змінними та інформаційними сигналами; основні стадії виробництва – це структура і параметри ХТС з урахуванням вибору стадії утилізації-модифікації; заключні стадії виробництва визначаються вихідними змінними та інформаційними сигналами, як результатами функціонування ХТС. Формально технологічну структуру комплексної ХТС (G_k) утилізації полімерної частки ТПВ можна означити числом елементів визначеного конструкційного або технологічного типу (n_e), у яких проходять хіміко-технологічні процеси (g_e) за визначеними закономірностями взаємозв’язків між окремими елементами (Р) та числом технологічних потоків (n_p): $G_k = G_k\left\{n_e(g_e), P, n_p\right\}$. Параметри потоків – характеристики особливостей протікання фізико-хімічних та умов проведення хіміко-технологічних процесів (ХТП), поділяють на конструкційні та технологічні з урахуванням інженерно-апаратурного оформлення кожного ХТП та системи в цілому. До конструкційних параметрів ($\overline{K}$) системи можна віднести геометричні особливості конструкцій елементів-апаратів кожного ХТП, а до технологічних ($\overline{T}$) параметрів ХТС – особливості фізико-хімічних та кінетичних властивостей і механізмів, що протікають у елементах систему залежно від науково-обґрунтованого вибору стадії комплексної переробки-утилізації. Параметри вибору технологічного ($\overline{TP}$) режиму ХТП – це основні фізико-хімічні та механічні зовнішні фактори процесів експлуатації (температура, сонячне випромінювання, механічні навантаження) на

елементи системи, вони впливають на початкові властивості сировини і, в основних випадках тривалої експлуатації, надають їй нових властивостей. Тобто вхідні параметри ($\overline{X}$) потоків системи – це параметри впливу навколишнього середовища на ХТС, вони складають простір станів ХТС на деякому інтервалі часу спостережень $\Delta\tau$, вихідні ($\overline{Y}$) параметри ХТС можна назвати фазовими змінними. Стан системи залежить від вибору технологічної структури і параметрів ХТС, параметрів технологічного режиму її елементів та від впливу на ХТС вхідних змінних. Математична модель, яка відображає стан системи у формальному вигляді має вид: $\overline{Y} = \overline{F}(\overline{X}, G, \overline{TP}, \overline{T}, \overline{K}, \tau)$, де $\overline{F}$ – векторна функція векторних аргументів $\overline{X}, \overline{TP}, \overline{T}, \overline{K}$ та скалярного аргумента τ (час), яка залежить також від особливостей технологічної структури ХТС (G). Такий підхід дозволить використовувати ресурсний потенціал цих видів відходів [1,3]. З метою зниження екологічно-інформаційної безпеки може здійснюватися приховування, спотворення інформації (небезпечне забруднення усіх складових навколишнього середовища полімерними відходами як частки ТПВ), маніпулювання інформацією, подання її в такому вигляді, щоб це викликало неадекватну реальному положенню справ поведінку особистості й суспільства до державних органів відповідальних за утилізацію ТПВ з вимогами організації їх роздільного збору та утилізації за видами (обов’язковим є участь у таких проектах профільних інженерів-технологів, що мають наукові розробки з теми), а не спалювання, відчуження земель та забруднення повітря й водоймищ [2,3]. Складовою частиною екологічно-інформаційного середовища є об'єднання множин даних: природно-кліматичні умови (ПКУ) по регіонах і окремим територіям; особливості господарської та виробничої діяльності на територіях з урахуванням реальних природно-кліматичних факторів (ПКФ); регламентні і нормативні умови; адаптаційні умови і технології; можливі результати господарської та виробничої діяльності в промисловості і сільському господарстві; нормативні і законодавчі документи, що забезпечують працездатність і функціонування економіки системи з урахуванням ПКУ та ПКФ.

Висновки

В цій статті викладені деякі інноваційні складові розвитку екологічно-інформаційної безпеки комплексних проектів з урахуванням того, що практично відсутні фахові науково-обґрунтовані рекомендації інженерів-технологів.

Reference (transliterated)

[1] S. I. Bukhkalo, «Osnovni mozhlivosti energetichnogo miksu» u Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi). Pidruchnik z grifom MON. – K.: «Centr uchbovoї literaturi», 2016. – s. 231–282.

[2] S. I. Bukhkalo, «Osnovni skladovi kompleksnih pidpriємstv energetichnogo miksu», Visnik NTU «HPI». 2015. – H. :NTU «HPI». № 7 (1116), s. 103–108.

[3] S. I. Bukhkalo, «Modeli energetichnogo miksu dlja utilizacії polimernoї chastki TPV», Visnik NTU «HPI». 2016. – H. :NTU «HPI». № 19 (1191), c. 23–32.

Low-Temperature NH_3-SCR: Challenges, Development of new Catalytic Systems and Reactions Specifics

Wladimir Suprun[1], Marcus Kasprick[1], Michal Pietrazeck[2], Teresa Grzybek[2]; Roger Gläser[1,]

1. Institute of Chemical Technology, Universität Leipzig, GERMANY, 04103 Leipzig, Linnestrasse 3, E-mail: wladimir.suprun@uni-leipzig.de.

2. Faculty of Energy and Fuels, AGH-University of Science and Technology, POLAND, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, E-Mail: grzybek@agh.edu.pl

Abstract The removal of NOx by selective catalytic reduction (SCR) technology with ammonia as reduction agent at temparature below 220 °C have recived increasing attention. A comprehensive study was carried out on Mn, Cu catalysts to imporove and understand the catalytic activity of transition metal oxides and the effect of support in the NH_3-SCR of NO_x.

Keywords: Low-temperature Selective Catalytic Reduction; NO_x, CuO_x, MnO_x Catalyst.

Introduction

The selective catalytic reduction (SCR) of NO_x with NH_3 in the presence of excess oxygen is a well-proven technology which is performed at the commercial scale for the removal of NO_x from stationary sources [1]. V_2O_5-WO_3/TiO_2 is a commonly used catalyst, although it reaches a high activity only at temperatures above 300 °C. Therefore, the development of low-temperature SCR catalysts has become an attractive topic in the past decade, because it allows to use the catalysts in SCR units downstream of the desulfurizer to avoid gas reheating and to improve the overall process efficiency. NO_x-Exhaust gases also contain H_2O and traces of SO_2, which deactivate the catalyst at temperatures below 200 °C [1-3]. The aim of this work was, thus, to imporove and understand the SCR-properties of Cu- and Mn-containing catalysts.

Experimental

A series of Mn and Cu oxide catalysts supported on alumina, titania and activated carbon were prepared by wet impregnation. The content of active metal was kept at 17 wt.-%. The prepared catalysts were characterized by XRD, N_2-sorption, H_2-TPR, ICP-OES, DRIFTS, NO_x- and NH_3-TPD. The activity of the catalysts for NH_3-SCR was evaluated using a model gas containing 500 ppm NO, 575 ppm NH_3 and 4 vol.-% O_2 in a fixed-bed flow-reactor in a temperature range of 120-400 °C and at a GHSV of 30,000 h^{-1}. Poisoning experiments were conducted in the presence of 50 ppm SO_2 and 4.5 vol.-% H_2O. The gaseous products were continuously analyzed by on-line NDIR-spectroscopy.

Results and Discussion

A catalyst screening under constant reaction conditions shows that Mn-containing materials exhibit a NO-conversion of 95-99 % at 200 °C. However, also a non-negligible formation of N_2O with a selectivity about 25-40 % was observed (Fig. 1). In comparison, the N_2O-selectivity for the Cu-containing catalysts was lower (about 5-8 %), although at a lower NO-conversion of 75-84 %. This effect can be attributed to the moderate redox activity of the supported Cu oxide species. NO_x-TPD experiments show a higher NO_x-adsorption capacity of Mn (192 μmol g^{-1}) than Cu (59 μmol g^{-1}) loaded on TiO_2. This can probably explain the higer

NO-conversion over the Mn-based catalysts. Both, Mn and Cu oxides exhibit a high activity for the oxidation of NO to NO_2 with a selectivity of 98 % for the desorbed gases. The results of NH_3-TPD reveal a lower tendency for oxidation of NH_3 to N_2O using Cu/TiO_2 (S = 23 %) in comparison to Mn/TiO_2 (S = 34 %) by analysis of the desorbed gases (Fig.2). The competitive oxidation of NH_3

potentially occurs under the conditions of the SCR reaction in the presence of an oxygen excess. Thus, the results of NH_3-TPD indicate the same trend as observed from NH_3-SCR experiments.

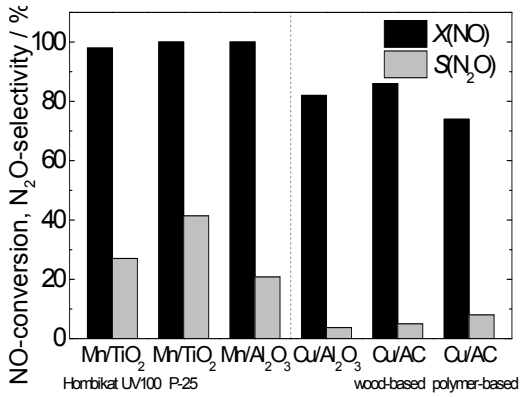


Fig.1. NO-conversion X(NO) and N_2O-selectivity $S(N_2O)$ of SCR at 200 °C.

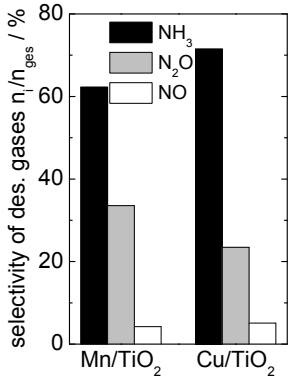


Fig.2. Selectivity of desorbed gases observed by NH_3-TPD experiments.

Poisoning experiments were conducted by either addition of H_2O, SO_2 or both gases simultaneously. The deactivation of the Cu-containing catalyst was more pronounced than for the Mn-containing counterparts. Poisoning by water was reversible in all cases. However, SO_2-poisoning leads to an irreversible deactivation of Cu/Al_2O_3 and was reversible of Mn/TiO_2 catalyst. Simultaneous poisoning causes an irreversible deactivation for both catalysts. Probably, the deactivation proceeds due to formation of surface sulfates and coverage of the catalyst surface by ammonium sulfate.

Conclusions

Supported Mn and Cu oxides exhibit a high activity as catalysts for the low temperature NH_3-SCR. The high NO-conversion of Mn-containing catalysts can be explained by a high NO_x adsorption capacity. In contrast, Cu oxides reveal a comparatively lower tendency for oxidation of NH_3 to NO, which leads to a lower N_2O formation rate during SCR. The different SCR-efficiencies of the supported Mn and Cu oxides are, thus, due to the different oxidation abilities and NO_x-adsorption abilities of the catalysts. Mn/TiO_2 exhibits a higher resistance against poisoning by H_2O and SO_2 than the Cu/Al_2O_3 catalyst.

Acknowledgments

This work was supported by national research foundation of Germany (AiF; Project: 8515N).

References

[1] T. Yu, Lee, H. Bai, “Low temperature selective catalytic reduction of NOx with NH_3 over Mn-based catalyst. A Review” AIMS; Enviromental, Science, 2016, 3(2). pp. 261-289.

[2] X. Wang, Y. Zheng,”Highly dispersed Mn-Ce mixed oxides supported on carbon nanotubes for low-temperature reduction of NO. Catal. Comm. 2013, 37, pp. 96-99.

[3] L. Schill, S.R. Putluru R. Fehrmann A.D. Jensen “Low-temperature NH_3-SCR of NO on mesoporous $MnOFeO/TiO_2$ catalysts”, Catal. Letter. 2014, 144, p. 395-402.

Isotopic Transient Investigation of EtOH-SCR Reaction over Ag/Al_2O_3

Wladimir Suprun[1], Marcus Kasprick[1], Roger Gläser[1,]

1. Institute of Chemical Technology, Universität Leipzig, GERMANY, 04103 Leipzig, Linnestrasse 3,
E-mail: wladimir.suprun@uni-leipzig.de.

Abstract: A transient isotopic study was carried out on silver-alumina catalyst to obtain deep information about the mechanism of catalytic activity of transition metal oxides by the selective catalytic reduction of NO in presence of ethanol.

Keywords: selective catalytic reduction, NO_x, ethanol, SSITKA, isotopic experiment

Introduction

Lower alcohols mixed in gasoline as a fuel for vehicles are an option for improved control of air pollution as one of the alternative methods to reduce NO_x emissions in lean diesel exhaust gas under excess of oxygen [1-3]. Numerous publications have reported that ethanol (bio-ethanol) as a reducing agent leads to a decrease in emission not only of NO_x but also of complex hydrocarbons and other gases contributing to the greenhouse effect [1-3].The most promising catalyst for EtOH-SCR is Ag supported on Al_2O_3. Significant progress was made within the last decade in the areas of mechanistic studies of EtOH-SCR reaction [2-3]. Nevertheless, several questions remain regarding the details of the EtOH-SCR mechanism, especially with respect to the efficiency of NO_x removal during low-temperature operation; which N-organic intermediates are responsible for the formation of ammonia and reduction of NO_x to N_2. The aim of this study was to provide deeper insight into the mechanism of EtOH-SCR on Ag/Al_2O_3 catalysts with a special focus on different reaction temperatures.

Experimental

Silver-alumina catalysts with a metal loading of 3 wt.-% were prepared by incipient wetness impregnation of commercial γ-Al_2O_3 with silver nitrate. The catalyst was characterized by XRD, N_2- and NO_x-adsorption, NH_3-TPD , NO_x-TPD and H_2-TPR. SCR-activity tests in the presence of ethanol were performed with a fixed-bed flow reactor with a mixture of gases of $NO/ROH/O_2$: 800 ppm, 1200 ppm, 6.5 vol.-% at a space velocity of 20.000 h^{-1} and a temperature range of 180-500 °C. The products were continuously monitored by IR-spectroscopy for CO_x, olefins (FTIR-Analyzer) and chemoluminescence for NO_x. The SSITKA experiments involved the switch of ^{14}NO to ^{15}NO in a gaseous He mixture after a steady state was achieved. Following the $^{14}NO \rightarrow {}^{15}NO$ switch, the effluent gas composition was monitored by MS-analysis (GSD-200).

Results and Discussion

With MS-on line analysis was demonstrated that ethanol during SCR is generally accompanied by many different side reactions leading to dehydration, dehydrogenation, partial oxidation and condensation. The results showed that the formation of by-products greatly depends not only from reactions temperature but also from acidic and red-ox property of catalytic systems. The transient isotope experiments can also deliver detailed information about reduction of NO to N_2 and about the formation of different intermediate products formed by various parallel and consecutive reaction pathways Fig. a-c.

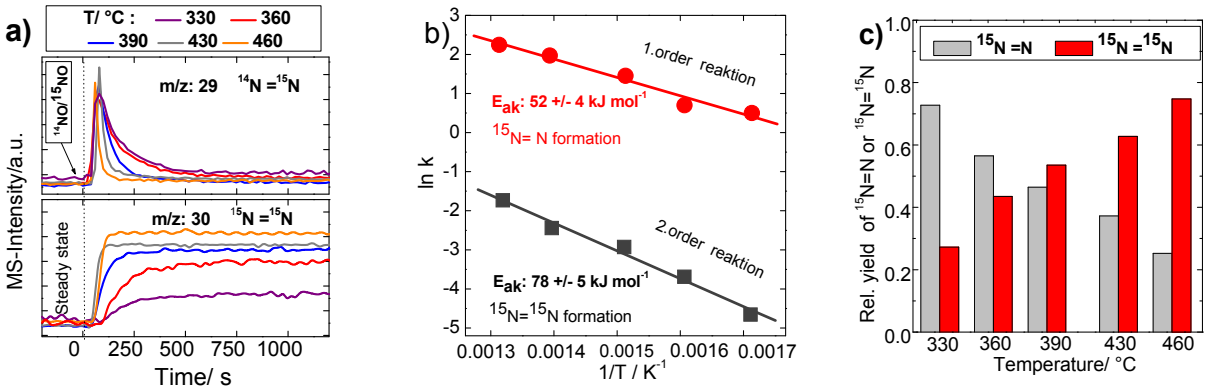


Fig. 1. MS-profile for the formation of N_2-isotopomers observed by SSITKA experiments during the EtOH-SCR reaction on Ag/Al_2O_3 catalyst (a), Arrhenius-plot (b) and isotopomer yields (c) at different temperature.

Conclusion

SSITKA experiments and the DRITFS studies of the aged Ag/Al_2O_3 catalyst suggests that the deactivation of catalyst observed during EtOH-SCR reaction operated in the low-temperature region (< 300°C) can be explained by coverage of catalyst surface with thermally labile and SCR active CHNO-containing compounds. Transient isotopic and DRIFT studies show the formation of an adsorbed N-containing intermediate species on the surface of the Ag/Al_2O_3 catalyst. It was found that the yields of $N=^{*}N$-isotopomers can be explained by different reaction rates of adsorbed NOx with organic intermediates which possess different activation energies. Whereas, the adsorption of NO and its oxidation to adsorbed NO_2 species are fast reactions. The formations of SCR-intermediates are the reaction rate-limiting steps. At temperatures above 330°C, the N-precursors slowly react with NO_2^{ads} to N_2 or decompose. Thus we propose that the deactivation of the catalyst below 300°C can be explained by formation of thermally labile and SCR active intermediates. To prevent the catalyst deactivation during EtOH-SCR, a high operation temperature above of 330°C is necessary.

Acknowledgements

This work was supported by national research foundation of Germany (DFG; Project: Gl 290/8-1)

References

[1] W. L. Johnson, G. B. Fisher, T. J. Toops, Mechanistic investigation of ethanol SCR of NO_x over Ag/Al_2O_3 Catal. Today, 2012, 184, pp. 166-177.

[2 N. O. Popovych, S. O. Soloviev, S. M. Orlyk "Selective reduction of nitrogen oxides (NO_x) with oxygenates and hydrocarbons, over bifunctional silver-alumina catalyst. A Review, Theor. Experimen. Chem. (eng. translation) 2016, 52 (3) pp. 133-150

[3] D. Worch, W. Suprun, R. Gläser, "Fe- and Cu-oxides supported on γ-Al_2O_3 as catalysts for the selective catalytic reduction of NO with ethanol. Part I: catalyst preparation, characterization, and activity", Chem. Paper. 68 (2014) 1228-1239.

Біохімічні та біофізичні механізми флуоресцентної біоіндикації техногенного середовища

Володимир Мокрий[1], Олександр Мороз[1], Ігор Петрушка[1], Руслан Гречаник[2], Інеса Шемелинець[2]

1. Кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. Генерала Чупринки 130, E-mail: mokriy@ukr.net

2. Департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА, УКРАЇНА, Львів, вул. Стрийська 98, E-mail: envir@mail.lviv.ua

Abstract. Studies were performed to determine the index of vitality of the trees by measuring fluorescent parameters, which is used as an integral bioindicating pollution index. The obtained fluorescent parameters of trees vary in proportion to the level of anthropogenic load in the direction of their xerofityzation. The proposed approach provides a solution to the challenges of early diagnosis of environmental quality, using the differential resistance of plants to pollution.

Ключові слова – флуоресценція, фотосинтез, електрон-транспортний ланцюг, реакційний центр, біоіндикація, моніторинг.

Вступ

Сучасні концепції управління екосистемами ґрунтуються на використанні даних комплексних моніторингових досліджень рослинного покриву, які реалізується на основі кореляційного синтезу біометричних та морфофізіологічних даних. Науковою основою застосування флуоресцентних методів діагностики стану рослин є біохімічні та біофізичні конверсійні механізми фотосинтезу. Флуоресцентні методи відображають зміни в фотосинтетичному апараті, які відбуваються на початкових етапах зовнішнього впливу на основі взаємозв'язків між фотосинтетичним перетворенням енергії, регуляцією роботи фотосистем та флуоресценцією хлорофілу (ФХ).

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз параметрів ФХ є сучасним інструментом біоіндикації впливу різноманітних екологічних факторів на рослини. Забруднювачі середовища будучи інгібіторами і активаторами біоенергетичних процесів, що протікають в тилакоїдах рослинних клітин, суттєво впливають на параметри кінетики і спектральні особливості ФХ, та її стаціонарний рівень. Багатьма дослідниками показано, що вимірювання ФХ є найбільш швидким, зручним і інформативним серед багатьох інших експериментальних методів, використовуваних для екологічного моніторингу. В даний час флуоресцентні методи широко використовуються для діагностики стану рослин, починаючи з окремих рослин і закінчуючи станом екосистем.

Мета і методи досліджень

Мета роботи: вимірювання флуоресценцентних параметрів та визначення індексу життєвості дерев, який використовується в якості інтегрального біоіндикаційного показника забруднення середовища. Об'єктом дослідження вибранні насадження дуба звичайного, сформованих природними і штучними деревостанами. Листя відбирались з середньої частини крони дерев віку 15-20 років, в двох еколого-фітоценотичних поясах м. Львів (вуличні насадження і приміський ліс), відмінних за ступенем впливу антропогенних факторів на рослинність. Контролем служить листя дерев приміського лісу. Предмет досліджень – біохімічні та біофізичні механізми змін в асиміляційному апараті дерев у різних екологічних умовах, визначених за флуоресцентними параметрами.

Методика досліджень передбачає рекогносцирувальні обстеження насаджень, лабораторні вимірювання флуоресцентних параметрів рослин та формування бази даних. Активність фотосинтетичного апарату рослин досліджено методом фотоіндукованої флуоресценції хлорофілу. Достовірність зафіксованих відмінностей визначались за *t*-критерієм Стьюдента.

Результати та обговорення

Результати вимірювань флуоресцентних характеристик фітоелементів (рис.1) забезпечують кореляційний синтез графоаналітичної інформації, що необхідно при створенні інформаційно-діагностичних систем, та реалізації комплексного моніторингу.

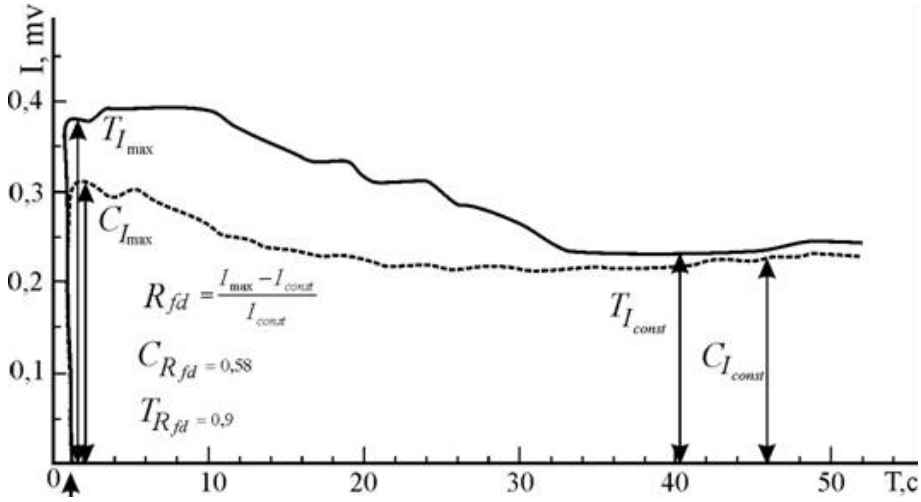


Рис.1. Кінетика флуоресценції дуба звичайного: суцільна лінія – контрольний зразок; штрихова – вуличні насадження; ↑ – включення освітлення зразка. На вставці: розрахунок і значення індексу життєвості контрольних дерев ($^{T}R_{fd}$); ($^{C}R_{fd}$) – рослин техногенного середовища.

Обґрунтовано застосування показника ефективності використання енергії світла в реакційних центрах (ефективності фотохімічного гасіння флуоресценції) і має біофізичний зміст індексу життєвості – R_{fd} (вставка рис.1). Цей параметр визначається шляхом порівняння інтенсивності флуоресценції (I_{const}) при активному стані електрон-транспортного ланцюга, коли всі реакційні центри фотосистеми 2 відкриті, і максимальної інтенсивності флуоресценції (I_{max}) при закритих реакційних центрах. Закриття центрів викликається спалахом світла, при якому відновлюються хінонні акцептори. Флуоресцентні параметри дерев змінюються пропорційно рівню техногенного навантаження на міські екотопи в напрямку їх ксерофітизації, що є виявом адаптивної реакції рослин на зміну екологічних умов. Функціональний стан деревних насаджень вулиць, скверів, парків є біоіндикатором забруднення міського середовища.

Запропонований підхід кореляційних залежностей біохімічних і біофізичних механізмів фотосинтезу з флуоресценцією хлорофілу, як інтегрального параметра стану оточуючого середовища, забезпечує розв'язок задач ранньої діагностики якості довкілля, використовуючи диференційну резистентність рослин до забруднень і одержувати швидкі способи доступу до просторово-часових даних моніторингу довкілля.

Mathematical modeling of the catalytic reactor for a low temperature N_2O decomposition

Marek Inger[1], Marcin Wilk[1], Zbigniew Sojka[2], Andrzej Kotarba[2]

1. Nitric Acid Technology Department, New Chemical Syntheses Institute, POLAND, 24-110 Puławy, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, E-mail: marek.inger@ins.pulawy.pl

2. Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, POLAND, 30-060 Kraków, Ingardena 3, E-mail: kotarba@chemia.uj.edu.pl

Abstract* – *Mathematical modelling of the reactor for a low temperature N_2O decomposition was performed. The results of calculations correlate well with the experimental data. Comparison of N_2O conversion curves, obtained for a small grains and shaped catalyst allows to determine the effect of diffusion on the reaction of N_2O decomposition.

Keywords – mathematical modeling, catalytic decomposition, greenhouse gas, N_2O emission, catalytic reactor

Introduction

N_2O decomposition proceeds according to the Eq. 1:

$$2N_2O \xrightarrow{cat} 2N_2 + O_2 \tag{1}$$

The N_2O molecule is kinetically stable. The high activation energy of N–O bond breakage, equal to 250–270 kJ·mol^{-1}, results in an effective N_2O decomposition in the gas phase only at the temperatures above 850°C. The use of a heterogenic catalyst allows for a significant reduction of the activation energy as well as the temperature of nitrous oxide decomposition. The analysis of the contact process on the formed catalyst grain indicates that achieved N_2O conversion is influenced not only by the chemical reaction, but also by the diffusion in a porous body. Joint research, conducted in New Chemical Syntheses Institute and at Jagiellonian University in Inorganic Chemistry Department, led to the development of a doubly promoted K/Zn-Co_3O_4 spinel catalyst (structurally modified by zinc and surface-doped with potassium) for a low temperature N_2O decomposition [1, 2].

Experimental

A practical approach when considering the kinetics of a contact process is to treat it as a pseudohomogenic, that leads to the kinetic equation typical for a homogenous reaction. Diffusion phenomena and chemical reaction, occurring simultaneously in the catalyst grain can be described by the dimensionless Thiele modulus (Φ) according to the Eq. 2:

$$\Phi_{og} = L\sqrt{\frac{k \cdot \rho_p}{D_{ef}}} \tag{2}$$

Determination of Thiele modulus value requires the estimation of a kinetic rate constant k_{app} for the reaction occurring in the kinetic regime ($d_{cat}\rightarrow 0$) and an effective diffusion coefficient D_{ef}. Based on the value of Thiele modulus, the utilization factor of the catalyst grain η was calculated according to the Eq. 3.

$$\eta = \frac{1}{\Phi} \cdot \tanh \Phi \text{, for } \Phi < 4 \text{ or } \eta = \frac{1}{\Phi}\text{, for } \Phi > 4 \tag{3}$$

The kinetic equation for the reaction of N_2O decomposition in real conditions and in the presence of inhibitors (NO_x, H_2O and O_2), including the diffusion in the catalyst grain, has the shown in the Eq. 4:

$$-r_{N_2O} = \eta \cdot k_{app} \cdot C_{N_2O,0}(1 - X_{N_2O}) = k_{gen} \cdot C_{N_2O,0}(1 - X_{N_2O}) \quad (4)$$

A solution of this kinetic equation leads to the functional relationship (Eq. 5):

$$X_{N_2O} = 1 - e^{-k_{gen}\tau} \quad (5)$$

The results of the lab-scale catalytic test, obtained for the reaction carried out in the kinetic regime and in the flow of real tail gasses, were used for the mathematical modeling of deN_2O catalytic fixed-bed reactor. For the simulation of catalytic bed operation, a model of pseudohomogenic reactor with a plug flow, including internal diffusion was used. The results of mathematical calculations at τ=0,36 s were compared with the results of the activity tests, performed for the catalyst in the form of small grains (d→0, lab scale test) and in the form of pellets (5x5 mm, pilot scale test) (Fig. 1).

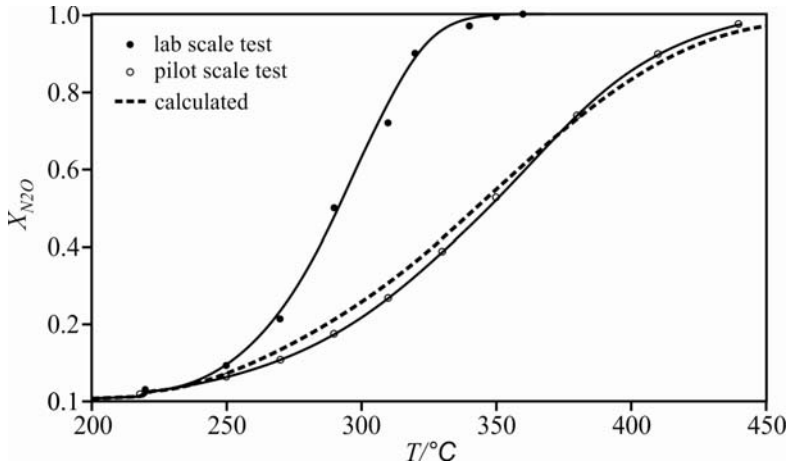


Fig 1. Comparison of measured N_2O conversions over the small catalyst's grains and pellets in the flow of tail gas stream and calculated according to the mathematical model.

Conclusion

These investigations are of practical significance because they include the influence of the process parameters and tail gas composition on the reaction kinetics and allow to determine the effect of diffusion in the catalyst pores on the efficiency of N_2O decomposition for the shaped catalyst. The obtained results can be directly transposed to the industrial conditions. According to the calculations, the high N_2O conversion can be obtained in a low temperature process on the proposed modified spinel catalyst.

References

[1] P. Stelmachowski, F. Zasada, G. Maniak, P. Granger, M. Inger, M. Wilk, A. Kotarba, Z. Sojka, "Optimization of Multicomponent Cobalt Spinel Catalyst for N_2O Abatement from Nitric Acid Plant Tail Gases: Laboratory and Pilot Plant Studies", *Catal. Lett.*, vol. 130, pp. 637–641, July 2009.

[2] M. Inger, M. Wilk, M. Saramok, G. Grzybek, A. Grodzka, P. Stelmachowski, W. Makowski, A. Kotarba, Z. Sojka, "Cobalt spinel catalyst for N_2O abatement in the pilot plant operation – long term activity and stability in tail gases", *Ind. & Eng. Chem. Res.*, vol. 53, pp. 10335-10342, 2014.

Implementation of PKR-2 catalyst in an industrial nitric acid installations

Marcin Wilk[1], Jan Nieścioruk[1], Marek Inger[1], Monika Ruszak[1]

1. Nitric Acid Technology Department, New Chemical Syntheses Institute, POLAND, 24-110 Puławy, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, E-mail: macin.wilk@ins.pulawy.pl

Abstract – The use of PKR-2 catalyst enables an effective reduction of N_2O emission from nitric acid plant. Technological solution is to install secondary catalyst layer directly under the catalytic gauzes in a special designed basket. It can be used in existing nitric acid installations and the cost of its implementation is relatively low. Proposed solution was successfully implemented in a dozen or so nitric acid plants.

Keywords – N_2O emission, greenhouse gas, catalyst, industrial implementation, nitric acid

Introduction

The nitric acid technology is based on the Ostwald process, including catalytic oxidation of ammonia to NO. An undiserable by-product of this process is a nitrous oxide (N_2O). Its concentration in the off-gases, depending on the operating conditions, can reach up to 2000 ppm. Due to the high Global Warming Potential of N_2O it is necessary to reduce its emission to the atmosphere, even despite its low concentration in the off-gases. The investigations carried out in INS led to the development of the original catalyst formula and to its industrial implementation as a secondary catalyst for N_2O decomposition [1].

Results

The technological solution for secondary catalyst is to install its layer in a special designed basket, directly under the package of the catalytic gauzes for ammonia oxidation. Nitrous oxide, formed during oxidation of small amount of ammonia is decomposed on the layer of secondary catalyst at the temperature of 750-940°C. Due to the extremely difficult working conditions of the catalyst and technological situation in ammonia burner the catalyst has to meet high requirements, including its activity, selectivity, lifetime and mechanical strength. The implementation of the secondary catalyst in a particular nitric acid plant requires an individual approach to the technological solution, which should take into account the operating parameters of ammonia burner, the size of a space available under the catalytic gauzes and expected final level of N_2O conversion.

Conclusion

Presently the N_2O emission reduction, achieved in nitric acid installations in which the PKR-2 catalyst was implemented, is on the level of 90%. The catalyst works stably and it does not affect the degree of ammonia conversion to NO, as well as the quality of nitric acid produced. The PKR-2 catalyst has been successfully implemented in a dozen or so nitric acid installatiobns and has allowed for a significant reduction in total greenhouse gas emission of more than 10 000 000 tones of CO_2-eq.

References

[1] M. Wilk, J. Kruk, A. Gołębiowski, “Nitrogen monoxide decomposition catalyst, especially for gases from nitric acid installation”, Patent PL 207666 B1, June 25, 2007.

Decomposition of N_2O from nitric acid plants over supported double-promoted cobalt spinel catalyst

Jakub Rajewski[1], Marek Inger[1], Monika Ruszak[1], Katarzyna Antoniak-Jurak[1], Paweł Kowalik[1], Marcin Wilk[1], Gabriela Grzybek[2], Sylwia Wójcik[2], Klaudia Ciura[2], Andrzej Kotarba[2], Zbigniew Sojka[2]

1. New Chemical Syntheses Institute, POLAND, 24-110 Puławy, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, E-mail: jakub.rajewski@ins.pulawy.pl

2. Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, POLAND, 30-060 Kraków, Ingardena 3. E-mail: kotarba@chemia.uj.edu.pl

Abstract* – *An innovative route to develop highly active and stable double-promoted supported cobalt spinel catalyst is presented. The technology of catalyst manufacturing on a technical scale was developed. The catalyst can be used in N_2O decomposition from the tail gases in nitric acid plants.

Keywords – nitric acid plant, N_2O decomposition, greenhouse gas, spinel catalyst, tertiary catalyst

Introduction

Chemical industry (especially nitric and adipic acids plants) is the major source of N_2O emission. The catalytic N_2O decomposition, directly in the tail gas stream, can be one of attractive options from a technical and economical point of view [1].

Previous researches, conducted in collaboration of New Chemical Syntheses Institute and Jagiellonian University resulted in the development of a multipromoted coblat spinel catalyst for a low temperature N_2O decomposition [2]. The analysis of a catalytic contact process indicates, that a limiting factor of the reaction rate is an internal diffusion [3]. Therefore, further investigations were focused on a better utilization of an active phase and reducing the amount of cobalt (the most expensive component) in the catalyst by dispersing spinel nanocrystals on a support surface.

Experimental

The supported catalyst was developed on the basis of series studies, carried out for model systems, including the following optimization steps:

- support preparation (chemical composition, preparation, shaping);
- optimization of the active phase composition and a method of its deposition in order to obtain the best dispersion and morphology;
- physicochemical characteristics of supported catalysts;
- rating of the catalyst activity in model and real process conditions.

Catalytic tests of N_2O decomposition in a laboratory scale and comprehensive physicochemical characteristic allowed to develop the best formula of the catalyst. It was found that the optimal procedure of supported catalyst synthesis should be based on the following unit operations: double impregnation of the support with a solution containing all the components of the active phase in a suitable molar ratio, drying and calcination of the catalyst precursor.

After selecting the best form of the supported catalyst, the technological procedure of its synthesis on a technical scale was developed. During further scale up of the catalyst manufacturing (production in a kilogram scale), the particular emphasis was put on the practical issues, such as: minimizing the number of unit operations and lowering the cost of catalyst production. As a result, the supported catalyst with the similar physicochemical parameters to the optimized laboratory sample was obtained.

Fig. 1 shows the dependence of N_2O conversion on the reaction temperature in the tail gas stream for a double promoted spinel cobalt catalyst obtained in a laboratory and pilot scale.

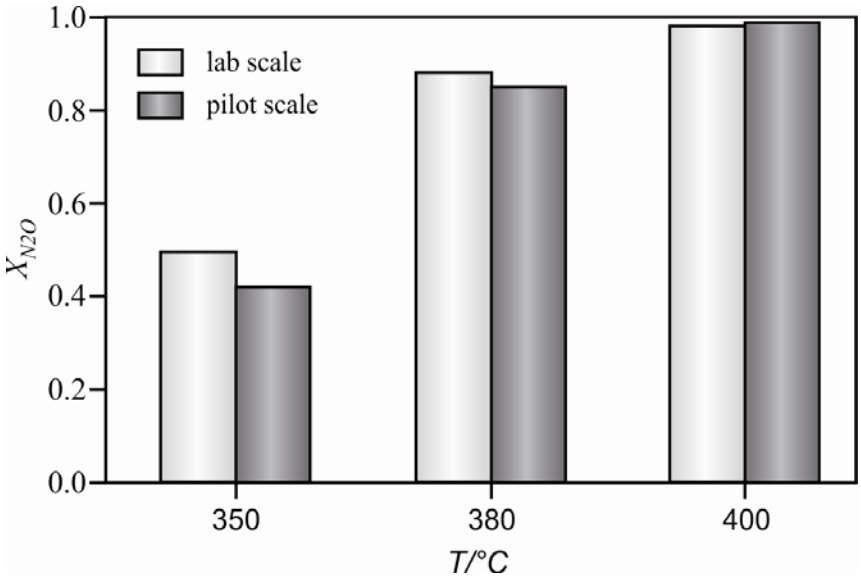


Fig.1. Comparison of catalytic activity in the tail gas stream for promoted spinel cobalt catalyst obtained in a laboratory and pilot scale. Tail gas composition: N_2O= 480 ppm; NO_x = 900 ppm; O_2=1.84 vol.%; H_2O=0.30 vol.%, τ=0,72 s

Conclusion

Activity tests carried out under real industrial conditions, showed high activity of developed supported catalyst. It can be used in the process of N_2O decomposition from the tail gases, especially in high- and dual-pressure nitric acid plants. Composition and manufacturing method of the supported catalyst for low temperature N_2O decomposition in the tail gas stream from nitric acid plants was reported for patent protection [4].

Acknowledgments

This work was supported by NCBiR, Project PBS2/A5/38/2013.

References

[1] J. Pérez-Ramírez, F. Kapteijn, K.Schöffel, J.A. Moulijn, "Formation and control of N_2O in nitric acid production Where do we stand *today*?, *Appl. Catal. B*, vol. 44, pp. 117-151, 2003.

[2] M. Wilk, M. Inger, U. Prokop, Z. Sojka, A. Kotarba, A. Adamski, W. Piskorz, F. Zasada, P. Stelmachowski, "Catalytic agent for low temperature decomposition of dinitrogen monoxide", Patent PL 213796 B1, Nov. 23, 2009.

[3] M. Inger, M. Saramok, G. Migdal, M. Wilk, "Low-temparature reduction of N2O emission from tail gas of nitric acid production", *Przem. Chem.*, vol. 92 pp. 2237-2240, Dec. 2013

[4] M. Wilk, M.Inger, M. Ruszak, M. Saramok, P. Kowalik, K. Antoniak-Jurak, Z. Sojka A. Kotarba, G. Grzybek, P. Stelmachowski, S. Gudyka, P. Indyka Paulina, "Supported Co-Zn spinel catalyst for the abatement of nitrogen(I) oxide emissions especially from nitric acid plants and a method for its manufacture", Patent Application EP3078419 (A1) Oct. 21, 2016.

Оцінювання екологічного ризику промислового виробництва при виконанні ОВНС

Тетяна Бойко [1], Алла Абрамова[1], Ірина Джигирей[1], Олена Бондаренко[1]

1. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, Київ, пр.Перемоги 37,
E-mail: tvbojko@gmail.com

The article describes the use of object approach to environmental risk assessment in EIA. This approach takes into account the specifics of industrial facilities,and their location. The dependence of an estimation of ecological safety risk assessment in the EIA were present.

Ключові слова: Екологічний ризик, об’єктний підхід, ймовірність,життєвий цикл, техногенний об’єкт.

Вступ

В даний час існує безліч різних підходів до проблеми оцінки техногенного ризику в контексті екологічної безпеки. Але в той же час немає єдиної міри для визначення небезпеки. Очевидним є необхідність розроблення узагальненого показника потенційної небезпеки промислового підприємства. При формуванні методу для комплексної оцінки екологічної небезпеки можливе використання різних методик, але при цьому повинна бути впевненість в однозначності отриманих результатів.

Постановка проблеми дослідження

Враховуючи особливості життєвого циклу техногенного об'єкта принципову роль відіграє етап, на якому він знаходиться: проектування; регламентна експлуатація (штатна робота); аварійна ситуація; утилізація. Специфічним етапом життєвого циклу, якому властива велика невизначенність, є надзвичайна ситуація. Така надзвичайна ситуація може бути результатом аварійної ситуації у разі цього можуть утворитися загрози незворотних змін у навколишньому природному середовищі, що можуть бути оцінені значенням екологічного ризику.

Розроблення підходу до оцінювання екологічного ризику при виконанні ОВНС із використанням об’єктного підходу

При розробці методів прийняття оптимальних рішень найбільш припустимим є об'єктний підхід. Якщо об'єкт, що знаходиться на певній території, інформаційно можна описати векторною функцією виду $\Phi(\vec{\alpha})$ (1):

$$\vec{\alpha} = \begin{Bmatrix} y_1(x_1, x_2, ..., x_k) \\ y_2(x_1, x_2, ..., x_k) \\ ..... \; ..... \; .... \\ y_n(x_1, x_2, ..., x_k) \end{Bmatrix} \quad (1)$$

де $\vec{\alpha}$ − вектор параметрів об'єкту, $y_i(x_1, x_2, ..., x_k)$ − функція, що описує *i*-ту властивість об'єкта, яка визначається сукупністю *k* змінних на вході (в окремому випадку функція може бути константою).

Значення властивостей об'єкту розглядаються як в залежності від етапів життєвого циклу, часу, ймовірності виникнення деякого аварійної події [1]. Якщо індустріальну екологічну систему аналізувати як багатопараметричний об'єкт, то її можна інформаційно представити подібно формулі (1). При цьому функції будуть характеризувати властивості індустріальної екологічної системи в залежності від її параметрів [1].

Взаємодію техногенного об'єкту та індустріальної екологічної системи можна відобразити матрицею взаємодій. При цьому зміна властивостей промислового об'єкту буде викликати зміну властивостей системи (2).

$$\mathrm{M} = \begin{bmatrix} m_{11} \ldots m_{1i} \ldots m_{1n} \\ m_{21} \ldots m_{2i} \ldots m_{2n} \\ \ldots \\ m_{j1} \ldots m_{ji} \ldots m_{jn} \\ \ldots \\ m_{n1} \ldots m_{ni} \ldots m_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

де m_{ij} – елемент, що показує наявність зв'язку між об'єктом та системою, може здійснюватися за декількома параметрами.

– Користуючись об’єктним підходом запропоновано використати залежності розрахунку ризику (етап проектування та нормального функціонування) (3),(4) [2], [3]:

$$r_i = a_i \cdot e^{b_i \cdot I_i}, \; p = a_i \cdot e^{b_i \cdot I_i}, \; \overline{p} = \overline{y} \times m_{ij} \quad (3)$$

де p – ймовірність екологічного ризику, $\overline{y}$ – вектор значень показників, який враховує особливості промислового об’єкта по i-ому виду забруднення (хімічне, фізичне) складових навколишнього середовища, що зв’язаний із узагальнюючим кількісним показником $П_i$.

$$\overline{\alpha} \times m = ek \Rightarrow m = \frac{p}{y} = \frac{a_i \cdot e^{b_i \cdot I_i}}{y_i} \quad (4)$$

де $\vec{\alpha}$ – інформаційний вектор параметрів об'єкта, що враховує специфіку розташування промислових об’єктів на певних територіях, ek – екологічні показники промислового об’єкта.

Розрахунок складових взаємодії техногенного об’єкту та індустріальної системи є складною задачею, тому, виникає помітна невизначеність для практичного використання. Слід зазначити, що задача дещо спрощується із врахуванням особливості епапів життєвого циклу промислового виробництва.

Висновки

Використовуючи об’єктний підхід, що враховує специфіку промислових об’єктів та території їх місце розташування для оцінювання екологічної безпеки запропоновано залежності розрахунку ризику при ОВНС.

Подяки

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсом Ф64.

Список літератури

[1] T. V. Boyko, A. O. Abramova “Sistemniy analiz vzaemodiyi tehnogennogo ob’ekta ta ekologichnoyi industrialnoyi sistemi,” *Zbirnik naukovih statey P’yatoyi mizhnar. nauk.-prakt. konferentsiyi.* Kyiv, Ukraine, pp. 226–231, 2016.

[2] T. Bojko, A. Abramova, “Definition of environmental risk as integral criterion in assessing of man-caused load,” *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Kharkiv, Ukraine, pp. 4–7, 2014.

[3] A.O. Abramova, “Indeksna otsinka rivnya ekolohichnoyi bezpeky proektovanykh promyslovykh ob"yektiv“, dys. kand. tekhn. nauk, kafedra KHTP, KPI im. Ihorya Sikors'koho, Kyiv, Ukraina, 2013.

The technologies of nitrous oxides abatement from nitric acid plants

Marek Inger[1], Jan Nieścioruk[1], Monika Ruszak[1], Marcin Wilk[1]

1. Nitric Acid Technology Department, New Chemical Syntheses Institute, POLAND, Puławy, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, E-mail: marek.inger@ins.pulawy.pl

Abstract – A review of potential methods for N_2O reduction from nitric acid plants was conducted. The results of the investigations of catalysts activity in deN_2O process, under the conditions prevailing in HNO_3 installations, were shown. They allowed the assessment of the activity of shaped catalyst's bed and perform the mathematical modelling of catalyst operation for different conditions.

Keywords – greenhouse gas, N_2O emission, nitric acid, pilot plant, catalytic decomposition

Introduction

Nitrous oxide (N_2O) is formed as a by-product in the process of ammonia catalytic oxidation. N_2O does not undergo any chemical transformations in the whole technological line of nitric acid manufacturing and it is fully emitted into the atmosphere. The existing legislative regulations impose on nitric acid producers an obligation for reduction nitrous oxide emission to the level below 150 ppm.

Analyzing a technological scheme of HNO_3 production, we can specify a few methods of N_2O emission abatement: preventing the formation of N_2O during ammonia oxidation, catalytic N_2O decomposition from the process gas at high temperature and catalytic N_2O decomposition/reduction from the tail gas at low temperature [1]. Both catalytic methods require a different type of catalyst, that should meet specific requirements.

The New Chemical Syntheses Institute conducted the researches, which led to the development of the catalysts' formulas for both technologies of N_2O abatement [2, 3].

Experimental

Preliminary catalytic investigations (laboratory scale) were conducted on small catalysts grains (fraction below 0.3 mm) in the flow of N_2O/N_2 model mixture. Due to the application nature of the study, it is crucial to evaluate the activity of shaped catalyst bed in N_2O decomposition process in the real industrial conditions.

The pilot plant, shown in Fig. 1, was designed to investigate the activity of the catalysts for ammonia oxidation, as well as for secondary and tertiary catalysts. The pilot plant allows to simulate the operating conditions of any nitric acid installation.

The activity tests of the secondary catalysts are carried out in a reactor R1, in the flow of real nitrous gases mixture, under the following operating conditions: p=2÷10 bar, T=800÷920°C, V_{mix}=25÷70 Nm^3/h. The catalyst activity is determined on the basis of the difference in N_2O concentration in nitrous gases stream, measured under Pt-Rh catalytic gauzes and after a secondary catalyst layer at the outlet of the reactor.

The activity tests of the tertiary catalysts are carried out in a reactor R2, in the flow of a real tail gas stream, leaving the absorption column C1. They are usually conducted for the following operating parameters: p=1,5÷9,5 bar, T=330÷410°C, V_{TG}≤200 Nm^3/h. The catalyst activity is determined on the basis of the difference in N_2O concentration in tail gas stream, measured at the inlet and at outlet of the reactor. N_2O concentrations in gases streams were analyzed by a gas chromatography method.

On the basis of the results of activity investigations, a reaction rate constant k_{eff} for a given temperature was calculated, including a reaction kinetics and diffusion within the catalyst grain. The results of the catalytic tests, obtained in the pilot installation, allowed to perform the

mathematical modelling of the catalyst activity in an industrial reactor for a given residence time τ and reaction temperature T.

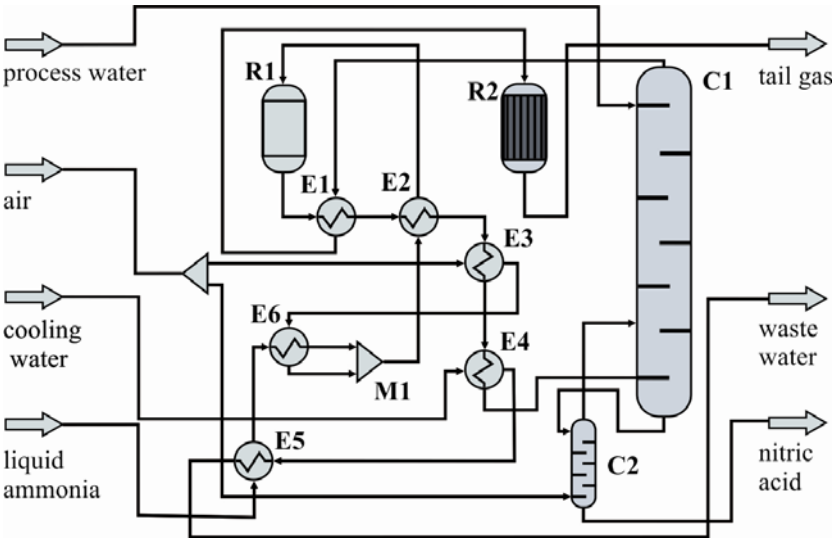


Fig.1. The scheme of the pilot nitric acid plant.

Table 1

Estimated of N_2O conversion for developed catalysts

Type of catalyst	τ /s	$T/^oC$	X/-
Secondary	0,12	890	0,92%
Tertiary	0,36	400	0,95%

Conclusion

As a result of the studies carried out in INS, our own catalyst for high temperature N_2O decomposition was developed. Activity tests in a pilot nitric acid plant allowed to examine its behavior under real process conditions. The use of this secondary catalyst under industrial conditions will make it possible to reduce N_2O emission to the level above 90%.

The catalyst for a low temperature N_2O decomposition was designed as a result of researches conducted with cooperation between INS and Jagiellonian University. The use of a reactor with a shaped tertiary catalyst's bed will allow to achieve the reduction of N_2O emission on the level of 95%.

References

[1] J. Pérez-Ramírez, F. Kapteijn, K.Schöffel, J.A. Moulijn, "Formation and control of N_2O in nitric acid production Where do we stand today?, *Appl. Catal. B*, vol. 44, pp. 117-151, 2003.

[2] M. Wilk, J. Kruk, A. Gołębiowski, "Nitrogen monoxide decomposition catalyst, especially for gases from nitric acid installation", Patent PL 207666 B1, June 25, 2007.

[3] M. Wilk, M. Inger, U. Prokop, Z. Sojka, A. Kotarba, A. Adamski, W. Piskorz, F. Zasada, P. Stelmachowski, "Catalytic agent for low temperature decomposition of dinitrogen monoxide", Patent PL 213796 B1, Nov. 23, 2009.

Дослідження забруднення грунтових вод вільними нафтовими відходами на нафтопереробному заводі та розроблення способу щодо їх вилучення та утилізації

Сергій Вдовенко

Кафедра екології, Національний авіаційний університет, УКРАЇНА, м.Київ, проспект космонавта Комарова,1,
E-mail: vdovenko1@gmail.com

The paper describes the undegraund water pollution by oil products at the refinery area. The free oil pollutants which have accumulated in soils and on the surface of the undegraund water migrate in a water body polluting it. The developed drainage oil system recovers oil pollutants out of the undegraund water for further processing at refinery.

Ключові слова – нафтопереробний завод, грунтові води, дрена, вільні нафтові відходи, первинне перероблення нафти, очисні споруди.

Вступ

Забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами - одне з найбільш небезпечних видів забруднень. Недостатня увага до охорони навколишнього середовища на об'єктах нафтопродуктозабезпечення є наслідком формування значних нафтових забруднень практично на всіх великих нафтопереробних заводах і нафтобазах [1]. Особливо сильний прояв це має при забрудненні підземних ґрунтових вод, бо нафтопродукти, які просочуються нижче поверхні землі здатні у великих кількостях накопичуватися там і тривалий час мігрувати до зон розвантаження, де проявляються через десятки років [2].

Об’єкт та методи дослідження

Фізика взаємодії ґрунтових вод і вільних нафтових відходів (ВНВ) дозволяє при науково та інженерно обґрунтованому використанні спеціальних технічних засобів і технологій досить ефективно вилучати нафтові забруднювачі з ґрунту і з рівня підземних та поверхневих вод, повертаючи його на повторне перероблення. Крім очевидних екологічних вигод, лінзи ВНВ в деяких випадках представляють значний комерційний інтерес, оскільки в сприятливих умовах більша частина продукту – це суміш бензинів, гасу та дизельного палива. Фракційний склад ВНВ, вилучених з лінзи НПЗ наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Фракційний склад ВНВ

№ свердловини	$t_{п.к.}$	Відганяється за температури, °С (%мас.)											
		100	120	150	160	180	200	220	240	260	280	300	350
Свердловина №1	65	6	16	37	42	50	62	72	83	90	92	94	97
Свердловина №2	89	2	4	15	29	32	41	49	60	71	80	87	97
Свердловина №3	72	13	28	49	55	61	68	73	79	84	89	92	97
Свердловина №4	64	23	38	72	76	80	83	86	89	91	93	94	97
Свердловина №5	70	10	22	42	49	58	65	73	80	86	90	92	97

З метою очищення ґрунтових вод на ділянці забрудненій ВНВ проводять гідрогеологічні дослідження та визначають рівень ґрунтових вод, товщину шара ВНВ та товщину шара забрудненого ґрунта, сезонні коливання рівня ґрунтових вод, площу зони нафтового забруднення, коефіцієнт фільтрації ґрунта. Уловлення та вилучення ВНВ з п’єзометричного рівня ґрунтових вод здійснюють за допомогою дрени (дренажної труби), яку закладають нижче шару ВНВ та поперек фронту руху ґрунтових вод до місця їхнього

кінцевого розвантаження із застосуванням протифільтраційної завіси, яку заглиблюють нижче рівня підошви шару ВНЗ. Відповідне креслення дренажної системи зображено на рис.1.

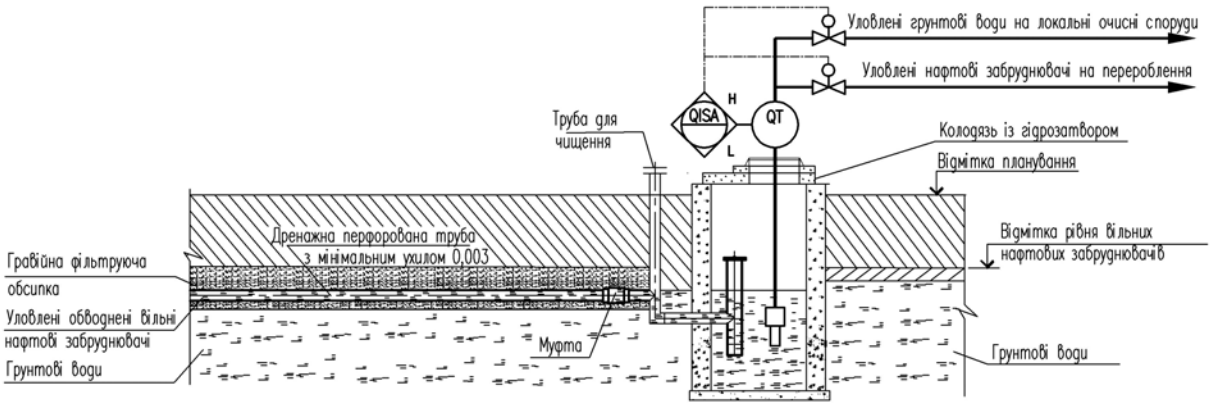


Рис.1. Дренажна система уловлювання ВНВ

При експлуатації дрени здійснюють періодичний контроль положення п’єзометричного рівня ґрунтових вод через наглядові колодязі з тим, щоб забезпечувати сталу воронку депресії припливу ВНВ. Періодичне чищення дренажної труби здійснюють за допомогою троса через стояки чищення. За рахунок періодичного відкачування обводнених ВНВ із приймального колодязя запобігають їхньому потраплянню за межі фільтраційної завіси та запобігають розширенню зони забруднення ґрунтів.

Уловлені нафтопродукти спрямовують в резервуари блока розділювання уловлених нафтопродуктів, де вони спочатку нагріваються до температури 60 ^{0}С, змішуються з деемульгатором та відстоюються за сталої температури протягом 12-24 годин. Нафтопродукт, що містить води не більше 1% (мас.) та механічних домішок не більше 1% (мас.) відкачують на установку первинного перероблення нафти та використовують як домішка до сирої нафти. Уловлені грунтові води та дренажні води резервуарів уловлених нафтопродуктів містять емульговані нафтопродукти, тому потребують додаткового очищення на очисних спорудах промислових стоків НПЗ.

Висновки

Очищення ґрунтових вод від ВНВ дозволяє зменшити техногенне навантаження на навколишнє природне середовище та одержати сировину для подальшого виробництва товарних нафтопродуктів при мінімальних капітальних та експлуатаційних витратах. Побудована дренажна система уловлювання ВНВ на НПЗ запобігає щорічному скиду у сусіднє водоймище більш ніж 3 тис.м^3 нафтопродуктів.

Список літератури

[1] A.A. Abrosymov, “Hydrocarbon processing systems ecology”. Moscow: Khymyia, 2002.

[2] A.M. Safarov, “Assessment and technology of negative influence reduction to environment from the side of big oil processing refineries,” M.S. thesis, Dept. Chem. Eng., Ufa state petroleum technological Univ., Ufa, Russia, 2014.

Investigation of mechanics of the solid phase motion in the gas flow of the fluid bed apparatus

Ruslan Ostroga[1], Nika Artyukhova[2]

1. Processes and Equipment of Chemical and Petroleum-Refineries Department, Sumy State University, UKRAINE, Sumy, R.-Korsakova street 2, E-mail: r.ostroga@pohnp.sumdu.edu.ua

2. Processes and Equipment of Chemical and Petroleum-Refineries Department, Sumy State University, UKRAINE, Sumy, R.-Korsakova street 2, E-mail: nikaartuhova@mail.ru

Abstract – One defined structural features of the shelf device classification section and experimentally established influence of the shelf length and degree of its perforation on the process of the fine fraction entrainment.

Keywords – perforated shelf, granulated superphosphate, entrainment.

Introduction

Currently the production and rational use of fertilizers is extremely important for agriculture, and before science there is a task to develop environmental friendly technologies of manufacturing and use of fertilizers. Nitrogen fertilizers (ammonium nitrate, urea) and phosphorus ones (superphosphate, ammophos) dominate in the range of mineral fertilizers used in all edaphic-climatic zones all over the world. They are transformed in the system soil – plant and provide the needs of growing plants in nutrient components. But along with the well-known advantages these fertilizers have significant drawbacks. They are highly soluble and they are quickly washed out from the arable layer, which leads to surface and groundwater contamination. Also, due to inefficient plant nutrition at different stages of growth, nitrite and nitrate accumulate in the main agricultural products.

One of the promising ways of improving the properties of various materials is modification of the starting materials by layering the protective shell (capsule) on their surface. Such coating modifies physical and chemical properties of the substances, improves their quality and extends their functionality; it enables to improve their performance characteristics.

To obtain granules with a high content of given size particles it is necessary to carry out granulation and classification processes simultaneously, which can be implemented in the shelf multistage apparatus with suspended layer (Fig. 1). A granulator is a box-like structure with a rectangular cross-section with the side ratio of 2:1.

Experimental research of the shelf length influence, and its perforation degree on the granules entrainment process

Experiments were carried out in the apparatus in the form of a vertical channel of rectangular cross section 0,1×0,05 m. Superphosphate granules were used as a starting material. In the first stage of the research it was necessary to obtain the best possible hydrodynamic and design parameters of the pneumatic classification upper section. There were installed inclining shelves in the working volume of the apparatus by the ratio l/B in the range of l/B=1 (free channel) to l/B=0,3. As it can be seen from Fig. 1, entrainment relative value ε has a maximum value for the shelves with the open area of 5 %.

Naturally-determined increase in fine particles entrainment with decreasing ratio l/B is explained by increase of the flow rate going through the unloading space. Pneumatic classification process of the shelf material with an open area 0 % (solid shelf), and 5 % is more intense than for the shelf with an open area of more than 15 %.

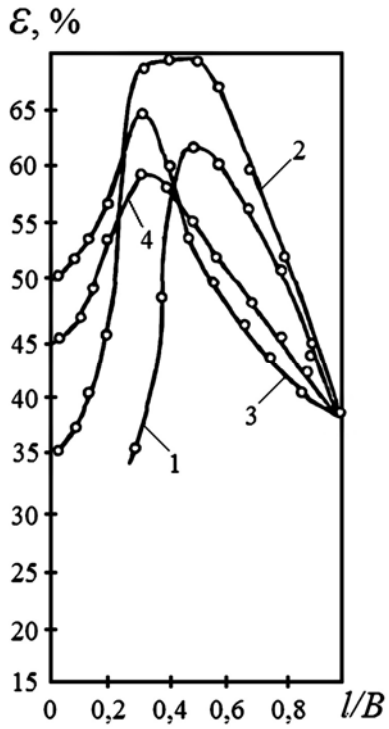


Fig.1. Influence of the shelf design parameters on the efficiency of removal the fraction, which is less than 1 mm. Open area of shelves: 1 – 4 – is 0 %, 5 %, 15 % and 30 % respectively. Angle of shelf inclination – 30°. Material – superphosphate. Consumption – 6 kg/(m^2·s)

This is explained by the fact that at low open area values of the shelf unit gas flow passes predominantly through the unloading space. For larger open area values a significant part of the gas flow goes through the shelf holes.

Efficiency of the fine fraction removal (less than 1 mm) in the entrainment, with the ratio l/B=0,5, has a maximum value for the shelf with the open area equal to 5 %. When installing the blind shelf in the working volume of the apparatus (0 % open area), the entire gas flow passes through the unloading space. It causes removal of fine fraction material in this zone. Perforations in the shelf (open area 5 %) cause a redistribution of the gas flow, directing some part of it through the holes in the shelf. In this case the gas flow rapidly interacts with the material not only in the unloading space, but also on the surface of the shelf. It leads to improving efficiency of the fine fraction removal from the material by 20 % in the perforated shelf devices, compared to the devices with blind shelves.

A further decrease in efficiency of the fine fraction removal in the entrainment when increasing open area of the inclined shelf to 15 % is caused by enhancement of the gas flow redistribution effect. Such decrease in the fine fraction removal efficiency leads to a reduction of costs needed for cleaning the exhaust gas from dust.

Conclusion

Having fulfilled the experiments one defined the design features of the pneumatic classification section of the multistage device namely for the shelves with open area equal to 5 % which provide maximal efficiency of the fine fraction (up to 1 mm) entrainment.

Acknowledgments

This research under the project «Improving the efficiency of granulators and dryers with active hydrodynamic regimes for obtaining, modification and encapsulation of fertilizers» (state registration number 0116U006812).

Kinetics and mass transfer processes of thermal catalytic neutralization of gas emissions in modern waste processing complexes

Valery Ved[1], Leonid Tovazhnyansky[2]

1. The department "Integrated technologies, processes and apparatuses", National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", UKRAINE, Kharkov, st. Kyrpychov, 2, E-mail: valeriy.e.ved@gmail.com

2. The department "Integrated technologies, processes and apparatuses", National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", UKRAINE, Kharkov, st. Kyrpychov, 2, E-mail: radnyk@kpi.kharkov.ua

The method for calculation, design and manufacturing of the catalytic converters for waste processing complexes has been developed. The development of the method and mathematical model of heterogeneous catalytic process of harmful impurities are based on the experimental study of parameters of the process catalytic thermal purification.

Public life inevitably leads to generation of waste that negatively affects the environment. The problem of the accumulation of household waste appears especially acute in large cities in places of maximum number of congestion of people: car stations, sea and railway stations, airports. Acceptable solution to the problems is found through the creation of mobile and stationary waste processing systems of various productivity [1,2]. In Ukraine these systems operate at railway stations (Kharkiv city) and territories of seaports (Mykolayiv city).

Waste processing complexes for solids are made as stationary (block-container) or mobile units. Mobile units are assembled on rail or car platforms. Regardless of the complex type the units are equipped with the following protection systems that prevent harmful substances of any aggregate state to get into the human habitat: combustion chamber, post-combustion chamber, 1st catalytic purification unit, soda solution injection system, cyclonic separator for gas pre-treatment, 2nd low-temperature catalytic reactor, bag filter with impulse regeneration, adsorptive charcoal filter fabric. The most important stage of the protection system is the stage of gases purification which outflow of waste combustion facilities since gases may contain poisonous and carcinogenic compounds.

Existing methods of calculation and design of catalytic converters based on approximate, simplified approaches based on consideration of the process of catalytic conversion from chemical kinetics position or the position of mass transfer laws. It means that methods do not include a number of critical factors.

Design of blocks of catalytic converters should be based on consideration of dynamic thermal and physical loads, on diverse flow rate of catalytic reactions on different parts of the support surface which caused by diverse hydrodynamic and thermal conditions in a volume of converter. This requires a detailed study of the parameters of the thermal decomposition of harmful impurities in the gas emissions and creating a mathematical model of the impurities conversion process.

Controlling parameters of heterogeneous catalytic process of gas emissions thermal decomposition have been studied and identified. Controlling parameters have been identified for limiting stages of chemical kinetic and external diffusion by varying following parameters: surface concentration of catalytically active compounds on a carrier, the concentration of contaminants in the gas stream, contact time interacting phases, surface of the carrier occupied by catalytically active centers.

The formula for conversion degree of hydrocarbons for chemical kinetic limiting stage is proposed:

$$x_k = 1 - exp\left[-t_k \cdot \frac{273}{T} \cdot k_0 \cdot exp\left(\frac{-E}{RT}\right) \cdot C_k^n \cdot \frac{S_k}{V_p}\right], \quad (1)$$

where S_k – surface of the carrier occupied by catalytically active centers, m^2; V_p – reactor volume occupied by catalyst; m^3; C_k^n – the concentration of catalytically active compounds, g/m^2; t_k – the

contact time of the gas stream with a catalyst, sec; k_0 – pre-exponential factor; E – activation energy, kJ / mol; R – universal gas constant, к kJ / (mol·K^{-1}); T –the temperature in the reaction zone, K.

In the study of catalytic thermal oxidation process in the external diffusion limiting stage it is offered to assess the impact of catalyst concentration on carriers surface, concentration of hydrocarbons in the gas mixture and gas flow rate on the mass-transfer coefficient:

$$\beta = \frac{V_p}{t_k \cdot S} \cdot ln\left(\frac{C_0^{CH}}{C_k^{CH}}\right), \quad (2)$$

where C_0^{CH} – the concentration of hydrocarbons in the initial time, g/m^3; C_k^{CH} – the concentration of hydrocarbons in the end of reactor, g/m^3.

All research data of hydrocarbons catalytic decomposition process in the external diffusion limiting stage allowed to form a data set from which the dependence of the mass-transfer coefficient on the studied parameters is obtained:

$$\beta_\Sigma = e^{m_1} \cdot \Re^{m_2} \cdot P_1^{m_3} \cdot \frac{D}{d} \cdot ln\left(C_0^{CH}\right) \cdot C_k^{m_4}, \quad (3)$$

where m_1=-22,494; m_2=1,684; m_3=14,524; m_4=0,586.

With the use of equation (3) the dependence of the hydrocarbons conversion degree for the external diffusion limiting stage is obtained:

$$x_d = 1 - exp\left(-\beta_\Sigma \cdot t_k \cdot \frac{273}{T} \cdot \frac{S}{V_p}\right). \quad (4)$$

Resulting equations allowed to develop methodology for calculation, design and conclude recommendations for production catalytic gas cleaning equipment for waste processing facilities with productivity of 100 kg and 400 kg per hour for Kherson seaport and Kyiv railway station respectively.

References

[1] L.L. Tovazhnyanskii, V.E. Ved', V.A. Koshchii, A.I. Rovenskii, V.P. Meshalkin, E.V. Krasnokutskii, «Effectiveness of Operation of Sewerage System of Mobile Complex of Thermocatalytic Waste Treatment», Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2011, V. 45, № 6, P. 838–841.

[2] L.L. Tovazhnyanskyy, V.E. Ved, V.A. Koshchii, A.I. Rovenskii, E.V. Krasnokutskii, «Mobile Thermocatalytic Waste Processing Complex», Chemical Engineering Transaction, 2013, V. 35, 16-th Conference on Process integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, PRES'13, 29 September – 2 October 2013, Rhodes, Greece. – PART 2, – P. 907–912.

Використання обліпихи в технології очистки нафтозабруднених ґрунтів

Тетяна Жак, Ольга Романюк, Леся Шевчик

Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, УКРАЇНА, м. Львів, вул. Наукова, 3-а, 79053, E-mail: zhachok46@gmail.com

Hippophae rhamnoides has been proposed for phytoremediation of oil-contaminated soils because of its high adaptation to the extreme conditions of contaminated soils. H. rhamnoides improve the physical and chemical properties of soil, enrich level of nitrogen compounds and reduce the amount of oil, allowing to increase the degree of purification.

Ключові слова – нафтове забруднення, токсичність, ґрунт, фіторемедіація, обліпиха крушиновидна.

Нафтове забруднення є одним з найбільш небезпечних видів забруднень, негативна дія якого виявляється на всіх етапах промислового освоєння нафтових родовищ. Ґрунтовий покрив першим приймає на себе «екологічний удар». Будучи природним бар'єром, він певною мірою стримує розповсюдження забруднення, однак, одночасно стає накопичувачем та джерелом вторинного забруднення атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод. Природне самоочищення ґрунтів – довготривалий і складний процес, який не завжди завершується повним відновленням ґрунтової екосистеми. Тому розробка екологічно нешкідливих технологій очищення ґрунтів від нафтового забруднення є важливим завданням при вирішенні проблем техногенно порушених земель.

Ліквідацію нафтових забруднень ґрунту здійснюють, зазвичай, механічними (виїмка ґрунтів, збір нафтопродуктів) або фізико-хімічними методами (екстракція парою, промивання ґрунту, сорбція, відновлення територій за допомогою ініційованого гумінового сорбенту), які трудомісткі та довготривалі, не забезпечують повноти очищення і часто призводять до вторинного забруднення довкілля. Сьогодні все більшої переваги надають біологічним методам, зокрема, фіторемедіації, яку успішно використовують для очищення ґрунтів від важких металів та радіонуклідів. Однак її використання для очищення нафтозабруднених ґрунтів стримується складністю цього забруднення, якому притаманні полікомпонентність, гідрофобність, трансформація у часі, висока токсичність щодо живих організмів, порушення балансу між головними елементами живлення – вуглецем і азотом, що робить неможливим зростання більшості рослин. Тому на першому етапі ми проводили пошук ефективних рослин-фіторемедіантів, стійких до нафтового забруднення. Для цього провели аналіз літературних джерел та власні польові дослідження.

Позитивний ефект використання злакових зумовлений великою площею поверхні кореня, за рахунок якої ґрунт збагачується кореневими виділеннями, що стимулює ріст мікроорганізмів і, відповідно, інтенсифікує розкладання нафти і нафтопродуктів. Довгокореневищні види здатні отримувати вологу зі значних глибин 3–5 м, що дає змогу їм виживати за умов гідрофобності грунту. Бобові завдяки здатності фіксувати атмосферний азот забезпечують себе джерелом мінерального живлення у нафтозабрудненому ґрунті. Однак, використання цих рослин передбачає необхідність ретельної попередньої обробки ґрунту, полив, повторення процесу висаджування насіння у наступні роки, можливість використання лише на рівнинних, відносно невеликих територіях, або не на сильно забруднених нафтою ґрунтах. Тому ми продовжили пошук рослин-фіторемедіантів, здатних забезпечити стійкий ефект відновлення при зменшенні стадійності робіт. Перспективним з цієї точки зору є використання багаторічних рослин – дерев і кущів, завдяки пролонгації їх ремедіаційної дії та можливості використання отриманої біомаси, як джерела вторинного палива. З цією метою

опробувані береза, верба, обліпиха крушиновидна. Найліпші результати отримано при використанні обліпихи крушиновидної (*Hippophae rhamnoides* L.), яка стовідсотково приживається на сильно забруднених ґрунтах, до 12 % нафти у ґрунті [1], ступінь очищення ґрунту на четвертий рік росту обліпихи досягає 92,7 % за початкового забруднення грунту нафтою 123 г/кг (табл. 1) [2]. Обліпиха є багаторічною, швидко росте, розростається в куртину, невибаглива до ґрунтових умов та забезпечує себе джерелом мінерального живлення завдяки симбіозу кореневої системи з азотфіксаторами. Фіторемедіаційна ділянка за чотири роки розростається в куртину, площа якої у три рази перевищує вихідну ділянку.

Таблиця 1

Вплив обліпихи на біодеградацію нафти у ґрунті , початкове забруднення 123 г/кг [2]

	Часовий період ремедіації			
	0-й рік	1-й рік	2-й рік	4-й рік
Вміст нафти у ґрунті, г/кг	123	26,5	13,9	9,0
Сумарне очищення ґрунту, %	0	77,5	88,7	92,7

Стійкість обліпихи до нафтового забруднення уможливлює її використання навіть без попереднього очищення ґрунту традиційними фізико-хімічними методами, що зменшує стадійність відновлювальних робіт і робить запропонований спосіб фіторемедіації ґрунтів економічно вигідним. Встановлено, що оптимальною є висадка живців висотою 30–40 см у шаховому порядку широкорядно-вузькорядним способом, де відстань між широкими рядами 4–4,5 м, вузькими – 1 м, відстань між рослинами – 1,5 м. Така посадка забезпечує швидке заростання нафтозабрудненої території, а також можливість механізованого зрізання дорослих рослин на 5–6 рік, коли обліпиха максимально виробляє біомасу. Після вирубки обліпихи з її кореневої системи виростають нові рослини. Тим самим, одноразова посадка може постачати біомасу на тривалий період. Біомасу пропонується використовувати як самостійне паливо або для отримання рідкого пального. Обліпиха має високу теплотворну здатність деревини (4785,5 кал/кг), що відповідає 0,68 т вугілля, а це значно більше ніж у більшості дерев. Обчислені техніко-економічні показники запровадження ремедіації обліпихою показали, що витрати на закладання фіторемедіаційної ділянки площею 1 га становлять 20 тис. грн.

Висновки

Обґрунтовано доцільність використання обліпихи крушиновидної для очищення та регенерації нафтозабруднених грунтів. Обліпиха успішно адаптується до екстремальних умов нафтозабрудненого ґрунту, поліпшує його фізико-хімічні властивості, зменшує кількість нафти у ґрунті, розростається у куртини швидко накопичує біомасу, яку пропонується використовувати в якості палива або для отримання рідкого пального.

Список літератури

[1] O. I. Romanyuk, et. al., ‘‘Conduct environmental monitoring of groundwater, gas contamination of air and pollution of soils in the city Borislav’’, Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels InPOCC NAS of Ukraine, Lviv, 2008.

[2] O. I. Romaniuk, L. Z. Shevchyk, O. I. Terek, ‘‘Method of cleaning of technogenic soils, contaminated with oil’’ UA Patent 86572; 10 June 2014.

Blending of fertilizers for balanced fertilization

Paulina Bogusz[1], Anna Zdunek[1], Marzena Mikos-Szymańska[1], Piotr Rusek[1]

1. Fertilizer Department, New Chemical Syntheses Institute, POLAND, Puławy, Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, paulina.bogusz@ins.pulawy.pl

Abstract - The work presents an assessment of the potential for the production and use of blend fertilizers, which may be alternative to complex fertilizers. Thanks to the fact that these fertilizers are adapted to the soil and specific plant requirements, the effect of leaching nitrogen is minimized.

Keywords – blend fertilizers, balanced fertilization, water pollution, overfertilization

Introduction

Modern agricultural practices, including the use of inorganic fertilizers, can cause too much of nitrogen getting into the underground water supplies. The application of fertilizers that are not adjusted to the soil fertility status and plant nutrient requirements, contribute to the problem of nitrogen overdose. The growing plants are not able to utilize fully the excess of nitrogen which will consequently leach into streams. Using correct amounts of carefully-applied fertilizers in necessary, not only for economic but also for environmental reasons. This effect can be achieved through the use of blend fertilizers.

Blend fertilizers are fertilizers produced by mixing individual fertilizers without use of chemical reactions. If they correctly applied, the yield and quality of crops are improved and undesirable environmental effects are minimalized. Fertilizers for blending may often be purchased at a lower price and require simple equipment for mixing them. On the other hand, they have to meet a number of requirements, which cannot be ignored in the quest for economical crop production.

Segregation is the main problem of blend fertilizers. The quality of this fertilizers depends on the careful adjustment of the grain size of the raw materials. Moreover there should be no reaction between the fertilizers that would affect their properties or reduce their effectiveness.

In the work, the possibility of obtaining the fertilizer blends was evaluated. Chemically matched blends were subjected to physical compatibility assessment. Base on granular composition, their tendency to segregation was assessed by two grading factors: Size Guide Number (SGN) and Uniformity Index (UI).

Conclusion

Application of suitably matched blend fertilizer can replace the use of complex fertilizers. This enables to reduce costs and contribute to environmental protection by limiting overfertilization.

References

[1] B. Grzmil, „Wieloskładnikowe nawozy kompleksowe i mieszane. Studium porównawcze”, Przemysł Chemiczny, 2002, 81/2, pp. 92 – 97.

[2] T. Gucki, W. Janiczek, A. Winiarski, „Zasady mieszania nawozów mineralnych”, Warszawa, 1975.

[3] M. Handley, „Raw Material Requirements for Quality Bulk Blends”,Special Publication International Fertilizer Development Center, SP-9, 1988, pp. 64 – 66.

[4] O. Miserque, E. Pirard, “Segregation of the bulk blend fertilizers”, Chemometries and intelligent laboratory system, 2004, 74, pp. 215 – 224.

A Gap in The Method of Dehydrogenases Activity Determination in Activated Sludge

Konrad Matyja [1], Anna Trusek-Hołownia[1]

1. Division of Bioprocess and Biomedical Engineering, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, Wrocław, ul. Norwida 4/6, 50-373 Wrocław, E-mail: konrad.matyja@pwr.edu.pl

Dehydrogenases activity is often measured using artificial electron acceptor TTC. However products of enzymatic reduction of TTC can react with metals ions. That may be the cause of misinterpretations of results obtained from samples contaminated with heavy metals. Influence of selected metals ions on absorbance of TPF in UV-VIS spectrum was discussed.

Keywords – activated sludge, dehydrogenase activity, copper ions, heavy metals, TTC

Introduction

Activated sludge is in common use in water treatment plants around the globe. One of the most important parameter which describes general condition of activated sludge and its ability to degrade organic pollutants is a dehydrogenases activity. It is often measured using method which is based on an artificial electron acceptor 2,3,5-Triphenyl-tetrazolium chloride (TTC) [1]. Reduction of TTC to red 1,3,5-triphenyltetrazolium formazan (TPF) is catalyzed by electron transport chains enzymes. The concentration of TPF is proportional to the intensity of a red color in the sample. However, TPF can react with some of heavy metals ions which may cause a decrease of the color intensity or even a total disappearance of the red color [2]. This phenomenon can cause the misinterpretation of dehydrogenase activity measurements. In other words, a lack of the color can be understood as the lack of dehydrogenases activity.

The aim of this study was to identify metal ions which can cause TPF decolonization.

Materials and Methods

Tested metals salts: $ZnCl_2$, $CuCl_2$, $AlCl_3$, $PbCl_2$, $NiCl_2$, $HgCl_2$, $CuSO_4$, $AgSO_4$, $CdSO_4$, $Cd(NO_3)_2$, $Pb(NO_3)_2$, were supplied by (POCH, Poland).

0.2 μmol of metal ions dissolved in 40 μL water was added to 5 mL of methanol solution containing 0.2 μmol of 1,3,5-triphenyltetrazolium formazan (≥90%, Sigma). This addition was repeated after 10 min and 24h.

Absorbance of TPF solution was measured in the range between 190 and 1100 nm (with resolution of 1 nm) using Spectrophotometer Spectroquant® UV / VIS Pharo 300 (Merck).

Results and Disscusion

None of the examined salts did not influenced the color intensity of TPF solution in methanol beside of $CuCl_2$ and $CuSO_4$. Addition of copper ions can cause a total decolonization of TPF. Results are presented on Fig. 1. It has been clearly shown that even small doses of copper ions can cause decrease in absorbance of TPF in the range of 390 -590 nm. For equal molar concentration of copper ions a stronger effect was observed in the case with copper chloride. This is probably because of its better solubility in water - 730 g/L (20 °C) and in methanol - 680 g/L (15 °C) (compared to copper sulfate 320 g/L (20°C) , 10.4 g/L (18 °C) respectively in wetter and methanol). The higher the solubility, the more active copper ions in solution and the effect of decolorization is greater.

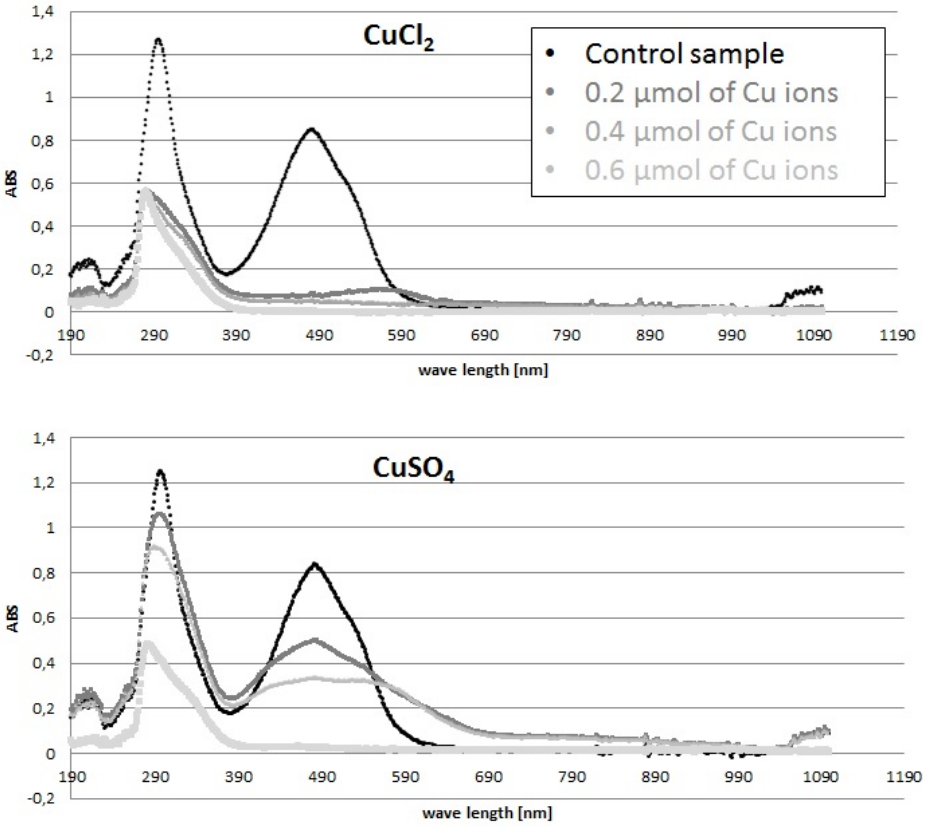


Fig.1. Absorbance of TPH solution in the range between 190 and 1100 nm

It should be noted that the range of copper ions influence is directly related with red color intensity (390 - 590nm).

In most cases concentration of TPF in determined by absorbance measure at 485 nm [1]. In samples which contain copper ions, the absorbance at this wave length can be lower than in samples without copper ions. That is why even when the true activity of dehydrogenases is high, the method with TTC can give results as the activity would be low. It can lead to many misinterpretation of the results of monitoring of general conditions of activated sludge microorganisms. The case is even more important as the cooper ions should be available for microorganism because it is one of the micronutrients. Moreover copper beyond some concentration in one of frequently described contaminants in soils and waters. Therefore cooper ions concentration should be measured and taken into consideration while dehydrogenases activity is determined.

Conclusion

Copper ions can cause the decolorization of 1,3,5-Triphenyltetrazolium formazan which can lead to underestimation of dehydrogenases activity present in an activated sludge.

References

[1] K. Matyja, A. Małachowska-Jutsz, A.K. Mazur, K. Grabas, “ Assessment of toxicity using dehydrogenases activity and mathematical modeling” in Ecotoxicology, 2016, 25 (5), pp. 924-939

[2] N. S. Mahmoud, A. E. Ghaly, “ Influence of Temperature and pH on the Nonenzymatic Reduction of Triphenyltetrazolium Chloride” in Biotechnology progress, 2004, 20, pp. 346-353

Оцінка ефективності перліту при сорбції нафтопродуктів

Олена Левицька [1]

1. Кафедра безпеки життєдіяльності, Дніпропетроський національний університет ім. О. Гончара, УКРАЇНА, Дніпро, 49010, пр. Гагаріна, 72, E-mail: LLevi@ukr.net

The problem of environmental pollution with oil products was shown in the work. The properties and ways of application of the sorbent perlite were considered. It identifies qualitative characteristics bloated perlite for oil products of different factions.

The Keywords - pollution, oil products, sorption, perlite, sorption capacity.

Вступ

Загроза забрудненості довкілля, зокрема поверхневих вод та ґрунтів внаслідок проливів поллютантів та скиду неочищених стічних вод, стимулює розробку новітніх очисних систем та матеріалів. При цьому актуальним є пошук ефективних, хімічно безпечних та недорогих сорбентів забруднюючих речовин.

Перліт сьогодні використовується в якості сорбційного матеріалу, оскільки має розвинену поглинаючу поверхню, наділений високими адгезійними властивостями, є пористим, термостійким, нерозчинним у воді, нетоксичним та хімічно інертним матеріалом [1]. Сорбенти на основі перліту застосовуються для очищення промислових стоків у стаціонарних фільтрах, для очищення вод, забруднених нафтою і нафтопродуктами, на судах у переносних фільтрах із завантаженням перлітовим гравієм, при аварійних розливах нафти і нафтопродуктів [2]. Порівнюючи перліт із іншими природними промисловими сорбентами слід зазначити, що його статична нафтоємність складає 5–7 кг/кг сорбенту і є вищою, ніж сорбційна ємність глини, кварцового піску, опилок, деревинної стружки, гранульованого торфу, цеоліту та бурого гумінового вугілля [3]. З метою посилення сорбційних властивостей перлт піддають термічній обробці. При нагріванні до високих температур зв'язана вода, що знаходиться у перлітовому піску, розпирає породу і формується так званий спучений перліт [4]. Дослідним шляхом була перевірена сорбційна ємність спученого перліту у динамічних та статичних умовах за нафтопродуктами легких, середніх та важкої нафтових фракцій і нафти. Отримані результати значно перевищили значення статичної нафтоємності необробленого перліту.

Висновки

Таким чином, спучений перліт є одним із перспективних сорбентів для збирання нафти і нафтопродуктів із ґрунтових та бетонних поверхонь та може стати основою для виготовлення сорбційних матеріалів для очищення поверхневих водойм після проливу вказаних поллютантів.

Список літератури

[1] Perlite as a sorbent [Online]. Available: http://www.perlit.com.ua

[2] Matveyeva O. L., Demyanko D. O., Kopyylenko A.V. Efektyyvnist zastosuvannya sorbentiv pri ochisttsi zabrudnenyykh vod [The effectiveness of sorbents in the purification of polluted water]. Kharchova promyyslovist, no. 12, pp. 162-166, Jan. 2012.

[3] Artyomov A.V., Pinkin A.V. «Sorbcionnyye technologii ochistki vodyy ot neftyanyykh zagryaznenyiy» [Sorption technologies of water purification from oil pollution]. Voda: khimiya i ekologiya, no. 1, pp. 18-24, July. 2008.

[4] Bloated perlite [Online]. Available: http://vermiculite.com.ua/produktsiya/perlit-spuchenij

Оцінка впливу життєвого циклу продукту з використанням метода аналізу ієрархій

Богдана Комариста[1], Владислав Бендюг[2]

[1]Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, м.Київ, пр-кт Перемоги, 37, корп.4, E-mail: angel2nika@gmail.com

[2]Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», УКРАЇНА, м.Київ, пр-кт Перемоги, 37, корп.4, E-mail: vladys77@gmail.com

The expediency of using the analytic hierarchy within the impact assessment of the product life cycle on the environment. Considered hierarchical structure factors influencing the final comprehensive assessment. The mechanism of calculating the weighting coefficients by decomposing the overall problem and pairwise comparisons factors of each level of the hierarchy.

Ключові слова - життєвого циклу продукту, вплив на навколишнє середовище, процес аналітичної ієрархії, вагові коефіцієнти, метод парних порівнянь, шкала пріоритетів, експертна оцінка.

Вступ

Відповідно до концепції сталого розвитку, виробництва мають впроваджувати високотехнічні, екологічно безпечні технології, які здатні забезпечувати випуск продукції, що відповідає вимогам міжнародних стандартів. Для вибору технологій необхідний облік всіх стадій життєвого циклу продукту (ЖЦП), включаючи використання ресурсів, виготовлення продукції, її споживання та утилізацію. Можливість негативного впливу виробництва і споживання продукції на навколишнє природне середовище (НПС) підвищує актуальність розробки методів мінімізації його наслідків. При вивченні усіх стадій ЖЦП на НПС, якому присвячена робота [1], пропонується розглядати середнє геометричне п’яти унітарних індексів - сталого розвитку, енергоємності продукції, виробничого забруднення, ефективності використання природних ресурсів, шкідливості продукту. Ці індекси є комплексним показником і являють собою безрозмірні величини в інтервалі від 0 до 1.

Оскільки п’ять унітарних індексів є основною частиною визначаючих факторів, а нижня частина не представлена, тож пропонується для їх представлення використати метод аналізу ієрархії (МАІ), який був розроблений Т. Сааті в 1970-х рр. [2]. Він використовується для вирішення прикладних екологічних задач [3]. При вирішенні задачі за допомогою МАІ її розбивають на більш прості складові, тобто попередньо структурують і представляють у вигляді ієрархії окремих частин.

Перший рівень ієрархії завжди має одну вершину - мета дослідження, в даному разі це оцінка впливу ЖЦП на НПС. Другий рівень ієрархії складають фактори, які безпосередньо впливають на досягнення цілей: сталість ресурсоспоживання; виробнича енергоємність; виробниче забруднення; ефективність використання природних ресурсів; шкідливий вплив продукту. Кожен з них впливає на верхню ієрархію на стадії побудови, в поєднанні з верхньою частиною першого рівня. Третій рівень складається з факторів, які впливають на верхню частину другого рівня (рис. 1). Для шкідливого впливу продукту – це вплив на зміну клімату, шкода здоров’ю людини, шкода НПС та шкода екосистемам; для виробничого забруднення це забруднення поверхневих вод, забруднення атмосфери, забруднення ґрунтів і т.д. для всіх вершин другого рівня. Процес побудови ієрархічної структури триває до тих пір, поки не буде включати в себе всі основні фактори.

Після закінчення побудови ієрархії для кожної материнської вершини проводиться оцінка вагових коефіцієнтів, що визначають ступінь її залежності від вершин нижчого рівня,

з використанням методу попарних порівнянь (суджень).

Цей метод полягає в тому, що елементи кожного рівня порівнюються попарно за критерієм, в якості якого виступає елемент більш високого рівня ієрархії.

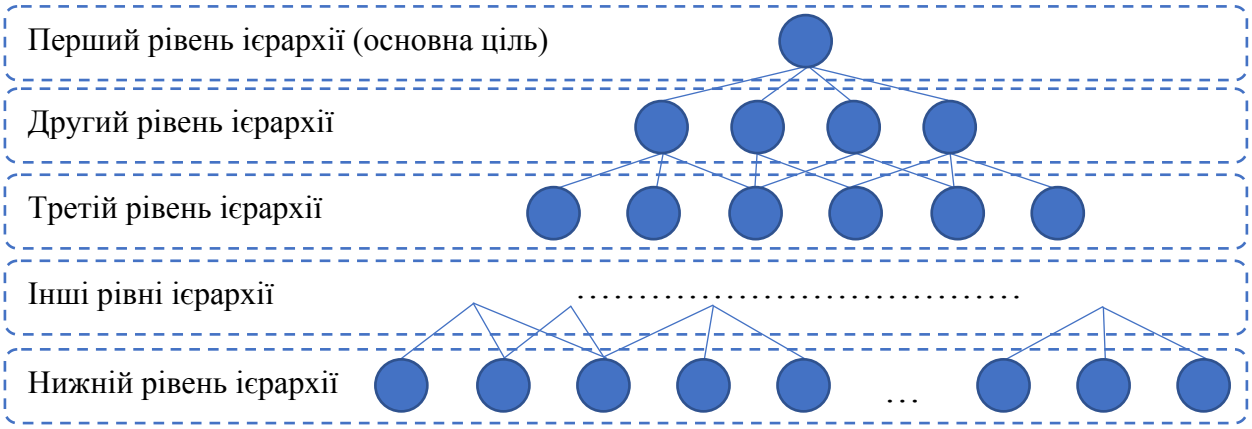


Рис. 1 – Загальне представлення ієрархічної структури факторів впливу при використанні методу аналізу ієрархій

Попарні порівняння проводять за дев'ятибальною шкалою пріоритетів, представленою в таблиця 1 [2].

Таблиця 1

Шкала пріоритетів

Інтенсивність відносної важливості	*Якісне значення*
1	Рівна важливість
3	Помірна перевага одного над іншим
5	Істотна або сильна перевага
7	Значна перевага
9	Дуже велика перевага
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями

Висновок

Метод аналізу ієрархій може застосовуватись для призначення вагових коефіцієнтів при розрахунку комплексної оцінки впливу етапів ЖЦП на НПС, оскільки він, по-перше, враховує ієрархічну причинно-наслідковий структуру формування остаточної оцінки, а по-друге - містить в собі механізм самоконтролю, що фіксує внутрішні протиріччя при виробленні великої кількості експертних суджень. Застосування методу аналізу ієрархії при оцінці впливу ЖЦП дозволить сформувати більш адекватну загальну оцінку негативного впливу на НПС.

Список літератури

[1] B. M. Komarysta, «Modeliuvannia ta rozrakhunok indykatoriv staloho rozvytku dlia tekhnolohichnykh system», avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. 21.06.01 «Ekolohichna bezpeka», Sumy, 2014, 23 s.

[2] T. Saaty «Pryniatye reshenyi pry zavysymostiakh y obratnыkh sviaziakh: Analytycheskye sety», per. s anhl., nauchn. red. A.V. Andreichykov, O.N. Andreichykova, M., Yzdatelstvo LKY, 2008, 360 s.

[3] L. Ia. Anishchenko «Kompleksna otsinka vplyviv i upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu protiazhnykh hidrotekhnichnykh sporud», avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia dokt. tekhn. nauk: spets. 21.06.01 «Ekolohichna bezpeka», Kharkiv, 2011, 36 s.

Ртуть у вугіллі – екологічна проблема вугільних ТЕС

Людмила Гапонич[1], Тетяна Шендрік[2], Миколай Машьянов[3]

[1]Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки, Національний університет харчових технологій, УКРАЇНА, Київ, 01601, вул. Володимирська 68, haponych@ukr.net

[2]Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії імені Л. М. Литвиненка НАН України, УКРАЇНА, КИЇВ, 02160, вул. Харківське шосе, 50, shendrik@nas.gov.ua

[3]ТОВ Люмекс-маркетинг, РОСІЯ, Санкт Петербург, 192029, пр. Обухівської Оборони 70/2, nrm@lumex.ru

The main factors determining the volumes of mercury emission from Ukrainian thermal power plants are the vast fuel consumption, mercury content in it, and the absence of cleaning installations at thermal power stations. In the presents work, we have investigated mercury content and forms in the power-generating coal of Donetsk and Lviv-Volyn fields. We have also analyzed the dependence of mercury content on its sulfur content.

Ключові слова – ртуть, шкідливі викиди, вугілля, сірчистість, теплоелектростанція

Вступ

Ртуть є глобальним забруднювачем навколишнього середовища. Вона присутня у вугіллі всіх типів і вивільняється в навколишнє середовище при його термічній переробці. Загальні щорічні викиди ртуті від вугільних теплових електростанцій (ТЕС) в атмосферу становлять від 200 до 450 т. Зниження викидів ртуті підприємствами енергетики, насамперед ТЕС, є і актуальною і обговорюваною в світі екологічною проблемою. В Україні ртуть та її сполуки відносять до першого класу небезпеки. Головні фактори, що визначають об’єми викидів ртуті від теплової енергетики – це обсяги споживання вугілля, вміст у ньому ртуті, наявність на ТЕС очисних установок. В останні роки на українських ТЕС споживається близько 30 млн. т вугілля щорічно. Треба зазначити, що в Україні енергоблоки оснащено лише пиловловлювачами, на жодній ТЕС не встановлено електрофільтрів. На ТЕС показник уловлювання ртуті циклонами та скруберами становить близько 20 %.

Дослідження вмісту ртуті у вугіллі

Вміст ртуті у вугільних пластах залежить від їхнього генезису, тому для різних родовищ концентрація ртуті коливається від 0.01 ppm до 30 ppm. Наприклад, для вугілля США це 0.01–3.3 ppm, Росії – 0.01–0.85 ppm, ПАР – 0.01–1.0 ppm, південно-західних басейнів Китаю – 0.55 ppm. Досить детально ртутна мінералізація вивчена для вугілля Донецького басейну, де середній вміст ртуті становить 0.70 (0.08–8.55) ppm.

Донбас є одним з найбільших гірничорудних районів всього світу, де за більш ніж 200 років промислової розробки видобуто понад 8 млрд. т вугілля. Основа існування регіону це його мінерально-сировинні ресурси. З іншого боку, їх активне використання це основна причина екологічних проблем регіону. Микитівське рудне поле (м. Горлівка, Донецька область) є найзначнішим родовищем ртутних мінералів в Європі. До його складу входять кілька родовищ ртуті, які розроблялися кар'єрним способом. Центральна частина рудного поля розкрита двома шахтними стовбурами до глибини 600 м. Всього тут було видобуто понад 30 тис. т ртуті. Наприкінці минулого сторіччя видобуток ртуті було припинено, але залишилася екологічно порушена територія. Кількість ртуті в ґрунтах м. Горлівки досягає 15–20 ppm. У періоди тектонічної активізації ртуть надходила з мантії по глибинних розломах і утворювала не тільки ртутні родовища, а й розсіювалися в породах вугленосної товщі. Найбільш збагачені ртуттю вугілля Центральної зони Донбасу, де середній вміст ртуті складає 1.21 ppm. При цьому вміст ртуті у деяких вугільних пластах Микитівського рудного

поля сягає 30 ppm. У золі і шлаках ТЕС, що працюють на Донецькому вугіллі вміст ртуті складає від 0.17 до 1.55 ppm.

Ртуть в вугіллі може існувати в трьох формах, елементна ртуть, Hg^0, неорганічна ртуть у вигляді Hg^{2+}, і органічна ртуть, яка пов'язана з органічними сполуками (наприклад, іон метилртуті $[CH_3Hg]^+$, гідроксиметилртуть CH_3HgCH_3 і т. п.). У вугіллі з фоновим вмістом ртуті домінують дві форми: ртуть, пов’язана з мінеральними компонентами ($Hg^{сульф}$) (пірит, представлений дібнодисперсною фракцією, FeS_2, і ін. сульфіди), і ртуть, пов’язана з органічною речовиною. У вугіллі з аномально високим вмістом ртуті зустрічаються також металева ртуть (Hg^0) і кіновар (HgS).

Розподіл ртуті в вугіллі зазвичай контролюється двома його властивостями - зольністю і сірчистістю. За інших рівних умов проявляється залежність: чим вище сірчистість вугілля, тим вище вміст ртуті, саме $Hg^{сульф}$ дає найбільший внесок у валовий вміст ртуті. При збагаченні вугілля в концентрати, які направляються на спалювання, переходить від 25 до 70 % ртуті, решта розсіюється в шламах і промпродукті. Ртуть в концентратах представлена органічною та мікромінеральною піритною фракціями.

Нами проаналізовано 20 проб вугілля Донецького і Львівсько-Волинського родовищ з вмістом сірки S^d_t від 0.9 до 3.5 %. Для аналізу використовувався зеєманівський ртутний спектрометр РА-915+ і його нова модифікація РА-915М (група компаній «Люмекс»). Статистична обробка результатів дає середній вміст ртуті в пробах вугілля Донецького родовища: 0.39±0.23 ppm, Львівсько-Волинського родовища: 0.41±0.17 ppm. Значення вмісту ртуті для вугілля Львівсько-Волинського басейну отримано вперше.

Вміст ртуті в димових газах українських ТЕС визначається її високим вмістом у вихідному паливі. При згорянні вугілля в топці котла ртуть переходить в димові гази у вигляді парів елементної ртуті Hg^0, оксидів і солей Hg^{2+}, вільних або хемосорбованих на частинках золи. Єдиний шлях зниження атмосферної емісії ртуті – її окислення за схемою: $Hg^0 \rightarrow Hg^{2+}$. Тільки Hg^{2+} може сорбуватися в зольному винесенні (на поверхні вуглецевих, силікатних і сульфатних фаз) та в скруберних гіпсах. Але при цьому, двовалентна ртуть є водорозчинною і, потрапляючи в природне середовище, може пройти через ряд хімічних перетворень і формувати високотоксичну метилртуть.

Висновки

Головні фактори, що визначають об’єми викидів ртуті в тепловій енергетиці України це величезні обсяги споживання вугілля, високий вміст у ньому ртуті, відсутність на ТЕС очисних установок. Тому невідкладним є розробка і застосування різних технічних заходів зниження викидів ртуті на діючих ТЕС України.

Біологічна переробка відходів

Валерій Шапорев[1], Інна Пітак[2], Олег Пітак[3]

1. Кафедра хімічної техніки та промислової екології, НТУ «ХПІ». УКРАЇНА. м. Харків, вул. Кирпичова 2, 61002, e-mail: ipitak5@gmail.com

2. Кафедра хімічної техніки та промислової екології, НТУ «ХПІ». УКРАЇНА. м. Харків, вул. Кирпичова 2, 61002, e-mail: ipitak5@gmail.com

3. Кафедра охорони праці та навколишнього середовища, НТУ «ХПІ». УКРАЇНА. м. Харків, вул. Кирпичова 2, 61002, e-mail: opitak77@gmail.com

Annotation − The most urgent problems of cities and other localities relates problem the removal and recycling of solid household and industrial waste that defines sanitary and epidemiological welfare of cities. The goal of our research is to study the present state solid waste, the possibility of using of innovative approaches to solving complex problems related to waste management.

Ключові слова – переробка, відходи, компостування, екологічна проблема, методи, грунт

Вступ

Щодня мешканці міст нашої планети викидають тисячі тонн непотрібних матеріалів. Ця суміш, містить цінні метали, скляні контейнери, придатні для подальшого використання, макулатуру, пластик і харчові відходи. Збільшення кількості відходів та нестача коштів на їх переробку головна проблема сьогодення багатьох міст нашої країни. Проблема відходів має високу гостроту через низьку швидкість їхнього розкладення. Папір руйнується через 2 − 10 років, консервні банки майже за 100 років, поліетиленові матеріали − за 200 років, пластмаса − за 500 років, а скло для повного розкладу вимагає 1000 років. Муніципальні органи влади намагаються знайти найкращий спосіб для вирішення проблеми утилізації відходів.

Методи утилізації відходів

Утилізація відходів може відбуватися наступними методами:

1) складування або навіть захоронення;

2) знищення відходів шляхом їхнього спалювання;

3) очистка від шкідливих речовин, що становить найбільш складний процес.

У більшості міст світу переважає вивіз відходів на звалища. На звалищах зберігається багато відходів. Складування відходів на міських звалищах є екологічно найбільш недосконалим способом. Стічні води звалищ токсичні і забруднюють ґрунтові води та ріки. Відбувається забруднення атмосферного повітря газоподібними речовинами, що утворюються при розкладанні матеріалів.

Наука не стоїть на місці, і на сьогоднішній час існують більш ефективні методи переробки відходів. Не дивлячись, на всі перераховані вище способи утилізації, існує ще один спосіб − це вторинна переробка. Причому цей спосіб найбільш ефективний, так як він є не лише екологічно чистим, а й ресурсозберігаючим. Для прикладу наведемо компостування. Компостування − екзотермічний процес біологічного окислення, в якому органічний субстрат піддається аеробній біодеградації змішаною популяцією мікроорганізмів в умовах підвищеної температури і вологості.

В процесі біодеградації під дією природної мікрофлори − мезофільних і термофільних бактерій − окислюється до 60 % органічної речовини; органічний субстрат що залишився зазнає фізичним і хімічним перетворенням, що супроводжуються утворенням гуміфікованого кінцевого продукту. В ході компостування матеріал, який переробляється, розігрівається до температури 60 − 80 °С, при якій гинуть личинки і лялечки комах, нематоди, яйця гельмінтів і хвороботворні неспороутворюючі мікроорганізми, насіння бур'янів. Отриманий компост являє

собою сипучий матеріал меншого об'єму ніж вихідний, вологістю 40 – 50 %, стабілізований за біологічними показниками і який зазнає лише повільного розкладання.

За допомогою компостування різні малотоксичні, але органічні відходи, що забруднюють навколишнє середовище перетворюються в більш стабільні і/або менш токсичні матеріали, позбавлені неприємного запаху. Як спосіб переробки шкідливих відходів і зменшення вмісту забруднень компостування в даний час застосовують для утилізації і знезараження активного мулу і опадів очисних споруд, гною, посліду, переробки твердих побутових відходів після їх попереднього сортування, для очищення ґрунтів та інших матеріалів, забруднених нафтою, пестицидами та іншими органічними складовими.

Після закінчення компостування ступінь переробки органічної речовини становить 40 – 60 %, вологість маси знижується до 25 – 50 %, зольність підвищується до 20 – 75 % і істотно зменшується її обсяг.

Необхідно контролювати рівень важких металів в компості.

Компостуванням отримують цінні для сільського господарства органічні добрива і засоби, що поліпшують структуру ґрунту. Компости можуть використовуватись для вирощування грибів, в якості основного добрива на городах, садових ділянках і т. д. Компостування економічний і рентабельний спосіб отримання енергії з сільськогосподарських відходів. Тепло, яке виділяється при компостуванні може пройти вторинну переробку для нагріву повітря і води до 50 − 55 °С і опалення парників.

Компост можна вносити у грунт в якості добрив кожні 3 − 4 роки (якщо вміст важких металів в ньому не перевищує норму). Типові норми внесення компосту − 5 − 10 т/га сухої речовини.

Висновки

Проблема утилізації відходів є для України актуальною, оскільки країна виступає європейським лідером за кількістю відходів на душу населення. З метою запобігання подальшому хижацькому забрудненню навколишнього середовища, цю проблему можна вирішити такими шляхами:

−· запровадити в Україні обов'язкову систему роздільного збору, сортування й сепарації сміття і систему вторинної переробки твердих побутових відходів:

−· розробити пакет законодавчих документів щодо вирішення проблеми сміття в Україні;

−· посилити боротьбу зі стихійними звалищами та наслідками їх існування.

Від поліпшення міського середовища залежать конкурентна спроможність і можливості міста. Від цього залежить стан туристичної привабливості міст

Література

[1] 1. O. P. Ignatenko, «Ekonomiko-ekologichni aspekti reciklu vtorresursiv z tverdih pobutovih vidhodiv», Ekologiya i resursi, №4, s. 115 – 120, 2003.

[2] Zakon Ukraïni "Pro vidhodi", Vidomosti Verhovnoï Radi 36 – 37, 1998.

Сучасні технології добутку рідкісних, розсіяних, рідкоземельних елементів з промислових відходів

Віра Тузяк
Дорадчий Орган при Департаменті екології Львівської ОДА, м. Львів, УКРАЇНА,
e.mail: viratuz@gmail.com

For the purpose of providing sustainable development and ecological environmental security it is necessary to carry out recuperation of industrial waste that contain scattered rare, rare – earth and radioactive elements because exactly these elements are indispensable for the development of modern technologies, nuclear energetics, microelectronics that require a large arsenal of various advanced materials, i.e., super – hard, corrosion resistant, heat resistant as well as lasers, solar cells, phosphors and other materials for modern smart – phones, television, radio, tablets, ate., whose manufacturing is Based on rare, scattered and rare – earth elements.

Ключові слова: рідкісні, розсіяні, рідкоземельні елементи,промислові відходи, екологія

Сучасна хімія третього тисячоліття відзначаєтьсяствореннням нових нанотехнологій та методів синтезу новітніх матеріалів з залученням рідкісних, розсіяних, рідкоземельних елементів, в тому числі радіоактивних, а також їх ізотопів, окремі з яких, мають великий поперечний перетин захоплення (поглинання) швидкісних, теплових нейтронів, що дозволяє застосовувати їх у ядерній техніці, медицині (радіотерапії, діагностиці, тощо), ракетобудуванні, створенні новітніх радарів, літальних апаратів, космічної техніки.

Рідкісні елементи які набули широкого застосування в XX і особливо XXI століттях нашої ери як найперспективніші матеріали третього тисячоліття, це нові в техніці матеріали: фотокатоди, п’єзо- напівпровідники, люмінофори, сталі, спеціальна кераміка, скло, монокристали, лазерні, надтверді та жаростійкі матеріали. Це – турбіни, реактивні двигуни, лопасті.. Це новітні інноваційні нано- технології синтезу моно- і полі- нано-структурованих кристалів, склокераміки для сонячних батарей, квантових генераторів.

Рідкісні елементи це: **легкі** (**Li**– літій**, Rb** – рубідій, **Cs**- цезій, **Be** – берилій, ***B*** - бор);

Тугоплавкі: **Ti**- титан, **Zr**- цирконій, **Hf**- гафній, **Re**реній, **V**- ванадій, **Nb**- ніобій, **Ta**-тантал, **Os** – осмій**, Ir** - іридій, **Mo**-молібден, **W**- вольфрам);

Розсіяні (Ga - галій, **In** - індій, **Tl** - талій, **Ge** - германій, **Se** - селен, **Te** - телур, **Re** - реній);

Рідкоземельні (**Sc** - скандій, **Y** - ітрій, **La** - лантан і 14 елементів лантаноїдів: Ce - церій, **Pd**- паладій, **Nd** - неодим, **Pm** - прометій, **Sm** - самарій, **Eu** - європій, Gd - гадоліній, **Tb** - тербій, **Dy** - диспрозій, **Ho** - гольмій, **Er** - ербій ,**Tm** - тулій, **Yb** – ітербій ,**Lu** - лютецій) – лантаноїди;

Радіоактивні: **Po** - полоній, **Tc** - технецій, **Fr** - францій, **Ra** -радій, **Ac** - актиній, **Th** - торій,**Pa** - протактиній, **U**- уран, **Pu** - плутоній, **Np** - нептуній, **Cm** - кюрій, **Cf**- каліфорній та інші актаноїди.

До рідкісних елементів відносять також метали d- і f- елементів , такі як: золото **Au**, срібло **Ag**, ртуть**Hg** , платина **Pt**, метали платинової групи: рутеній **Ru**, родій **Rh**, паладій **Pd** ,осмій **Os**, ітрій **Yr**, а також кольорові метали: **Cu, Ni. Co. Mn. Mo .Ta. Tl , Zr . V. Cr**..

Довгий час рідкісні, розсіяні, рідкоземельні елементи (РЗЕ), на які не знаходили широкого застосування, сьогодні опинилися на вістрі передових технологій виробництва сучасних численних перспективних приладів. З їх застосуванням пов'язані нові області промисловості, науки і техніки - такі як геліоенергетика, інфрачервона оптика, оптоелектроніка, лазерна техніка, електронно-обчислювальні машини, тепловізори останніх поколінь, зрештою, сонячні батареї, квантові генератори і інше.

Наприклад, **Pm**-прометій-147 використовують у мініатюрних (не більше канцелярської кнопки) атомних батарейках. Вони здатні давати енергію протягом декількох років. Сплави **Се**церію з **Pu**плутонієм і **Th** торієм використовуються як ядерне паливо. Оптична та лазерна промисловість є споживачем лантаноїдів і їх сполук. Широко використовують оксид лантану $\mathbf{La_2O_3}$- головний компонент оптичного скла.

Разом з **Nd -** неодимом і **Ce-** церієм, **Pr-**празеодим входить до складу захисного скла для зварювальних робіт. Неодимове скло використовують у лазерах. Або, важливе значення набув європій **Eu** як активатор люмінофорів, чи окисел, оксисульфід і ортованадат ітрію $\mathbf{YVO_4}$ для лазерних матеріалів**.** На основі ітрію **Y** з додаванням цирконію **Zr** робиться жароміцна кераміка. Деякі її різновиди прозорі як скло. Керамічні матеріали, в які входить окисел самарію **Sm** (порошок блідо-кремового кольору), стали використовувати як захисні матеріали в реакторобудуванні.

Рідкоземельні елементи зустрічаються в середньому в 1840 разів частіше, ніж золото. . 100 млрд тон залягає в Тихому океані. 311 млн тон потенційно залягає на материку США і Китаю. У США їх добувають 19 050 тон в рік (за 2010 р.). Індія добуває 50 тон в рік.. Австралія добуває рідкоземельні елементи 11 000 тон в рік У Китаї здійснюється видобуток 95-97% всіх рідкоземельних елементів на Землі! Тепер, як повідомила Міжнародна Торгівельна Палата, Китай не дозволяє експортувати рідкоземельні елементи в чистому вигляді, тільки в готовій продукції, яка вироблена в самому Китаї, що є результатом китайської монополії на виробництво високотехнологічної техніки.

Це примушує Світ терміново, вже сьогодні, розпочати свій видобуток РЗЕ. І це вимога часу. Щорічна потреба в рідкоземельних елементах - 136 100 тон (дані за 2010 рік), і всю цю потребу монопольно задовольняє Китай. У Захода немає жодного шансу в осяжному майбутньому налагодити власне виробництво своїх комп’ютерів, смартфонів, планшетів, плеєрів, GPS-навігаторів і інших високотехнологічних приладів у себе вдома, тобто за межами Китаю, а тим часом на Україні «цілі величезні гори» цих елементів у териконах, шахтних та кар’єрних відвалах, в промислових відходах збагачення, флотації мінеральних, полі-мінеральних руд, та у промислових сірчанокислотних відходах від виробництва кольорових металів і різних елементів, які займають понад 160 тис.га площі земель і , зберігаючись під відкритим небом, наносять глибинну шкоду оточуючому довкіллю, як високотоксичні відходи хіміко-металургійної та гірничо-видобувної переробки, що, в цілому, веде до втрати дорогоцінної вторинної сировини та до екологічної катастрофи довкілля. В Україні налічуються тільки у поверхневих сховищах понад 25 млрд.тон і щорічно продукується 700-750 млн. тон промислових відходів.

Технології видобутку рідкісних рідкоземельних елементів з промислових відходів, їх властивості та застосування описуються автором у нових книгах [1,2]. які висвітлюють усі новітні, сучасні технології рекуперації та синтезу новітніх. надсучасних матеріалів.

Література:

[1] Tuzyak V.Ye. «Khimiya ridkozemel'nykh, rozsiyanykh, ridkisnykh elementiv, izotopiv vlastyvosti, zastosuvannya i dobuvannya z promyslovykh vidkhodiv». Navchal'nyy posibnyk// «Kamenyar»- L'viv.- 2017 . – 500 s. (knyhu mozhna zamovyty na sayti www.kamenyar.com.ua)

[2] Tuzyak V.Ye.. Teoretychni osnovy utylizatsiyi promyslovykh vidkhodiv ta syntezu z nykh novykh budivel'nykh materialiv. Navchal'nyy posibnyk.// «Tsentr Yevropy», L'viv. – 2011. – 248 s.

Вивчення складу відпрацьованих мінеральних моторних олив спектральними методами аналізу

Богдан Корчак, Тарас Червінський, Олег Гринишин

Кафедра хімічної технології переробки нафти і газу, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, вул. С. Бандери 12, e-mail: kor4ak93@gmail.com

The changes of the chemical composition of mineral waste motor oils has been studied. Using IR-spectroscopic analysis the change of organic component of waste motor oils was determined. Using X-ray analysis it was established a inorganic part of waste motor oils. The results can be the basis for choosing the optimal technology of waste oils regeneration.

Ключові слова – ІЧ-спектроскопія, спектральний аналіз, відпрацьовані оливи, рентгенофлуоресцентний аналіз, елементний склад.

Вступ

В XXI столітті над людством нависла загроза виникнення екологічної катастрофи, що змусило по новому глянути на проблему накопичення та утилізації промислових відходів. Серед останніх важливе місце займають відпрацьовані оливи, кількість яких з кожним роком все зростає. Тому важливим є питання їх утилізації. Найефективнішим способом утилізації відпрацьованих олив (ВО) є регенерація - відновлення експлуатаційних властивостей олив до нормованих значень, що робить можливим її подальше використання.

Зміну фізико-хімічних властивостей олив під час експлуатації часто називають «старінням». Цей процес є складним і відбувається внаслідок забруднення оливи пилом, залишками неповного згорання палива, внаслідок окиснення оливи, продуктами зносу деталей двигуна, а також в результаті хімічних змін вуглеводневого складу оливи й присадок. Як результат, в оливі накопичуються асфальто-смолисті речовини, частки сажі, продукти розкладу присадки, органічні кислоти, металеві частинки, вода тощо [1,2].

Мета роботи

Мета роботи полягає в отриманні результатів з вивчення зміни складу органічної та неорганічної частин відпрацьованих мінеральних моторних олив для бензинових й дизельних ДВЗ спектральними методами аналізу, які увійдуть в основу вибору найбільш оптимального методу регенерації відпрацьованої оливи.

Об’єкти досліджень

В якості об’єктів досліджень були використані вихідні та відпрацьовані мінеральні моторні оливи марок NORMAL 15W40 та М-10ДМ, які використовуються у бензинових та дизельних ДВЗ відповідно.

Експериментальна частина

Дослідження зміни органічної частини олив проводилось методом інфрачервоної спектроскопії. ІЧ-спектроскопія здійснювалась на приладі Spectrum Two FT-IR spectrometer фірми PerkinElmer, а одержаний результат обробили за допомогою комп’ютерної програми Spectrum v.10.03.06.

Рентгенофлуоресцентний спектральний аналіз, для визначення елементного складу неорганічної частини олив, проводився на мобільному прецизійному аналізаторі марки

EXPERT 3L, призначення якого визначення масової частки хімічних елементів в однорідних монолітніх та порошкоподібних об'єктах.

Обговорення результатів

На основі одержаних результатів ІЧ-спектроскопічного дослідження встановлено, ІЧ-спектри вихідної та відпрацьованої олив відрізняються між собою[3,4]. В ІЧ-спектрах ВО були ідентифіковані смуги поглинання характерні для функціональних груп продуктів «старіння» оливи: спирти, альдегіди, кетони, кислоти тощо.

Внаслідок рентгенофлуоресцентного дослідження встановлено зміну неорганічного складу вихідних та відпрацьованих олив. Встановлено, що в процесі експлуатації оливи у ДВЗ в її складі має місце накопичення металевих та неметалевих елементів, які присутні як складі присадок, так і в складі сплавів деталей ДВЗ. Результати дослідження дають можливість констатувати складність процесу «старіння» оливи під час її експлуатації у ДВЗ.

Висновки

1. За допомогою ІЧ-спектроскопічного методу аналізу підтверджено утворення та постійне накопичення у складі оливи продуктів хімічних перетворень вуглеводневої частини оливи з утворенням кисне- й кисловмісних продуктів (спирти, альдегіди, кислоти тощо).

2. Рентгенофлуоресцентним аналізом підтверджено накопичення у товщі оливи продуктів механічного руйнування деталей ДВЗ й продуктів розкладу присадок під час її експлуатації.

3. Отримані результати проведених досліджень дали змогу обрати найбільш оптимальний напрямок відновлення експлуатаційних властивостей досліджених відпрацьованих мінеральних моторних олив.

Список літератури

[1] Kulyev A.M. Khymyia y tekhnolohyia prysadok k maslam y toplyvam. – 2-e yzd., pererab. – L.: Khymyia, 1985 – 312.

[2] http://www.wearcheck.co.za/downloads/bulletins/bulletin/tech47.pdf

[3] Myronov V. A. Spektroskopyia v orhanycheskoi khymyy. Sbornyk zadach: Ucheb. Posobye dlia vuzov / Myronov V. A., Yankovskyi S. A.– M.: Khymyia, 1985.– 232 s.

[4] Tarasevych B.N. YK spektrы osnovnыkh klassov orhanycheskykh soedynenyi. Spravochnыe materyalы / Tarasevych B.N.– M.: Khymyia, 2012.– 55s.

Застосування рідинної екстракції для очищення стічних вод харчових виробництв

В. Дячок[1], А. Мараховська[2], С. Мараховська[3]

1. Каф. ЕЗП, НУ "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, Бандери, 12, 79013,
E-mail: dyachokvasil@gmail.com
2. Каф. ЕЗП, НУ "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, Бандери, 12, 79013,
E-mail: anastasia.marakhovska@gmail.com
3. Каф. ЕЗП, НУ "Львівська політехніка", УКРАЇНА, Львів, Бандери, 12, 79013,
E-mail: svitlana.marakhovska@gmail.com

Investigated the liquid - extraction method for possibility to sewage treatment of oils production plants. Fit, a mixture of organic solvent (extractant), for selective removal of the main pollutants of wastewater. Obtained the resulting equilibrium line and operating line process. Established transfer steps number, matched equipment design flowsheet liquid extraction waste water treatment of food oils.

Ключові слова: екстрагент, селективність, робоча лінія, лінія рівноваги, ступені переносу.

Вступ

Україна - одна з п'яти основних країн - виробників соняшника. Тому на сьогоднішній день є дуже актуальним питання переробки соняшника в промислових умовах та знешкодження відходів олійного виробництва. Стічна вода підприємств виробництва рослинних олій являє собою мікрогетерогенну систему, яку можна кваліфікувати як емульсію, в якій дисперсна фаза і дисперсне середовище перебувають у рідкому стані**.** Скид таких стічних вод без попереднього очищення у відкриті водойми є неможливим [1].

Вже досягнуто певного результату в очищенні таких стічних вод. Проте умовно освітлена вода після руйнування емульсії потребує більш суттєвого доочищення [1, 2, 3].

Експериментальна частина

Для остаточного вилучення забрудників із стічної води, на основі ретельного аналізу фізико-хімічних методів очищення, дійшли висновку, що найдоцільнішим є рідинна екстракція. Цей метод дає можливість селективно вилучити органічну складову із стічної води виробництва рослинних олій.

Для розроблення екологічно безпечної технології очищення стічних вод методом рідинної екстракції необхідно вивчити статику, динаміку та кінетику процесу рідинної екстракції.

Для досягнення поставленого завдання важливо правильно підібрати екстрагент. Як правило в таких випадках в ролі екстрагенту виступають суміші органічних розчинників. При їх підборі важливо встановити гетерогенну область чи область розшарування двох рідин (екстрагенту та стічної води).

Оптимальна комплексна суміш органічних розчинників для селективного вилучення органічної складової із стічної води олійних виробництв встановлено за допомогою трикутних діаграм та перевірена експериментально.

Отримання експериментальних даних дослідження процесу рідинної екстракції є важливим етапом вивчення рідинно-екстракційного методу очищення стічних вод, зокрема отримання лінії рівноваги, робочої лінії процесу та визначення кількості ступеней переносу.

З безлічі конструкцій рідинно-екстракційних апаратів, які можна рекомендувати для очищення таких стічних вод, найбільш раціональними є протитечійні колони з механічним перемішуванням. Проте у нашому випадку, коли потрібно апарат еквівалентний немалому

числу теоретичних ступеней масопереносу доцільно застосувати змішувально-відстійні екстрактори. Апарати цього типу дозволяють строго контролювати і цілеспрямовано корелювати концентрацію та склад екстракту на окремих ступенях масопереносу.

Висновки

В результаті експериментальних досліджень вибрано екстрагент – суміш органічних розчинників. Встановлено найбільш оптимальну комплексну суміш екстрагенту для очищення стічних вод олійних виробництв. Отримано лінію рівноваги, робочу лінію та визначено кількість ступеней переносу. Найбільш доцільним для очищення стічних вод олійних виробництв є багатоступінчасті екстракційні установки.

Література

[1] K. Dereyko et al., “Food industry wastewater treatment”, Research and application of new technologies in wastewater treatment and municipal solid waste disposal in Ukraine, Sweden and Poland, Stockholm, Sweden, 23-25 September, 2009, p. 123-129.

[2] V. V. Dyachok ta in., “Ochyshchennya stichnykh vod vyrobnytstva kharchovykh oliy”, Vinnytsya, Ukrayina: Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu, 2016, 1. S. 23– 26.

[3] O. Ya. Holodovs'ka, A. O. Marakhovs'ka, V. V. Dyachok, “Sposib ochyshchennya stichnykh vod vyrobnytstva kharchovykh oliy”, Ukrayina MPK C02F 1/72 (2006.01), C02F 1/00 Patent na korysnu model' 111389, 11.10.2016.

Проблеми утилізації люмінесцентних ламп

А.М. Шибанова, А.С. Войціховська, І.Р. Бзюх, І.І. Подольчак

Кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. Ген. Чупринки, 130, amshybanova@yandex.ru

The aim is to explore ways to reduce the negative impact of waste containingmercury and the environmental problems associated with their disposal. Features of thetechnological line for processing fluorescent lamps are characterized. Based on the experience of other countries have proposed solutions to problems related to the disposal offluorescent lamps.

Ключові слова: люмінесцентні лампи, утилізація, ртуть, відходи, вплив на довкілля.

Вступ

На початку XX століття люди у побуті почали використовувати люмінесцентні лампи. Наразі установи й організації популяризують використання люмінесцентних ламп через їх економічність та тривалість використання, що зумовлює збільшення обсягів накопичення даного типу відходів. Кількість ввезених з-за кордону ртутних ламп та кількість вироблених у нас, а також кількість ртуті, що міститься в цих лампах, ніхто не обліковує та не контролює. Щорічно утворюються мільйони відпрацьованих люмінесцентних ламп, які вимагають перероблення та утилізації [1]. У одній люмінесцентній лампі міститься від 5 до 120 міліграмів ртуті. Однак дуже мала кількість виробників таких ламп доводять до споживачів інформацію про вміст ртуті у них. Головною небезпекою ртуті є те, що, потрапивши до організму людини, вона акумулюється в ньому [2]. Дуже небезпечною ртуть вважають через те, що вона впливає не тільки на фізичний стан людини, але й на її психічне здоров'я.

Мета роботи

Метою роботи є дослідження шляхів зниження негативного впливу ртутьвмісних відходів на довкілля та проблем, пов'язаних з їх переробленням та утилізацією.

Перероблення використаних люмінесцентних ламп

Перероблення використаних люмінесцентних ламп виключає згубну дію ртуті, повертає дорого вартісний метал у виробництво нових виробів. В рамках проекту «Створення муніципальної системи поводження з відходами електронного та електричного устаткування у Львові з використанням досвіду Любліна» відкрито перший в Україні завод з переробки люмінесцентних ламп, який здійснює замкнутий цикл переробки ртутних ламп.

На виробництві встановлено обладнання шведської компанії MRT System International. Основна технологічна установка для переробки люмінесцентних ламп представляє собою комплект пристроїв, які забезпечують закритий виробничий процес з вихідною сировиною на вході і переробленою сировиною на виході. Машина для утилізації лампочок MRT200 (LP200) призначена для переробки люмінесцентних ламп різних форм і типів. Подрібнені компоненти ртутних ламп (скло, метал, пластик, флуоресцентний порошок, інші) збираються в окремі герметичні ємності. На стадії подрібнення та сепарації устаткування забезпечує продуктивність в межах 200 кг/год для люмінесцентних ламп. Технологічне повітря виводиться через низку з'єднаних вуглецевих фільтрів.

Для переробки ртутьвмісних відходів до екологічно безпечного шламу і ртуті, що має ступінь чистоти до 99,9999% і може бути використана в подальшому у виробництві, використовується дистилятор для перероблення на 100 л. На стадії очищення люмінофору та

виділення із нього металічної ртуті устаткування забезпечує продуктивність не менше 20 кг забрудненого ртуттю люмінофору на добу.

Основними перевагами даного комплексу є: екологічна чистота технологічного процесу та продуктів переробки, можливість подальшого використання продуктів переробки в промисловості, замкнутий цикл, безвідходне виробництво.

Світовий досвід та ситуація в Україні щодо вирішення існуючої проблеми

Світовий досвід показує, що проблему негативного впливу ртутьвмісних відходів намагаються вирішити на законодавчому рівні. Для зменшення обігу ртуті в довкіллі в Норвегії та Швеції запровадили заборону щодо використання ртуті у виробництві, а також на її імпорт та експорт. Країни Євросоюзу ще в 2007 році заборонили виготовляти термометри, що містять ртуть. У США ртутні термометри визнали поза законом ще в 2002 році. У США фінансування збирання, переробки відходів здійснюють за рахунок місцевих бюджетів, у Німеччині – за рахунок виробників ламп (хоч в кінцевому рахунку ці витрати є складовою частиною ціни на лампи). В Бельгії та Румунії споживач при купівлі ламп сплачує внесок на їх утилізацію.

Якщо приватні особи за бажанням можуть здавати чи не здавати, то юридичні зобов'язані здавати лампи на переробку. Підприємства надають на вимогу держави акт передачі даних відходів на переробку і зберігання ліцензованим організаціям. Законодавство України вимагає окремі ліцензії на збирання, транспортування, зберігання, перероблення, знешкодження і утилізацію ртутних і інших небезпечних відходів. Багатьом компаніям просто невигідно відкривати таку діяльність і їх кількість обмежена. Оскільки послуга утилізації платна, багато організацій, що не переймаються забрудненням довкілля, не облікують у бухгалтерських документах ртутні лампи і викидають їх до побутових відходів, щоб не обтяжувати себе оформленням документації.

Висновки

Львівський завод з переробки люмінесцентних ламп, який здійснює замкнутий цикл переробки ртутних ламп, дозволить зменшити шкідливий вплив відпрацьованих люмінесцентних ламп на довкілля. Однак, існує проблема збору відпрацьованих люмінесцентних ламп від юридичних та приватних осіб. На даний час в Україні ефективним буде запровадження збору на утилізацію, який необхідно закласти у ціну люмінесцентної лампи при її продажі, тобто розширену відповідальність виробника, впровадивши принципи Рамкової Директиви ЄС «Про відходи». На жаль, в Україні населення недостатньо проінформоване також щодо наявності спеціалізованих пунктів прийому ртутьвмісних відходів. Тому потрібно підвищувати поінформованість та екологічну свідомість населення за допомогою засобів масової інформації та екологічної освіти на усіх її рівнях.

Список літератури

[1] M. I. Stebliuk, *Tsyvilna oborona*, Kyiv, Ukraina: Znannia, 2004.

[2] V. Ts. Zhydetskyi et al., *Osnovy okhorony pratsi*, Lviv, Ukraina: Afisha, 2000.

Пневмокласифікація дисперсних матеріалів як засіб усунення пиловиділень у виробничих цехах

Андрій Литвиненко[1], Микола Юхименко[1], Ольга Настенко[1]

1. Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв, Сумський державний університет, УКРАЇНА, Суми, вул. Римського-Корсакова 2, E-mail: a.litvinenko@pohnp.sumdu.edu.ua

Abstract - After considerable difficulty most processes, which are often accompanied by the release of dust, with cells that continuously move along the technological line, there is important previous dus femovting bulk materials. A implement this process in "rhombic" air-classifier.

Ключові слова – пил, пиловиділення, знепилення, пневмокласифікація, сипкий матеріал.

Вступ

У багатьох технологіях, як на завершальних, так і на проміжних стадіях одержання дисперсних продуктів, мають місце механічні процеси. До них відносяться, насамперед, транспортування, дроблення, грохочення, а також бункірування, живлення (завантаження, вивантаження, дозування) і упаковка готового продукту. Зазначені операції завжди супроводжуються інтенсивним пиловиділенням і постає неохідність споруджувати громіздкі багатоступінчасті системи пиловловлювачів або встановлювати окремі аспіраційні пристрої [1]. Знепилююча вентиляція малоефективна, якщо джерела пиловиділення безперервно переміщаються по технологічній лінії. Це має місце при завантаженні підсипним матеріалом камер випалювальних печей електродних заводів, при дробленні, сушінні, грохоченні і охолодженні гранульованих мінеральних добрив, класифікації мідних і металевих порошків, переробці відходів гумокордових шин і спалюванні вугільного пилу. Пиловиділення в даних виробництвах можна усунути або істотно знизити, якщо з сухого дисперсного матеріалу попередньо видалити високодисперсні і дрібні фракції, які легко переходять у завислий стан і виносяться газовим потоком. Даний процес реалізується шляхом пневмокласифікації дисперсних матеріалів.

Використання «ромбічних» пневмокласифікаторів для попереднього знепилення сипких матеріалів

В даний час відомо безліч конструкцій пневмокласифікаторів. Для знепилювання сипучих матеріалів застосовуються різні конструкції пневмокласифікаторів: відцентрові, шахтні, зигзагоподібні киплячого шару [1], поличкові [2]. Відомі конструкції пневмокласифікаторів достатньо ефективно працюють як сепаратори для знепилення сипких сумішей при вмісті пилу у вихідному матеріалі не більше 15-20%. При розділенні бінарних сипких сумішей з рівним вмістом дрібної та крупної фракції, типові пневмокласифікатори забезпечують чистоту отриманих фракцій не більше як 70-75% [3]. Тому необхідною є розробка нових конструкцій апаратів з принципово іншою організацією процесу пневмокласифікації та пневмозбагачення сипких сумішей з метою отримання чистих продуктів розділення, що дозволить усунути пиловиділення в виробничих цехах.

В зв’язку з цим, були проведені дослідження по створенню способу та пристрою для пневмокласифікації сипких матеріалів шляхом раціонального використання робочого простору, та застосування більш ефективних засобів і прийомів впливу на потік сипкого матеріалу, що сприяє додатковому пересіванню матеріалу, і таким чином забезпечує значне підвищення якості розділення, а також зниження гідравлічного опору, а отже збільшує питому продуктивність та ефективність процесу пневмокласифікації. Так, було запропоновано процеси розділення сипких матеріалів проводити в апараті «ромбічної» форми.

В «ромбічному» пневмокласифікаторі змінного перетину завдяки активному аеродинамічному режиму та мінімальному гідравлічному опору досягається більш ефективний процес знепилення і класифікації сипучих зернистих матеріалів. Показники ефективності розділення та чистоти фракції значно перевищують показники пневмокласифікаторов інших типів. Виходячи з того, що апарат пустотілий і має незначний гідравлічний опір в межах 80 - 200 Па, енергоресурси використані для роботи установки в цілому будуть значно меншими, від всіх інших представлених пневмокласифікаторів. Для підвищення продуктивності можна використати каскад апаратів, апарати в якому будуть встановлені послідовно.

Таблиця 1

Показники основних типів пневмокласифікаторів

№ п.	Тип пневмокласифікатора	Граничний розмір розділення $d_{гр}$, мм	Ефективність вилучення $\varepsilon_м$, частки	Гідравлічний опір ΔP, Па
1	Гравітаційні:			
1.1	Шахтні (пустотілі)	0,05 – 0,1	0,2 – 0,25	50-150
1.2	«Ромбічний»	0,06 – 4,0	0,95 – 0,97	80-200
1.3	Типу «Зигзаг»	0,1 - 10	0,7 – 0,75	200-700
1.4	Поличні	0,06 – 7,0	0,8 – 0,85	200-1000
1.5	Киплячого шару	0,5 – 1,0	0,3 – 0,4	1800-2500
2	Інерційні	0,1 – 0,5	0,38 – 0,42	50-150
3	Відцентрові:			
3.1	Повітряно-прохідні	0,02 – 0,1	0,2 – 0,35	1200-1500
3.2	Повітряно-замкнуті	0,028 – 0,088	0,45 – 0,57	1500-2000
3.3	Вихрові	0,008 – 0,01	0,59	700-1000

Висновки

Знепилювання сипучих дисперсних матеріалів дозволить понизити до допустимих концентрацій запиленість повітря в операційних відділеннях виробництв мінеральних добрив, у випалювальних цехах електродних заводів, в порошкових цехах мідно-електролітних заводів і на інших підприємствах. При цьому перспективним представляється використання «ромбічних» пневмокласифікаторів.

Список літератури

[1] Yukhimenko N.P., Vakal S.V., Kononenko N.P., Filonov A.P. *Apparaty vzveshennogo sloya*. Sumy: Sobor. 2003.

[2] Lytvynenko A., Yuhymenko M. *Pneumatic Classification Of The Granular Materials In The "Rhombic" Apparatus*. Slovacia, Journal of Manufacturing and Industrial Engineering (JMIE). Vo l -2, pp. 1–3, 2014.

[3] Kirsanov V.A. *Nauchnyye osnovy i printsipy sovershenstvovaniya protsessov i apparatov kaskadnoy pnevmoklassifikatsii sypuchikh materialov*: *diss. ... doktora tekhn. nauk: 05.17.08*. Novocherkassk. 2005.

Використання методу оцінки життєвого циклу для підтримки еколого-відповідальних рішень у промисловості

Олексій Минько[1], Ірина Джигирей[2]

1. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, КПІ ім. Ігоря Сікорського, УКРАЇНА, Київ, пр. Перемоги, 37, E-mail: oleksiimynko@gmail.com

2. Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, КПІ ім. Ігоря Сікорського, УКРАЇНА, Київ, пр. Перемоги, 37, E-mail: dzhygyrey@gmail.com

The research is aimed to adaptation and software realization of lifecycle assessment (LCA) methods adjusted to national context. LCA-based software tool is proposed for preliminary and comparative analysis of the environmental impact of product systems.

Ключові слова – аналіз, вплив на довкілля, індикатор, оцінка життєвого циклу, підтримка прийняття рішень, програмний засіб, продукційна система, стале споживання і виробництво.

Вступ

Однією з Цілей глобального Порядку денного 2030 є забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва. Застосування стійких методів виробництва, еко-раціоналізація використання речовин і відходів вимагає проведення детального аналізу впливу на довкілля процесів життєвого цилу продукційних систем.

Оцінка життєвого циклу

Оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) – це один з методів екологічного керування, який, згідно ДСТУ ISO 14040:2013, охоплює інвентаризування вхідних і вихідних потоків продукційної системи з подальшим оцінюванням потенційних впливів на довкілля, пов’язаними з цими потоками. Цей метод дає змогу покращувати екологічні аспекти продукції та ухвалювати еколого-соціально-відповідальні рішення на виробництві та поза ним, наприклад, у сфері зеленого маркетингу. Упровадження інструментів, зокрема й програмних засобів, для проведення ОЖЦ уможливлює ефективне реалізовування концепції сталого споживання і виробництва на практиці.

Автоматизована оцінка життєвого циклу задля зеленого зростання

Поява формалізованої процедури ОЖЦ стала поштовхом до розвитку програмних продуктів, що дають змогу зменшити трудомісткість та вартість її проведення, зокрема таких як SimaPro, Gabi та Umberto. Актуальним є розроблення вітчизняного програмного продукту в сфері ОЖЦ. Запропоновано локалізований програмний інструмент для проведення попереднього еколого-економічного оцінювання на основі методів ОЖЦ. Засіб призначено для підтримки прийняття еколого-орієнтованих рішень в сучасних економічних умовах, зокрема за допомогою визначення індикатора екоефективності продукційної системи у контексті її життєвого циклу.

Висновки

Використання методу ОЖЦ є актуальним і практично значимим у прийнятті еколого-соціально-відповідальних рішень задля реалізації Цілей сталого розвитку. Запропонований програмний засіб автоматизації проведення ОЖЦ використовує комплексні показники, що дає змогу кількісно оцінити як вплив продукту або послуги на довкілля, так і еколого-економічну доцільність заходів екологізування стадій життєвого циклу аналізованої продукційної системи.

Масообмін при поглинанні вуглекислого газу

Василь Дячок[1], Сергій Гуглич[2], Вікторія Катишева[3]

1.Кафедра екології та збалансованого користування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, 79013 вул. Степана Бандери, 12, dyachokvasil@gmail.com

2. Кафедра екології та збалансованого користування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, 79013 вул. Степана Бандери, 12, zvit.reagent@gmail.com

3. Кафедра екології та збалансованого користування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, 79013 вул. Степана Бандери, 12, olivertate@bk.ru, katyshevakt@gmail.com

The process of mass transfer in the implementation of biological methods of purification of gas emissions was studied. Four stage process of carbon dioxide absorption by microalgae during the bubbling it through the aqueous solution was proposed.

Ключові слова – вуглекислий газ, фотосинтез, масообмін, мікроводорості, біомаса, коефіцієнт масопереносу.

Вступ

Ключовим екологічним питанням сьогодення є стрімка зміна клімату на Землі. Науковці та лідери багатьох держав світу шукають шляхи утримання зростання температури на нашій планеті. Одним з шляхів вирішення цього питання полягає у застосуванні процесу фотосинтезу в промислових умовах для зменшення шкідливих викидів вуглекислого газу в атмосферу.

Серед усіх забруднювачів атмосфери найважливішу роль у зміні клімату відіграє вуглекислий газ. Він поглинає довгохвильову радіацію і є одним з ключових факторів, що створюють парниковий ефект в атмосфері. Вирішення проблеми зростання його вмісту в атмосфері – найважливіше екологічне питання вчених та світових лідерів. Якщо не вирішувати це питання у терміновому порядку це призведе до збільшення середньої температури Землі на 5 градусів за Цельсієм до кінця нинішнього століття, а це загрожує не лише підняттям рівня світового океану, а і більш глобальними катастрофічними наслідками для всього людства. Існує безліч шляхів вирішення цієї проблеми, зокрема фізико-хімічні методи очищення промислових газових викидів. Проте серед відомих методів, біологічне очищення має ряд суттєвих переваг, завдяки чудовій здатності мікроорганізмів адаптуватися до несприятливих умов, що робить його найефективнішим та найбезпечнішим. Фотосинтез – процес перетворення сонячного світла на енергію хімічних зв'язків і синтезу органічних сполук (вуглеводів) з неорганічних (CO_2↑ та H_2O). Енергія, яка накопичується у продуктах фотосинтезу – основне джерело енергії для людства. Тому продукти цілеспрямованого фотосинтезу можуть використовуватись з ціллю рекуперації енергії, зокрема анаеробний біорозклад з метою одержання метану. Використанняу мікроводоросте повязане із здатністю поглинати значно більшу кількість вуглекислого газу ніж наземні рослиниу у край несприятливих умовах. Тому актуальним є дослідження застосування хлорофілсинтезуючих мікроводоростей у процесі очищення промислових газових викидів від CO_2.

Найвагоміші чинники, що впливають на процес фотосинтезу мікроводоростями є ступінь аерації вуглекислим газом, температура, освітленість, лужно-кислотний баланс, вплив інгібіторів реакції фотосинтезу і т. д. За рахунок дослідження цих факторів можна отримати більш глибоке розуміння біологічних процесів, що відбуваються у досліджуваному об'єкті [1].

В біологічних процесах, ускладнених масоперенесенням доцільним є вивчення впливу окремих кінетичних та дифузійних чинників, пошук їх оптимальних параметрів та

створення такого режиму проведення процесу коли вплив дифузії буде незначним або нею можна знехтувати [2].

Поглинання вуглекислого газу – це складний гетерофазний процес, в ході якого проходить масоперенесення вуглекислого газу із газової фази в «умовно тверду» фазу, клітину мікроводорості. Процес супроводжується наступними етапами:

1. Масоперенос вуглекислого газу з повітря у водний розчин культури мікроводоростей;
2. Перенесення вуглекислого газу до поверхні біомаси колоній водоростей;
3. Дифузія вуглекислого газу в міжклітинному просторі до поверхні мікроводоростей;
4. Дифузія через пористу мембрану клітин колоній водоростей.
5. Фотосинтез. [3].

Результати дослідження показують, що в процесі проникнення вуглекислого газу через клітинну мембрану у внутрішній об'єм клітини мікроводорості здійснюється за рахунок активного транспорту і кінетика процесу може бути описана рівнянням Міхаеліса-Ментен.

Висновки

Запропоновано вирішення проблеми зменшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері шляхом застосування фотосинтезу хлорофіл синтезуючих мікроводоростей в промислових умовах. Досліджено вплив фізико-хімічних чинників на процес фотосинтезу в біологічному об'єкті. Описаний процес масоперенесення вуглекислого газу з газової фази у рідку та «умовно тверду» фазу клітини мікроводорості. Визначена кінетика активного транспорту .

Список літератури

[1] V. Dyachok, O. Levko, "Studying of the process of mass transfer in the conversion of carbon dioxide to methane using biological method," Environmental safety " № 1/2014 (17) environmental Control, Lviv, Ukraine, 2014, pp. 31-35.

[2] V. Dyachok, O. Levko, "Mass transfer in biological processes," Publishing house of Lviv Polytechnic, No. 761, Lviv, Ukraine, 2013 , pp. 289-293.

[3] V. Dyachok, V. Katysheva, "Determination of the activation energy of the reaction of photosynthesis in chlorophyll synthesizing microalgae", 6th international youth science forum"Litteris et artibus", Lviv, Ukraine, 2016, pp. 486-487

Отримання сорбентів багатоцільового призначення на основі переробки відходів ТЕС

Ганна Тарасова[1], Олена Свєткіна[2], Ольга Нетяга[3].

1. Кафедра хімії, Національної гірничий університет, УКРАЇНА, Дніпро, вул. Яворницького, 19, E-mail: ann31b20@gmail.com.

2. Кафедра хімії, Національної гірничий університет, УКРАЇНА, Дніпро, вул. Яворницького, 19, E-mail: svetkina.yelena@gmail.com.

3. Кафедра хімії, Національної гірничий університет, УКРАЇНА, Дніпро, вул. Яворницького, 19, E-mail: olga.netiaga@gmail.com.

The technology of obtaining effective sorbents multi-purpose processing based on evil, studied changes in the coal structure, and the mechanism of purification and filtration of wastewater in the application of sorbents made in terms of thermal power. Found that the obtained sorbents in their sorption properties are not inferior amphoteric adsorbents.

Keywords: adsorption, carbon-bearing products, filtration, waste treatment

Вступ

Теплові електростанції (ТЕС) в Україні постачають до 75 % всієї електроенергії. Їх основним паливом є кам'яне вугілля, що обумовлює накопичення значних кількостей золошлакових відходів. За статистичними даними кожні 10 років кількість золи і шлаків подвоюється, що призводить до тотального забруднення навколишнього середовища. У зв'язку з цим виникає необхідність переробки відходів спалювання вугілля ТЕС.

Основна частина

Фізичні і фізико-хімічні властивості вугілля в золах і золах-винесення тісно пов'язані з їх молекулярною структурою, яка формувалася в процесі метаморфічних перетворень у вугільному тілі [1].

Метою даної роботи є переробка відходів ТЕС тобто розробка технології отримання сорбентів з продуктів спалювання вугілля.

Золу, вуглецевий концентрат (недопал), зольний концентрат й продукти їх обробки реагентами було досліджено оптичними методами. Морфологія частинок об'єктів вивчалася за допомогою растрового електронного мікроскопа РЕМ – 100. Визначення для ідентифікації складу фаз золи було виконано на рентгенівської установки ДРОН – 2.

На кафедрі хімії ДВНЗ «НГУ» було отримано вуглецеві сорбенти з вугілля, що спалювалось або зазнало високотемпературної обробки. Оптимальний вміст вуглецю в сорбентах досягали шляхом регулювання топкового процесу при спалюванні вугілля або сепарацією отриманих продуктів.

Основними параметрами, що впливають на вміст вуглецю у сорбентах, одержаних з продуктів спалювання вугілля, є дисперсність пилу і коефіцієнт надлишку повітря. При спалюванні вугілля крупного помолу і зменшенні коефіцієнта надлишку повітря вміст вуглецю в золі-винесенні збільшується.

Хімічний склад активного вугілля залежить в основному від вихідної сировини і активуючих реагентів, а також від температури карбонізації вуглецевмісних речовин і активованого вугілля. Так зване високотемпературне вугілля отримують активуванням в струмені вуглекислого газу при температурі 900 – 1000 °С. За звичайних умов це вугілля без урахування зольних домішок складається практично з одного вуглецю (до 98 %).

Для отримання сорбенту кам'яновугільну сировину піддавали угрубленому вібропомолу до розміру частинок 10 – 500 мкм, при цьому вміст грубої фракції (90 мкм) складав від 10 до 70 %. Підготовлену таким чином сировину спалювали в котлоагрегатах ТЕС за температурою 1200 – 1500 °С. В результаті такої обробки збільшується вихід сорбенту, який складається на 45 – 60 % з вуглецевмісної фракції і на 20 – 55 % з частинок силікатів кулеподібної форми.

Поєднання зазначених властивостей у сорбенті робить його особливо ефективним при очищенні стічних вод від в'язких нафтопродуктів. При перемішуванні сорбенту з стічними водами, забрудненими, наприклад, мазутом і в'язкими машинними маслами, відбувається масляна агломерація, тобто утворення агломератів (гранул) розміром 1 – 5 мм, що складаються з частинок сорбенту.

Масляна агломерація відбувається при певному значенні pH розчину, що знаходиться в межах 9,0 – 9,5. Таке оптимальне значення pH досягається в розчинах при використанні сорбенту, до складу яких входять оксиди лужних і лужноземельних металів.

Сорбент, отриманий запропонованим способом, на відміну від відомих, дозволяє проводити очищення стічних вод від в'язких нафтопродуктів, вміст яких може змінюватися від кількох міліграмів до десятків грам на літр забрудненої води.

Таблиця 1

Вплив вмісту вугільної фракції на ступінь очищення стічних вод

Вміст компонентів, мас. %		Вміст гасу у воді, мг/л		Ступінь очищення, %
Угольная фракція	Алюмосилікати	До фільтрації	Після фільтрації	
25	75	17,2	4,1	76,3
35	65	16,4	2,0	87,3
45	55	15,8	0,9	94,3
55	45	19,5	0,5	97,4
65	35	18,9	0,4	97,8
75	25	15,2	0,3	98,2
85	15	16,7	0,3	98,2

З табл. 1 видно, якщо вміст вугільної фракції нижче 45 %, то ефективність очищення зменшується за рахунок зниження сорбційної здатності суміші і погіршуються умови подальшого її спалювання. Збільшення вмісту вугільної фракції понад 80 % не впливає на повноту очищення стічних вод.

Висновки

1. Виявлено, що при високотемпературній обробці вугілля (800 – 1300 °С) можуть бути отримані сорбенти багатоцільового призначення.

2. Встановлено, що найбільш ефективними є сорбенти, отримані при спеціальному спалюванні певних марок вугілля в умовах ТЕС.

3. Показано, що отримані сорбенти за своїми сорбційними властивостями не поступаються відомим амфотерним адсорбентам.

Список літератури

[1] O. Svetkina, O Netiaga & H. Tarasova. Sorbents of purify mine waters , Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. – ©2015 Taylor & Francis Group, London, –608 p. – P. 111 – 117; ISBN: 978–1–138–02883–8, http://dx.doi.org/10.1201/b19901-21

Вплив аніонів солей металів на інтенсивність пігментоутворення дріжджів-біоіндикаторів

Кристина Крупєй, Олександр Рильський

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології, Запорізький національний університет, УКРАЇНА, м. Запоріжжя, 69600, вул. Жуковського, 66, E-mail: krupeyznu@gmail.com

The aim of our study was to investigate the influence of anions of salts on the carotenoid-synthesis of the yeasts Rhodotorula genus. The research has shown that yeasts react on the certain metal concentrations presence in the medium by pigment loss and by growth inhibiting. Obtained results make it possible to recommend the yeasts for the usage in the bioindication research.

Key words: anions, Zinc, Copper, pigment-synthesizing yeasts, carotenoids.

Вступ

Дослідження, проведені нами на бактеріях-індикаторах, показали, що не тільки катіон металу, але й аніонна частина солі відіграє значну роль у токсичній дії. Тому метою даної роботи було дослідити вплив аніонів солей Цинку та Купруму на інтенсивність пігментонакопичення одноклітинних еукаріот, а саме дріжджових клітин. Солі Цинку та Купруму були обрані для дослідження тому, що вони найчастіше зустрічаються в стічних водах промислових підприємств, а саме у гальванічному виробництві, чорній та кольоровій металургії, лакофарбовій промисловості тощо.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом дослідження були каротиносинтезувальні дріжджі *Rhodotorula aurantiaca* Y-1193 та *Rh. glutinis* Y-1335, люб'язно надані нам із колекції музейних культур Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Солі, які використовували в дослідах: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnCl_2$, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, $Cu(NO_3)_2$.

Тверде поживне середовище Сабуро готували на основі води з певним вмістом солей важких металів (ВМ). Контролем слугувало поживне середовище Сабуро без ВМ. Після застигання середовища на нього суцільним газоном засівали 18-годинні колекційні культури мікроорганізмів. Щільність суспензії становила 10^7 кл/мл. Інкубування проводили в термостаті за температури 27-28°С. Облік результатів проводили на 3 добу культивування. Спостерігали візуально, порівнюючи дослідні зразки з контролем. Для розрахунку різниці в інтенсивності кольору між дослідними і контрольними зразками чашки Петрі з дріжджовими колоніями фотографували, розміщали фотографії у комп'ютерну програму Adobe Photoshop, визначали показники каналів кольорової моделі (Lab), потім у програмі CIEDE 2000 розраховували різницю в інтенсивності кольору пігментів (dE) [1].

Результати дослідження та їх обговорення

Втрата здатності до утворення пігментів та поява безпігментних колоній у досліджуваних штамів дріжджів спостерігалася за концентрацій на 14,3–58,4 % нижче рівня тих концентрацій солей ВМ, за яких відбувалося повне блокування росту. Так, у *Rh. aurantiaca* Y-1193 для Цинку (II) сульфату, хлориду і ацетату ця різниця дорівнювала 33,4; 20 та 50 %, відповідно, а для Купруму (II) сульфату і хлориду була 50 %. Повна втрата пігментів у *Rh. glutinis* Y-1335 спостерігалася за концентрацій $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ та $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ на 50 % і 44,5 %, відповідно, нижче за ті концентрації, які повністю блокували життєдіяльність дріжджів. Для $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ та $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ця різниця становила 14,3 % та 58,4 %, відповідно. З підвищенням концентрацій солей Цинку в середовищі зростала різниця в інтенсивності пігментоутворення між контролем та дослідом (dE) у *Rh. aurantiaca* Y-1193 (таблиця 1).

Таблиця 1

Оцінка різниці в інтенсивності кольору пігментів на концентраційний ряд аніонів солей Цинку в дріжджів *Rh. aurantiaca* Y-1193

Сіль	Концентрація Zn^{2+}, мг/дм^3	Концентрація аніону, мг/дм^3	3 доба культивування			
			L	a	b	dE
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Контроль	-	38	25	34	-
	50	73,5	53	10	28	17,0±0,7
	100	146,9	51	3	40	20,8±0,5
	150	220,4	51	4	39	20,0±0,2
$ZnCl_2$	50	54,3	50	8	25	15,3±0,6
	100	108,6	52	9	28	16,6±0,4
	150	162,9	52	9	30	16,8±0,2
	200	217,2	51	5	35	18,8±0,9
	250	271,5	49	2	39	20,1±0,7
$Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$	50	90,2	53	14	38	16,6±0,8
	100	180,4	53	7	35	19,2±0,4
	150	270,6	49	4	44	19,7±0,5
	200	360,8	53	6	39	20,3±1,0
	250	451,0	54	4	33	21,3±0,9

Примітка: L, a, b – показники каналів кольорової моделі CIE Lab.

Для дріжджів *Rh. aurantiaca* Y-1193 серед солей Цинку найбільш токсичним виявився Цинку (II) сульфат (за концентрації 100 мг/дм^3 іонів Цинку спостерігався слабкий ріст безбарвних колоній), dE складала 20,8 ум. од. За тієї ж концентрації іонів Цинку, але з ацетатним аніоном, на чашках Петрі був відмічений добрий ріст безпігментних колоній *Rh. aurantiaca* Y-1193 (dE дорівнювала 19,2 ум. од.). Для дріжджів *Rh. glutinis* Y-1335 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ виявився також більш токсичним відносно каротиноутворення, ніж Цинку (II) хлорид та ацетат (у 3 і 2,5 рази, відповідно).

За концентрації 100 мг/дм^3 іонів Купруму (II) хлориду спостерігався помірний ріст безпігментних колоній *Rh. aurantiaca* Y-1193, проте за тієї ж концентрації Купруму (II) сульфату був відмічений суцільний ріст рожевих колоній. Купрум (II) хлорид відносно пігментоутворення був менш токсичним у 4,8 разів (утворення пігментів блокувалося в присутності в середовищі 250 мг/дм^3 іонів Купруму), ніж Купрум (II) сульфат. Найбільш токсичну дію на обидва штами дріжджів спричинив Купрум (II) нітрат. Ріст у *Rh. aurantiaca* Y-1193 та *Rh. glutinis* Y-1335 блокувався за концентрації Cu^{2+} у складі нітрату 200 і 300 мг/дм^3, відповідно.

Висновки

Дріжджі *Rh. glutinis* Y-1335 виявилися стійкішими відносно всіх аніонів Цинку та Купруму, ніж *Rh. aurantiaca* Y-1193. Можливо, це пов'язано з тим, що дріжджі *Rh. glutinis* синтезують більш широкий спектр каротиноїдів у порівнянні з *Rh. aurantiaca*, які виконують в клітині захисну функцію. Отримані результати спонукають нас продовжити дослідження з метою використання дріжджових клітин у біоіндикації.

Список літератури

[1] O. F. Rylskyi *et al.*, "Sposib vyznachennia intensyvnosti pihmentoutvorennia u bakterii," U.K. Patent 49812, Traven' 11, 2010.

Оцінка рівня екологічної небезпеки від неефективної роботи муніципальних очисних споруд

Олена Попович[1], Віра Слюсар[1], Наталія Вронська[1], Мирослав Мальований[1]

1. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, Адреса: м. Львів, пл. Св. Юра ¾, 79013.
E-mail: *lpolenaeko@yahoo.com*

Abstract – Investigation work of Lviv municipal sewage treatment plants. Methods for reducing the concentration of organic substances and ammonium and phosphorus compounds are proposed. The ways of minimizing the danger of the treatment facilities operation are suggested.

Ключові слова – каналізаційні очисні споруди, стічна вода, екологічна небезпека.

Вступ

Серед точкових джерел забруднення водного середовища муніципальні очисні споруди є одними із найвагоміших. Стічна вода, до утворення якої прикладається кожен із нас, несе у собі велику кількість органічних речовин та іонів амонію (сантехнічні стоки) органічні речовини та поверхнево-активні речовини (миття посуду), сполуки фосфору (прання одягу) та нафтопродукти (миття автомобілів). Також, за умови спільного збору комунальних стоків та атмосферних опадів, що характерно для м. Львова, стоки насичуються іонами важких металів та дрібних неорганічних твердих часток. На доповнення до цих стоків долучаються стоки від деяких підприємств і тоді якісний склад стічної води прогнозувати складно.

Уся ця вода повинна пройти через очисні споруди і на виході мати такі характеристики, які би не зашкодили рибному господарству та гарантували можливість застосування води в рекреаційних цілях. Акценти змінюються і тепер у всьому світі стічна вода розглядається не тільки як відходи, які потрібно знешкоджувати, але і як цінний ресурс, з якого можна отримувати енергію.

Провівши аналіз стану міських очисних споруд можна прийти до висновку, що стан міських очисних споруд не дозволяє ні гарантувати якісне очищення, ні додатково одержувати енергію із стічних вод, а очищені стоки, які випускаються у гідросферу, створюють значну екологічну небезпеку.

Для оцінки проблемних ділянок очисних споруд було проведено аналіз існуючої схеми очищення стічних вод (рис. 1).

Очисні споруди складаються із двох ліній (КОС1 та КОС2), які працюють за однаковим принципом, проте лінія першої черги має меншу продуктивність і дещо інше обладнання.

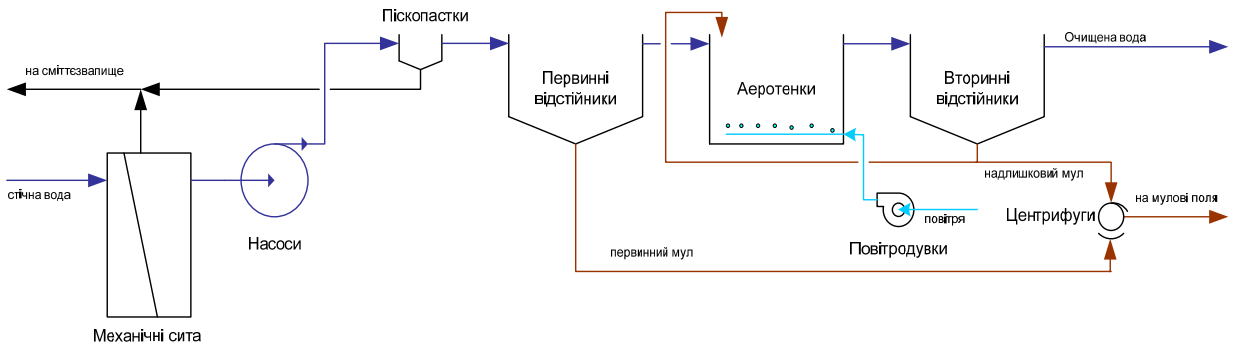


Рис. 1 Технологічна схема Львівських муніципальних очисних споруд.

Слід зазначити, що це стандартна схема міських очисних споруд другого покоління. Вона дозволяє відділити механічні домішки від води, окиснити органічні речовини, (знижуючи БСК) та

окиснити іони амонію до нітратів. Оскільки станція працювала довгий час без модернізації, обладнання її є морально застарілим, що спричинює недостатнє очищення стічних вод та забруднення річки Полтва. Оскільки ця річка належить до басейну Балтійського моря, це викликало занепокоєння міжнародної спільноти. Тому уряд Королівства Швеції виділив гроші для модернізації станції із використанням для обезводнення відпрацьованого активного мулу обладнання шведського виробництва. Внаслідок модернізації було замінено застаріле обладнання, що призвело до покращення ефективності очищення, але схема роботи станції залишилася незмінною.

– Аналізуючи роботу муніципальних очисних споруд та якість очищених стічних вод, які випускаються в гідросферу, нами виділені джерела екологічної небезпеки, для яких сформульовані можливі шляхи їх мінімізації. Результати аналізу приведені на рисунку 2. У відповідності із цією схемою виділені такі джерела екологічної небезпеки:

1.Понаднормативне забруднення очищених стоків сполуками азоту.

2.Відсутність стадії очищення муніципальних стоків від сполук фосфору.

3.Залишкове забруднення відхідних очищених стоків ПАР.

4.Залишкове забруднення відхідних очищених стоків фільтратами сміттєзвалищ.

5.Залишкове забруднення відхідних очищених стоків завислими агломераціями бактерій.

6.Забруднення висококонцентрованими амонійними фільтратами зневоднення відпрацьованого активного мулу.

Відповідність джерел екологічної небезпеки шляхам мінімізації їх негативного впливу на довкілля представлена на рис. 2.

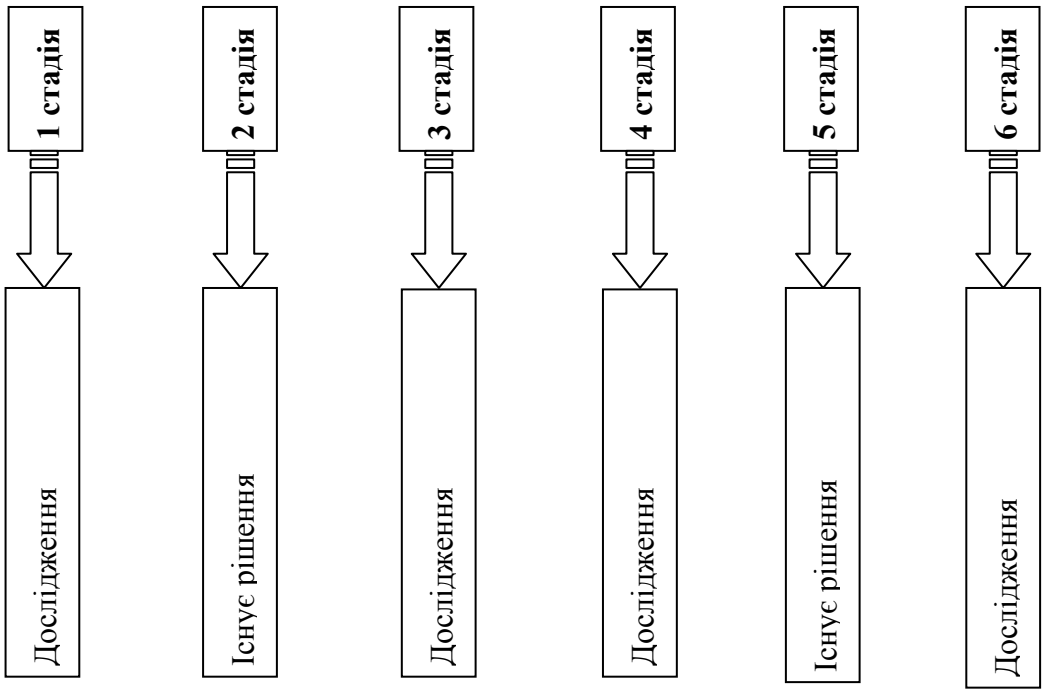


Рис. 2 Відповідність джерел екологічної небезпеки.

Мінімізація екологічної небезпеки від 1, 3, 4 та 6 джерел екологічної небезпеки і були ціллю наших досліджень.

Висновки

– В результаті аналізу даних досліджень запропоновано ряд технічних заходів, які дозволять мінімізувати екологічну небезпеку від неефективної роботи Львівських міських очисних споруд.

Застосування УФВ для процесу очищення стічних вод від бактеріального забруднення

Олена Попович[1], Наталія Вронська[1], Віра Слюсар[1], Мирослав Мальований[1]

1. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, Адреса: м. Львів, пл. Св. Юра ¾, 79013.
E-mail: *lpolenaeko@yahoo.com*

Abstract - Technologies of disinfection of sewage from bacterial contamination was analyzed. The use of ultraviolet irradiation to reduce bacterial contamination of industrial waters is proposed and justified.

Ключові слова – бактеріальне забруднення, ультрафіолетове випромінювання, *Bacillus, Pseudomonas, Sarcina, Diplococcus.*

Вступ

Метод УФВ знаходить широке застосування для очищення питної води в багатьох країнах світу (хоча сьогодні, на жаль, знайшов обмежене застосування в Україні) завдяки його екологічній безпечності, невеликій вартості та простоті реалізації. Стосовно стічних вод, які характеризуються великою різноманітністю видів бактерій, які в них знаходяться, та значною їх концентрацією, то необхідно зауважити, що наукове обґрунтування доцільності застосування методу УФВ для очищення їх від бактеріологічних забруднень на сьогодні відсутні. Загалом слід зауважити, що метод УФВ дозволяє провести очищення стічної води з достатньою ефективністю у випадку, коли тривалість опромінювання не менше 20 с. Збільшення часу обробки звичайно зменшує величину МЧ, але це зменшення не таке суттєве, а тому з метою мінімізації енергетичних затрат на очищення найбільш доцільно обмежитись часом опромінювання 20 с. Товщина шару, як і тривалість опромінювання, має вирішальне значення для проектування технологій знезараження води. Адже саме тривалість опромінювання та товщина шару води, яка піддається очищенню, визначають необхідні параметри проектування промислової установки для знезараження стічних вод. Тому нами проводився аналіз зміни МЧ від товщини шару води, яка піддається очищенню методом УФВ за різного фіксованого часу обробки.

Для дослідження очищення води від мікроорганізмів у досліджувану воду вносили різні види монокультури роду Bacillus, Pseudomonas, Sarcina, Diplococcus, створюючи таким чином інфіковану модельну воду. Початкова кількість мікроорганізмів у досліджуваній воді була різною, оскільки для подальшого аналізу результатів важливо було створити модельну суміш з однаковими початковими концентраціями бактеріальних забруднень. Результати досліджень представлені на рис. 1.

З метою встановлення оптимальних умов реалізації процесів очищення забруднених вод від бактеріальних забруднень було проведено серію досліджень. Важливим є встановлення параметрів, які можуть бути регульованими і які впливають на ефективність очищення, а також параметрів, які регулювати неможливо і які необхідно приймати в межах, що характерні для реалізації реальних процесів. Слід підкреслити, що метою очищення стічних вод (на відміну від очищення питної води) не є досягнення мінімально можливого рівня забруднення, оскільки після очищення стоки відводяться у поверхневі води, де існує певний стабільний рівень бактеріального забруднення (умовно його можна назвати фоновим). Водночас живильне середовище для розвитку бактерій зберігається. Нами аналізувались результати дії УФО для різних товщин шару води і різної тривалості опромінювання. Так за умови 20-секундного опромінювання і товщини шару води 25 мм,

МЧ для бактерій *Bacillus* становить 35 КУО/см^3, а за тривалості опромінювання 20 с і товщини шару води 45 мм становила 51 КУО/см^3. Після 20-секундного опромінювання і за товщини шару води 50 мм очищення практично не проходить. За умови 20 с опромінювання і товщини шару води 25 мм обробка ультрафіолетом дозволила понизити рівень МЧ для *Bacillus* у 714 разів, а за тривалості опромінювання 20 с і товщини шару 45 мм – у 490 разів.

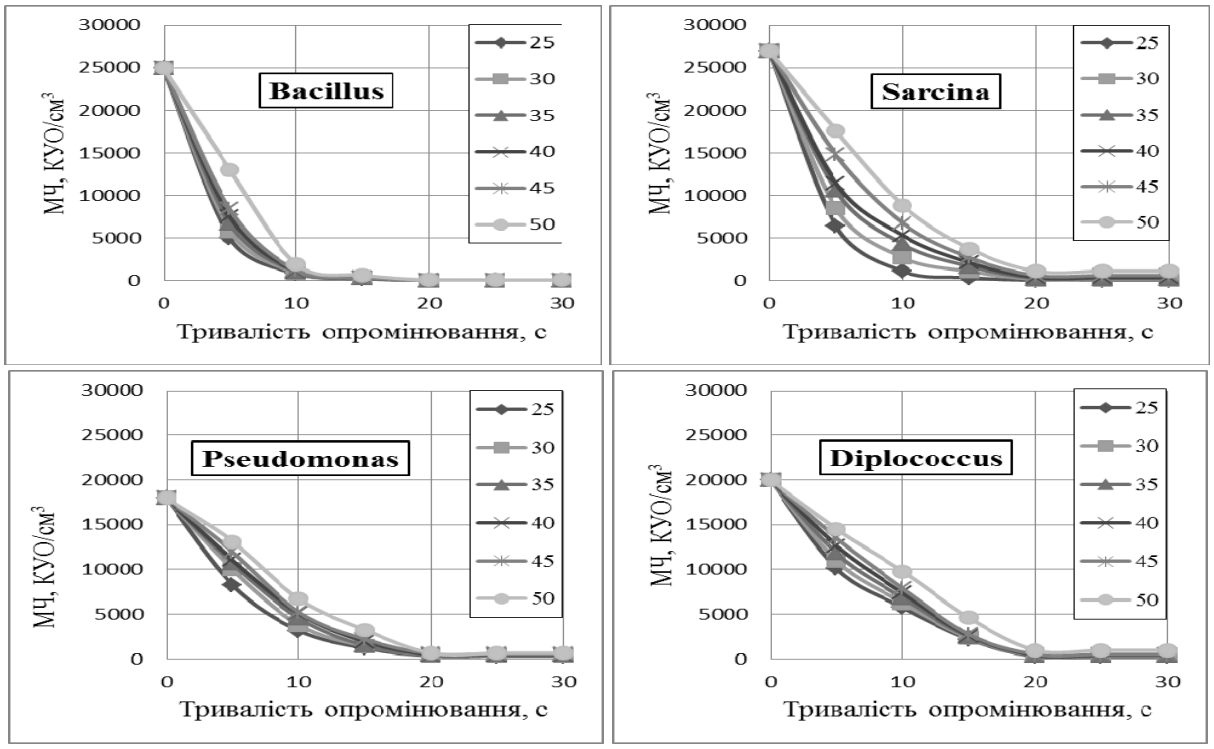


Рис. 1. Залежність МЧ від тривалості опромінювання УФВ для різних видів бактерій та різної товщини шару стоків (мм)

Для бактерій *Sarcina* за 20 с опромінювання МЧ становило за товщини плівки 25 мм 50 КУО/см^3, що дало змогу знезаразити воду у 540 разів, а за 45 мм цей показник становив 605 КУО/см^3. Кількість бактерій в інфікованій воді знизилась у 44 рази.

Щодо впливу УФВ на бактерії виду *Pseudomonas*, то слід зауважити, що за тривалості опромінювання 20 с рівень МЧ за товщини шару води 25 мм становив 320 КУО/см^3, а за товщини 45 Щодо впливу УФВ на бактерії виду *Pseudomonas*, то слід зауважити, що за тривалості опромінювання 20 с рівень МЧ за товщини шару води 25 мм становив 320 КУО/см^3, а за товщини 45 мм МЧ було рівне 560 КУО/см^3. Внаслідок очищення УФО було знижено кількість бактерій у 56 і 32 рази відповідно. Дослідження показали, що за 20 с опромінювання і товщини шару води 25 мм МЧ для бактерій роду *Diplococcus* МЧ складало 260 КУО/см^3. Рівень МЧ за товщини шару води 45 мм і за тривалості опромінювання 20 с був 505 КУО/см^3. Кількість бактерій в інфікованій воді за товщини шару води 25 мм знизилась у 77 раз, а за товщини шару води, яка піддається очищенню 45 мм – у 40 разів.

Висновки

Отже, як свідчать результати досліджень, на кожен вид мікроорганізмів УФВ діє по різному. Найкраще із використанням УФВ вдалось мм МЧ було рівне 560 КУО/см^3. Внаслідок очищення УФО було знижено кількість бактерій у 56 і 32 рази відповідно.

Особливості технології одержання бітумів модифікованих гумовою крихтою

Андрій Нагурський[1], Олег Гринишин[1], Юрій Хлібишин[2], Дмитро Антошків[1]
Ірина Почапська

1. Кафедра хімічної технології переробки нафти і газу, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів вул. С.Бандери, 12, 79013, e-mail: nagurskiy@ukr.net
2. Кафедра технології органічних продуктів, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів вул. С.Бандери, 12, 79013, e-mail: nagurskiy@ukr.net

Abstract - The mechanism of modifying bitumen rubber crumb particular patterns studied dissolution process crumb rubber in bitumen and its individual components. The thermal analysis of crumb rubber, which is used for modification. Showing how to change the basic properties of modified bitumen depending on the duration of dissolution of crumb rubber.

Ключові слова – бітум, модифікування, гумова крихта, асфальт, термічна стійкість, дуктильність, пенетрація.

Вступ

Нафтовий бітум – один із найпоширеніших будівельних матеріалів. Його застосовують у різних галузях промисловості та побуту [1]. Найбільш об’ємним споживачем нафтового бітуму є дорожнє будівництво. Асфальтобетонні суміші є одним із найрозповсюдженіших дорожньо-будівельних матеріалів, що використовуються для будівництва дорожніх покриттів автомобільних доріг [2]. Також бітуми ще використовують як водозахисні речовини, покрівельні матеріали тощо. Останнім часом до якості нафтових бітумів висуваються все більш жорсткі вимоги, тому все частіше для покращення властивостей бітумів проводять його модифікування [3,4].

Мета роботи

Метою досліджень було розроблення основ модифікування бітумів одержаних з української сировини гумовою крихтою, зокрема вивчення закономірностей процесу модифікування бітуму гумовою крихтою і встановлення механізму модифікування.

Об’єкти досліджень

В якості об’єктів досліджень було використано будівельний бітум марки БНБ 70/30 і гумову крихту фракцією 2мм, яку одержують внаслідок дроблення зношених автомобільних шин.

Експериментальна частина

На експериментальній установці було досліджено процес набухання і розчинення гумової крихти в будівельному бітумі і в залишкові базові оливі. Дослідження проводили в залежності від температури процесу і гранулометричного складу гумової крихти. Експерименти проводили на установці змішування, яка складається з реактора, обладнаного нагрівачем, регулятором температури, і перемішуючого пристрою. Процес вивчали в інтервалі температур 150-250°C протягом 9 год.

Обговорення результатів

Аналіз отриманих результатів засвідчив, що при збільшенні часу модифікування підвищується температура розм’якшення отриманого бітуму. Під час розчинення при вищій температурі температура розм’якшення бітуму збільшується більше ніж при нижчій температурі. Дуктильність змінюється не значно при будь-якій температурі розчинення, але

більше зростає при 150°С. Еластичність бітуму протягом перших 5 годин розчинення змінюється майже однаково, а дальше збільшується до 79,1% якщо розчинення проводити при 250 °С і зменшується до 47,4% при температурі розчинення 150 °С. Пенетрація при збільшенні часу розчинення знижується. При 250 °С вона знижується більш інтенсивніше ніж при 150 °С.

Аналізуючи одержані експериментальні результати вибрано оптимальні умови процесу модифікування бітумів гумовою крихтою. Але ці умови можуть змінюватися при зміні марки вихідного бітуму. Покращення основних показників модифікованих бітумів при введенні такого модифікатора в залежності від його кількості та температури приготування, свідчить про можливість регулювання його властивостей у виробничих умовах.

Висновки

Вивчено механізм дії гумової крихти в процесі модифікування бітумів. Встановлено, що в області низьких температур відбувається набухання гумової крихти за рахунок оливних компонентів бітуму При температурах 220-250°С відбувається термічна девулканізація гуми з утворенням лінійних структур, які відносно легко розчиняються в середовищі бітуму. На основі проведених досліджень встановлено, що гумова крихта може бути використана для модифікування нафтових бітумів з метою покращення їх експлуатаційних характеристик. Додаючи гумову крихту до бітуму ми не тільки покращуємо його якість, а й частково вирішуємо проблему утилізації накопичених за останні десятиліття автомобільних шин, кількість яких кожний рік невпинно зростає, що призводить до забруднення навколишнього середовища.

Список літератури

[1] Hun R. B. Neftianue bytumy, Moskva, Khymyia,. 432 p., 1973

[2] M. V. Zabavnykov, P. S. Beliaev, O. H. Malykov, K reshenyia problem kachestva avtomobylnykh doroh cherez novie sirevie komponenty dorozhnikh sviazuiushchykh y prohressyvnie tekhnolohyy ykh proyzvodstva, Teplofyzyka v enerhosberezhenyy y upravlenyy kachestvom: VI Mezhdunarodnaia teplofyzycheskaia shkola,: materialy konf. Tambov, pp. 90-95. 1-6 oktiabria 2007 h.

[3] Hrynyshyn O.B., Khlibyshyn Y.Ya., Nahurskyi A.O., Nahurskyi O.A., Metody oderzhannia bitumiv z zalyshkiv pererobky vazhkykh naft, Tekhnolohycheskyi audyt y rezervu proyzvodstva, 5/4 (25), pp. 45-48, 2015.

[4] V.A. Zolotareva; P.A. Bespalovoi, Modyfytsyrovannie bytumnie viazhushchyi, spetsyalnie bytumy i bytumy s dobavkamy v dorozhnom stroytelstve. PIARC-AIPCR; Pod obshchiy redaktsyeiy Kharkov: Yzd-vo KhNADU, 229 s. 2003.

Прогнозування біоочищення стічних вод локального значення

Романа Петріна, Софія Василюк, Олекса Швед, Юрій Гавриш, Ольга Швед, Володимир Новіков

Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м. Львів, E-mail: rpetrina@i.ua; vnovikov@polynet.lviv.ua

Abstract. This work is devoted to the study of the urban-industrial wastewater treatment scheme development with using biotechnological methods, according to principles of sustainable development.

Ключові слова – біомоніторинг, біоіндикація, біотестування

Вступ

Забруднення водних екосистем промисловими відходами, зокрема харчової, фармацевтичної та косметичної галузі, забруднює довкілля в цілому, що особливо відчутно в локальних межах невеликого населеного пункту. У цих умовах визначення чистоти водних екосистем та проведення очищення має ряд труднощів, для розробки великих штучних екосистем, у тому числі фінансових. Тому слід провести попереднє обстеження і створення системи біомоніторингу довкілля із застосуванням біоіндикації та біотестування окремих його складових. Відтак проведення комплексного очищення концентрованих стоків із застосуванням біотехнологічних способів захисту, які не вимагають значних економічних затрат, можуть бути застосовані у широкому масштабі з компенсацією енерговитрат та отриманням корисних продуктів (екобезпечні добрива, біогаз тощо) [1-3].

Об’єкти досліджень

Нами бралися до уваги локальні стоки малих містечок з метою відновлення водних об’єктів Львівської області. З цією метою проводилися спостереження за чисельністю та видовим складом біомаси водних екосистем шляхом біоіндикації та біотестування, які є не лише об’єктом біомоніторингу довкілля, але також можуть бути використані як інструмент його проведення, що разом з мікробіологічним та фізико-хімічним аналізом є важливим напрямом сучасної біотехнології контролю стану водних об’єктів та якості очищення стоків згідно принципів сталого розвитку.

Методи досліджень

Кількісна оцінка мікробіологічного забруднення визначалась методом мікроскопування та прямого підрахунку колоній на селективних середовищах. Утворення метаболітів визначається залежно від кислотно-основних параметрів і проводилось в анаеробних та аеробних умовах.

Результати досліджень

Для очищення від біогенних елементів (азоту та фосфору) розпочато дослідження з впровадження фіторемедіаційних методів очищення, зокрема використанням аїру тростинного (*Acorus calamus*). Висаджування на територіях біля очисних споруд рослин, які здатні до фіторемедіації, є набагато дешевше, ніж будівництво додаткових очисних споруджень і максимально екологічно [4-7].

Моніторинг ділянок у місцях скиду стоків та навколо очисних споруд є актуальним для визначення концентрації й поширення ксенобіотиків та проведення інформаційного аналізу й прогнозування.

Для швидкого аналізу забруднень цікавим є створення експресивних, селективних, чутливих, ощадних методів контролю, що може бути вирішене із застосуванням біосенсорних приладів як моносенсорних, так і мультисенсорних, що включають біоагент (клітини, ферменти, біомембрани, органели чи субмолекулярні структури клітин тощо) та потенціометричні перетворювачі, які б доповнили класичні біотехнологічні методи аналізу, забезпечивши достовірність якості очищення стоків.

Першим етапом до виконання таких досліджень є використання математичного моделювання та комп'ютерного прогнозування знешкодження ксенобіотиків, нейтралізації та деградації природних полютантів у водних стоках для корисного відновлення водної екосистеми окремого регіону довкілля через вивчення динаміки кількісного та таксономічного складу, оцінки і прогнозування екологічного стану водойм.

Другим етапом до виконання таких досліджень є моделювання та масштабування процесу очищення і розроблення схеми біоочищення за принципами сталого розвитку.

Висновок

Розроблено технологічні схеми з внесенням інтактного або іммобілізованого біокомплексу *Anammox*-процесу та проведенням додаткової фіторемедіації забруднень на біоінженерних ставках. Розглянуто можливість використання отриманої у процесі очищення біомаси вищих рослин у якості палива для когенераційних установок з одержанням електричної та теплової енергії.

Список літератури

[1] О.М.Швед, Р.О.Петріна, О.Я.Карпенко, В.П.Новіков, "Низькозатратні біотехнології очищення висококонцентрованих азотовмісних стічних вод", *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок,* Випуск 13, № 3-4, с. 385 – 389, 2012.

[2] О.М.Швед, О.К.Видринська., В.Г.Червецова, З.В.Губрій, В.П.Новіков, "Нові підходи до біологічного очищення стічних вод міста Львова", *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Хімія, технологія речовин та їх застосування,* №726, с. 145 – 152, 2012.

[3] П.І.Гвоздяк, М.В.Михайловська, "Порівняльний аналіз методів біологічного очищення стічних вод від сполук азоту", *Наукові вісті НТУУ «КПІ»,* №2, с.109-117, 2007.

[4] O.M.Shved, P.Kuschk, V.P.Novikov, "Biotechnology of ammonium-rich wastewater treatment in constructed wetlands", Сучасні досягнення фармацевтичної технології: Матеріали IV н-п. конф. з міжн. уч., Харків, – Х.: Вид-во НФаУ, с. 18, 2014.

[5] O. Shved, R. Petrina, V. Chervetsova, V. Novikov, "Enhancing efficiency of nitrogen removal from wastewater in constru-cted wetlands", *Східно-Європейський журнал передових технологій*, № 3/6(75), с. 63–68, 2015.

[6] О. М.Швед, В.Г.Червецова, Р.О.Петріна, В.П.Новіков, "Порівняльний аналіз біотехнологій очищення стічних вод малих населених пунктів", *Технологічний аудит та резерви виробництва*. № 3/4(23), с. 28 – 32, 2015.

[7] O.Shved, S.Dehestaniathar, V.Novikov, "Anammox enrichment and constructed wetland inoculation for improvement of wastewater treatment performance" , *Journal of Advances in Environmental Health Research*, Том 2, № 3, с. 189 – 95, 2014.

Development of rational use of by-products of petrochemical productions

Daria Kichura[1], Yura Kurtash[2]

1. The department of technology of organic productst, National University "Lviv Polytechnic", Institute of Chemistry and Chemical Technologies, UKRAINE, Lviv, S. Bandera Street, 79013. E-mail: dariia.b.kichura@lpnu.ua

2. LLC "Karpatnaftokhim" Ivano-Frankivsk region, Kalush city, Industrial Street, 4, 77300.

The scientific basis for the preparation of reactive oligomers has been developed, the main regularities of their synthesis using thermal and initiated oligomerization have been established. For the synthesis, both classical peroxide initiators, initiator systems, and complex multifunctional initiators were used. Each of the proposed initiators has its own shortcomings and advantages, and it makes it possible to synthesize the reactive oligomers with given physicochemical and mechanical characteristics.

Keywords – fraction, modifier, initiator, modification, cooligomerization, reactive oligomers.

Introduction

The oil and gas sector is one of the priority areas of regional development, which, at the same time, is a source of high ecological danger. In this regard, a lot of efforts are aimed at finding ways to interact economic and environmental interests of the state, business and society, to establish interdepartmental interaction with the goal of forming a unified policy of ensuring environmental dangers in the petrochemical and reprocessing sectors. Since the petrochemical potential of countries and regions is estimated by the volume of production of lower olefins, but by name, ethylene and propylene, and their production will undoubtedly increase, only the redistribution of capacities between the industrialized and developing regions can be expected. The increase in production as well as the capacity of pyrolysis plants, will result in the production of significant volumes of by-products containing reactive unsaturated hydrocarbons. These products do not find effective use until today, mainly on their basis, so-called hydrocarbon or petroleum resin resins are produced. The synthetic resins are widely used as substitutes for natural products, like albumin, rosin, as well as expensive synthetic: indene-coumarone, phenol-formaldehyde and other resins. Since there is no foreseeable appearance in the near future, full-value replacements of the above-mentioned basic products for the paper, paint and varnish, rubber, printing industries, this paper shows the possibility of rational use of petrochemical by-products for the synthesis of reactive oligomers (RO).

The modifiers has been taked: maleinic anhydrides, acrylic acids and dualilphtalat esters. This should allow to extend the fields of functionalized RO application. Therefore, the synthesis of new RO with different modifiers, in order to increase their resistance heat and also to improve their adhesion to various substrates, is an important subject in polymer chemistry and technology. We have studied the adhesion capability and corrosion resistance properties of RO obtained from both process. Optimum composition and duration of structure-forming of epoxioligomer compositions of obtained with resin ED-20 have been established. Basic properties of compositions: table of contents of gel faction, hardness, adhezion, chemical firmness and water absorption have been determined.

Conclusions.

In this work an approach to functionalized RO having groups such as: double bond, carboxyl, anhydride and esters were presented and discussed. This should allow to extend the fields of functionalized RO application. Therefore, the synthesis of new RO with different modifiers, in order to increase their resistance heat and also to improve their adhesion to various substrates, is an important subject in polymer chemistry and technology.

Mechanism of the reduction of U (VI) by organoclay supported nZVI

N.V. Zhdanyuk

Chemical Engineering Department, National Technical University of Ukraine " Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kiev, ave. Peremogy, 37, 03056, UKRAINE, E-mail: zhdanyukn.kpi@gmail.com

Abstract – Environmental contamination caused by uranium and its decay products is a serious problem worldwide. Special attention was devoted to permeable reactive barrier technology for groundwater purification.

Keywords – montmorillonite, organoclay, zero valent iron, uranium (VI)

Iron nanoparticles are very effective for the removal of a wide range of contaminants. Nevertheless, a major obstacle for more effective remediation still remains, which involves tendency of reactive nanoparticles agglomerate with rapid sedimentation, causing limited mobility of the nanoparticles in an aquatic environment.

Zero-valent iron particles (nZVI) were prepared by a liquid phase reduction method with borohydrate. [1]. A new class of nanoscale zero-valent iron particles supported on natural montmorillonite (MMT) and organo-montmorillonite (OMMT) were synthesized and the feasibility for the removal of U(VI) was examined through laboratory batch test. The usage of composite as a supporting material is justified by the fact that clay minerals are abundant, environmental-friendly and much cheaper than activated carbon and technologies such as pump-and-treat. Moreover, montmorillonite is a kind of clay mineral with a layered structure, high surface area and strong adsorption characteristic.

The mechanisms of U(VI) reduction by Fe^0 are a cyclic and involve multiple reactions of electrochemical corrosion. Initially, the reaction Fe^0 acts as a reducing agent, which further facilitates the removal of uranium. Interaction Fe0 and products of oxidation of Fe(II) and Fe(III) leads to the formation of adsorption centers. It should be noted that the transition U(VI) to U(IV) is a solution of particles near Fe^0 resulting electrochemical reaction. As a result, the transition of uranium compounds in the solid state and deposition on the surface of iron. Also, the sorption complexes of U(VI) can form a solid mixture of U(IV) / U(VI) [2].

Conclusion

Nanocomposites showed an outstanding ability to remove metal ions because of high surface activity and low particle size. After the contact with U(VI), the reduction of those was highest with OMMT/nZVI, followed byMMT/nZVI and unsupported nanoparticles nZVI, what may thus offer an economically and environmentally friendly usage of organoclay nanocomposite as an exceptional solution to one of the most aggravating ecological problems.

References

[1] P. Zhihua, «Debromination of decabromodiphenyl ether by organo-montmorillonitesupported nanoscale zero-valent iron: Preparation, characterization and influence factors», Journal of Environment Sciences, vol. 26, pp. 483-491, Apr. 2014.

[2] W. Pingxiao, «Mechanism of the reduction of hexavalent chromium by organo-montmorillonite supported iron nanoparticles», Journal of Hazardous Materials, vol. 219-220, pp. 283-288, Apr. 2012.

Utilization of wastes of alcoholic production is for the receipt of valuable organic compounds

Daria Kichura, Roman Subtel'niy

The department of technology of organic products, National university "Lvivska politekhnika", UKRAINE, Lviv, S. Bandera Str., 12, 79013 E-mail: dariia.b.kichura@lpnu.ua

Superficially active and washings facilities apply in textile industry, at making of various cosmetic facilities, as abrasive mixtures for cleaning of metals, consequently their receipt from accessible and cheap raw material is very actual. The receipt of cleansers of the domestic setting must satisfy the row of requirements and by vidriznyattsya character of cleanser and nature of active addition.

Keywords – fuisel oil, synthetic detergent surface-active substances

Introduction

In the production of ethanol along with major products: ethyl alcohol and carbon dioxide, are a number of byproducts, such as major fraction of ethanol and fusel oil. Head fraction of ethyl alcohol and fusel oil produced in the form of technical products, but comprehensive utilization rates significantly increase production capacity and reduce treatment facilities, including clean drinking water. In Ukraine virtually no domestic synthetic detergent, namely surface-active substances, basic types: alkyl benzene sulphonate, alkyl alcohol and other surfactants. In order to improve the quality of synthetic cleansers and improve technical and economic efficiency of their production should be implemented in the production of new technologies. One of the main tasks of further research is the development and implementation of projects aimed at increasing productivity synthetic detergent. That is why there is a problem of intensification of existing production technology synthetic detergent. In Ukraine production SMZ decreased almost 10 times, if in 1990 produced 305 thousand t., in 2000 to 40 thousand t., and in 2010 to 33 thousand. t. As of 2015, Ukraine produces 10% of detergents rest – imports, with more than half smuggling. This is not only filling the market with considerable the number of foreign synthetic detergent, but most lack surfactant domestic production.

Synthesis of surface-active substances can be performed following methods: oksyetylyuvannyam esters from methanol, where feedstock – rapeseed oil (such compounds belong to nonionic surfactants); oksyetylyuvannyam monoetanolamidiv synthetic fatty acids (such surface-active substances can be used as emulsifiers and thickeners and is the feedstock for the synthesis of ionic and anionic surfactants); sulfonation in this case used for the synthesis of alcohols or anhydrides of saturated and unsaturated dicarboxylic acids with sulfur dioxide, sodium hydrosulfite and sulfite (such surfactants have high resistance to acids). Since sulfonation using sulfur trioxide requires certain hardware design. The reaction temperature does not exceed 283 K, an exothermic reaction, the temperature reaches 333 … 343 K, as in our case as sulfuyuchyy agent used hydrosulfite and sodium sulfite. First synthesized monoeter based maleic (MA) and succinic (SA) anhydrides, later conducted its saponification using sodium hydroxide and sodium hydrosulfite. Got acid surfactants α-, β-disodium or trisodium salt MA and SA.

Conclusions. On the basis of experimental studies found impact nature anhydrides and temperature process for formation of the corresponding mono- and dyesters, defined by their physicochemical characteristics using instrumental methods of analysis. We have offered the optimum conditions of the process: sulfuric acid catalyst in an amount of 0, 01 mol / l; the ratio of reactants: CO = 1 ... 2: 1 (ml) .; sodium hydrosulfite and sodium hydroxide, proposed fundamental technological scheme of obtaining.

Кінетика та динаміка адсорбції забрудників промислових стічних вод природним цеолітом

Віра Сабадаш

Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, пл. св.. Юра 3/4, E-mail: virasabadash@gmail.com

The results of experimental studies of the kinetics and dynamics of adsorption of pollutants of industrial waste water by zeolite in column-type apparatus were presented. The existing theoretical apparatus to describe adsorption processes has been analysed. The mechanisms of adsorption process and the methods for the identification of experimental data to theoretical models was investigated. The output curves of adsorption dynamics of tested substances on zeolite in a reactor with a stirrer and in column-type apparatus has been built. The interrelation degree of saturation of sorbent depending to the Fourier criterion was ascertained.

Ключові слова – адсорбція, стічні води, кінетика, динаміка, амоній, фосфати, важкі метали.

Адсорбція належить до основних масообмінних процесів. Адсорбційні процеси застосовують у різних галузях промисловості, а також з метою очищення викидів промислових підприємств. Дана робота представлє результати досліджень процесів адсорбції в системі тверде тіло-рідина в динамічних умовах.

Метою роботи було встановлення сорбційної ємності природного цеоліту стосовно речовин неорганічного й органічного походження, дослідження кінетики та динаміки процесу адсорбції, а також порівняння ефективності процессу в реакторі з мішалкою та в апараті колонного типу з нерухомим шаром сорбента.

Дослідження кінетики адсорбції здійснювали в апараті з пропелерною міщалкою для сполук, що найчастіше зустрічаються у промислових стоках. Процес адсорбції проходить до встановлення рівноважних концентрацій поглиненої речовини в адсорбенті та в дисперсійному середовищі. Процес адсорбції може проходити у зовнішньодифузійній або у внутрішньодифузійній області. Зовнішньодифузійний процес характерний для початкової стадії адсорбції, коли концентрація поглиненої речовини на поверхні сорбента близька до нуля, а також для процесів адсорбції високомолекулярних сполук та для сильно розбавлених розчинів. Для інтенсифікації процесу сорбції процес необхідно перевести із зовнішньодифузійної області у внутрішньодифузійну. Перехід адсорбційного процесу у внутрішньодифузійну область залежить від типу адсорбата, адсорбента та умов проведення процесу адсорбції. Процеси механічного перемішування дають змогу пришвидшити транспорт компонента до поверхні сорбента, а також супроводжуються зменшенням в’язкості досліджуваного розчину. Таким чином, збільшення кількості обертів мішалки сприятиме інтенсифікації процесу адсорбції.

Результати експериментального дослідження поглинання фосфатів, α-оксіпропіонової кислоти, альбуміну, іонів амонію, купруму та хрому цеолітом у реакторі з мішалкою представлені графічно критеріальною залежністю $Sh=f(Re_м)$. з метою порівняння експериментальних результатів з теоретичними використано теорію локально-ізотропної турбулентності. Залежність кінетики поглинання від інтенсивності пермішування показала, що за числа обертів n⟩500 кінетика не залежить від числа обертів, тобто основну роль відіграє внутрішньодифузійний процес, при якому число Біо прямує до ∞. Для математичного опису внутрішньодифузійного процесу сорбції компоненту в умовах перемішування використовуємо рівняння, одержане внаслідок розв’язування

диференціального рівняння молекулярної дифузії для частинок кулястої форми у апараті з механічним перемішуванням для Bi=∞. Розраховано коефіцієнт внутрішньої дифузії для для системи цеоліт-адсорбтив. Значення коефіцієнтів масовіддачі та коефіцієнтів внутрішньої дифузії свідчать про імовірність проходження внутрішньодифузійного процесу адсорбції.

Динаміку процесу сорбції α – оксіпропіонової кислоти, купруму та розчину суміші солей купруму (II) та хрому (III) природним цеолітом досліджували в апараті колонного типу. Представлено результати експериментальних досліджень динаміки сорбції та іонообмінного поглинання вказаних речовин цеолітом у апараті колонного типу у залежності від висоти шару сорбенту та одержано вихідні криві.

Було проаналізовано існуючий теоретичний апарат для опису процесів адсорбції та розроблено методи для ідентифікації експериментальних даних теоретичним моделям. Визначили рівноважний адсорбційний шар, для якого вихідна концентрація чисельно дорівнює рівноважній концентрації, що є співмірною з середньою величиною адсорбції в цьому шарі. Це дозволяє спростити вирішення завдань одержання вихідних кривих адсорбції в динамічних умовах, які можуть бути легко отримані на підставі даних ізотерм адсорбції.

Для математичного вираження залежності між концентрацією досліджуваних речовин та часом сорбції за певної швидкості пропускання розчину через колонку використовували модель Томаса. Модель пов’язує концентрацію на виході з колонки зі швидкістю пропускання розчину. У лінійну залежність об’ємна швидкість безпосередньо не входить, вона входить неявним чином у час сорбції, який дорівнює об’єму профільтрованого розчину, поділеному на об’ємну швидкість. Модель застосовується для діапазону початкових концентрацій $(0{,}08–0{,}93)\cdot C_0$ і досить коректно описує процес мономолекулярної адсорбції, для якої справедлива ізотерма Ленгмюра.

Модель також передбачає, що процес сорбції контролюється масообмінними процесами між твердою та рідкою фазами. Кількість адсорбату, яка затримана у колонці, відповідає площі під кривою проскоку у координатах C–t і була розрахована чисельним інтегруванням.

Експериментальні дані було ідентифіковано теоретичній моделі. За отриманими результатами експериментальних досліджень визначили коефіцієнти динаміки процесу адсорбції в апараті колонного типу.

Список літератури

[1] V.V. Sabadash “Ochyshchennya bahatokomponentnykh promyslovykh stichnykh vod”, (in Ukrainian), Zakhyst navkolyshn'oho seredovyshcha. Enerhooshchadnist'. Zbalansovane pryrodokorystuvannya: Zbirnyk materialiv 4-ho Mizhnarodnoho konhresu, L'viv, Ukrayina, p. 141, 2016.

[2] V. V .Sabadash, A. M. Hyvlyud, J. M. Gumnitsky “Dynamika adsorbtsiyi a-oksipropionovoyi kysloty v aparati kolonnoho typu”, (in Ukrainian), Visnyk Natsional'noho universytetu “L'vivs'ka politekhnika”, Seriya "Khimiya, tekhnolohiya rechovyn ta yikh zastosuvannya", L'viv, Ukrayina, vol. 841, p. 330, 2016.

[3] V.V. Sabadash, J. M. Gumnitsky , O.V. Mylyanyk, L.M. Romanyuk “Sumisna sorbtsiya kationiv kuprumu ta khromu dlya ochyshchennya stichnykh vod”, (in Ukrainian), Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny: Zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats', L'viv, Ukrayina, RVV NLTU Ukrayiny, vol. 27.1, p. 129, 2017.

Вплив органо-мінерального добрива на стан ґрунтів

Марія Канда[1], Зоряна Одноріг[2]

1. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, E-mail: 27kandam@gmail.com;

2. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, Львів, odnorigzor@gmail.com

Анотація. This research involves studying the application of palygorskite from Dashukivka Deposit and clinoptilolite from Sokyrnytsia Deposit in production of organic fertilizers prolonged. The pH level of soil solution shifts toward neutral, and the level of ammonium nitrogen are uniform throughout 24 days.

Key words: ammonia, poultry manure, palygorskite, clinoptilolite, adsorption.

Вступ. В Україні відбувається інтенсивне нарощування потужностей агропромислових та тваринницьких комплексів. Тому раціональне використання родючих властивостей ґрунтів сільськогосподарського призначення та забезпечення екологічної безпеки агрокомплексу є пріоритетними екологічними задачами. Фізико-хімічні властивості ґрунтового розчину є визначальними для життєдіяльності мікроорганізмів та умов існування рослин. За вмістом азоту в гумусі оцінюють потенціальну родючість ґрунтів. Найбільш важливі неорганічні види азоту в ґрунтах – це нітрати, нітрити, здатний до обміну аміак, фіксований в мінералах іон амонію, газоподібний азот та оксид азоту (I) N_2O. У процесі росту й розвитку рослина споживає всі форми мінерального азоту, проте інтенсивність їхнього поглинання залежить від ґрунтово-кліматичних умов.

Експериментальна частина. Нами проводяться дослідження щодо визначення впливу суміші клиноптилоліту, палигорськіту та курячого посліду на стан ґрунтів сірого, темно-сірого та дерново-підзолистого типів земель Пустомитівського району (Львівська область) з метою визначення способів збільшення тривалості дії і зменшення частки втрати азоту протягом вегетаційного періоду. Методика проведення дослідження полягала у аналізуванні водних витяжок із ґрунту. З водної витяжки визначали pH ґрунту та концентрацію амонійного азоту. Визначення pH ґрунтового розчину виконано за допомогою портативного pH/ISE/mB/°C-метра марки Senslon^{tm}2. Визначення амонійного азоту ($N\text{-}NH_4^+$) здійснювалося із реактивом Несслера за ДСТУ 4729:2007 «Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту» на фотоелектроколориметрі ФЭК-56.

Згідно результатів експериментів, у всіх зразках встановлено незначний зсув рівня pH ґрунтового розчину в бік нейтральності (в середньому на 0,6 одиниці показника pH), тобто зниження кислотності ґрунтового середовища. Кількість амонійного азоту, що вивільняється протягом 24 діб зросла в 4 рази для темно-сірого та сірого типів ґрунтів, а для дерново-підзолистого ґрунту – в 6 разів. Проведені дослідження свідчать, що якщо протягом перших 4 діб рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом був низьким (4-15 мг/л), проте вже через 7 діб рівень підвищувався до середнього (16-24 мг/л) і в подальшому стає середнім і рівномірним.

Висновки. Завдяки додаванню до курячого посліду таких сорбентів як клиноптилоліт та палигорськіт зменшується виділення аміаку в атмосферне повітря. В подальшому сорбенти створюють умови для поступового живлення кореневої системи рослин амонійним азотом. Це дозволить зменшити екологічну небезпеку забруднення атмосфери амонійним азотом, утилізувати послід із птахоферми, що сприятиме зниженню втрат азоту під час зберігання та підвищенню родючості ґрунтів.

Оптимізація процесу вилуговування цинку із сольових відпрацьованих джерел електричного струму

Іванна Мерцало, Роксоляна Буклів, Христина Попівчак

Кафедра хімії і технології неорганічних речовин, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м. Львів, пл. Святого Юра. 9, E-mail: roksolyanabukliv@gmail.com

Optimization is of the electrolyte leaching of zinc and its modes of electrolysis by the method of least squares. The adequate regression equation for the summarizing measure of the quality system "electrolyte composition - electrochemical leaching" was obtained.

Ключові слова - циклічна вольтамперометрія, електрохімічне вилуговування, електроліз.

Вступ

Дослідження циклічною вольтамперометрією електролітів, одержаних розчиненням відпрацьованих сольових хімічних джерел струму [1] показали, що електрохімічне вилуговування цинку в рециклі із оптимізацією складу електроліту дає змогу стабілізувати продуктивність установок і підвищити відсотковий вихід і якість продукту.

Експериментальна частина

Для розроблення системи керування комплексом «склад електроліту − електрохімічне вилуговування» необхідна оцінка її техніко-економічної ефективності шляхом розроблення узагальнюючої моделі двох послідовних технологічних процесів:

- встановлення складу електроліту хімічним методом;
- електрохімічне вилуговування цинку.

Основними кількісними характеристиками процесів є:

- в електроліті – концентрація Fe^{2+} і Fe^{3+} ($C^{Fe^{2+},Fe^{3+}}$) (моль·дм$^{-3}$);
- за електрохімічного вилуговування – вихід за струмом для цинку BC^{Zn}.

Ці параметри відрізняються не тільки функціонально, але й факторами, які їх визначають:

$$C^{Fe^{2+},Fe^{3+}} = f_1(x_1, x_2, x_3), \quad (1)$$

$$BC^{Zn} = f_2(x_1, x_2, x_3, x_4), \quad (2)$$

де x_1 – pH електроліту; x_2 - температура електроліту, С; x_3 - концентрація іонів Cu^{2+}, (моль·дм$^{-3}$), А·дм$^{-2}$; x_4 - катодна густина струму.

Основна складність комплексної оптимізації полягає у тому, що вплив окремих факторів на параметри $C^{Fe^{2+},Fe^{3+}}$ і BC^{Zn} вказаних процесів, є протилежний. Так, за зменшення pH розчину збільшуються концентрації Fe^{2+} і Fe^{3+}, що призводить до зменшення виходу за струмом цинку. Тому, для одержання моделі системи процесів «склад електроліту − електрохімічне вилуговування» використовували спеціальні прийоми планування експерименту.

За допомогою планування експериментів методом найменших квадратів здійснили попередні оптимізації як складу електроліту вилуговування цинку, так і режиму електролізу, побудувавши плани повних факторних експериментів 2^2 і 2^4, які включали по чотири змінних фактори (x_1, x_2, x_3, x_4) із встановленими інтервалами варіювання [2].

Результати виходу за струмом для цинку обробляли за допомогою комп'ютерної програми P150, що дало змогу описати їх рівнянням регресії, яке добре узгоджується з експериментальними даними

$$BC^{Zn}=86,944–9,136x_1+32,488x_3-6,68x_4-12,862x_1x_2+10,474x_1x_4 \quad (3)$$

Графічне відображення одержаних результатів показало, що функція $C^{Fe^{2+},Fe^{3+}}$ = $=f_1$ ($x_1 \div x_3$) є нелінійна і може бути представлена у вигляді «горбка», а функція BC^{Zn} = $=f_2$ ($x_1 \div x_4$) монотонно зменшується із збільшенням в електроліті сумарної концентрації інших від Zn^{2+} іонів металів. Тому, оптимізацію комплексу «склад електроліту − електрохімічне вилуговування» здійснювали за пошуком екстремуму, вводячи компроміс між процесами на основі узагальнюючого показника якості, яким була функція «бажаного»

$$d = \exp(-\exp(y)), \quad (4)$$

де y – експериментальні значення $C^{Fe^{2+},Fe^{3+}}$ і BC^{Zn}, нормовані в діапазон 0 – 3 (від «погано» до «дуже добре»).

Продуктивність комплексу «склад електроліту − електрохімічне вилуговування» обмежується електролізом, відтак перевагу, під час розрахунку узагальнюючого показника за формулою $D=\sqrt{d(C^{Fe^{2+}/Fe^{3+}})d(BC^{Zn})}$, віддавали катодному виходу за струмом цинку.

На основі результатів подрібненого експерименту типу 2^{4-1} одержано адекватне рівняння регресії для узагальнюючого показника якості системи «склад електроліту − електрохімічне вилуговування»

$$D = 0,807 – 0,070x_1 + 0,359x_2 + 0,184x_3 +0,060x_4. \quad (5)$$

Висновок

Розрахунок оптимальних умов роботи системи «склад розчину − електрохімічне вилуговування» дав змогу рекомендувати оптимальний склад електроліту та режими електролізу.

[1]. I. Mertsalo [I. Mertsalo ta inshi], "Do pytannya pereroblennya vidprats'ovanykh malykh khimichnykh dzherel strumu". Aktual'ni problemy khimiyi ta khimichnoyi tekhnolohiyi: II Vseukrayins'ka naukovo-praktychna konferentsiya, Kyyiv, 2016, 212 s.

[2]. A.Yu. Zak·heym, "Vvedenye v modelyrovanye khymyko-tekhnolohycheskykh protsessov". Moskva: Khymyya .1982.

Комбіновані процеси інтегрованих технологій очищення стічних вод із використанням природних сорбентів

Мирослав Мальований[1], Галина Сакалова, Віра Слюсар, Андрій Середа

1. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, Адреса: м. Львів, пл. Св. Юра ¾, 79013. E-mail: *mmal@lp.edu.ua*

The methodological approach was elaborated on the basis of combinatorics principles and compliance of the optimization conditions of integrated processes. Economically effective principles and ecologically secure technologies of water purification were created in this thesis.

Ключові слова – комбіновані процеси, інтегровані технології, профіль оптимізації.

Вступ

Всі технології є інтеграцією взаємопов'язаних процесів, які проходять послідовно або паралельно із різним ступенем взаємозв'язків і від раціональності інтегрування цих процесів, оптимальності їх реалізації залежить в загальному реалізація технології в цілому. Тому дослідження одного процесу, який реалізується в певній технології, без врахування його взаємозв'язку із попередніми чи наступними процесами, обмежує застосування результатів досліджень на практиці. Більш методично правильним є дослідження інтегрованих процесів, що дозволяє в подальшому інпламентувати дані досліджень у певну технологію.

Ступінь та спосіб інтегрування процесів в значній мірі визначаються вибраною технологією. Основна кількість технологічних процесів є послідовними, тобто такими, які відбуваються послідовно в часі (після закінчення одного процесу починається інший, який реалізується в тому ж що і попередній або в іншому реакційному просторі). Особливістю послідовних процесів є те, що початкові параметри і - го процесу є кінцевими параметрами (*i-1*) - го процесу. Проте у випадку, коли кінцеві параметри (*i-1*) - го процесу визначаються оптимальними умовами або самою можливістю протікання *і - го* процесу, то такі процеси доцільно називати комбінованими. Вимоги до кінцевих параметрів (*i-1*) - го процесу можуть бути як чисельними (певна концентрація забруднювача, певні фізико-хімічні параметри) так і якісними (плавучість, змочуваність і т.п.). Комбіновані процеси є плодом оптимізації об'єднання (комбінації) декількох послідовних процесів, а тому є більш інтенсивними і нерідко є новим досягненням в галузі технології очищення водних середовищ. До комбінованих процесів можна також віднести ряд процесів модифікування природних сорбентів (коли в результаті модифікування досягаються певні властивості сорбентів, без яких неможливе їх застосування в наступному процесі) перед застосуванням їх в технологіях очищення водних середовищ.

Основна частина

Нами досліджувався ряд комбінованих процесів інтегрованих технологій очищення стічних вод із використанням природних сорбентів, комбінація стадій яких приведена у Таблиці 1. Як природні сорбенти досліджувались найбільш поширенні на Україні мінерали із адсорбційними властивостями: природні цеоліти, палигорськіти, бентоніти, глауконіти.

Приведені в Таблиці 1 процеси очищення необхідно розглядати як інтегровані процеси, а висновок про оптимальні умови їх реалізації слід робити на основі сумісного аналізу всіх стадій інтегрованого процесу за певних критеріїв (профілей) оптимізації. Вибір певного профілю оптимізації залежить від умов застосування інтегрованого процесу в технології очищення. Такими критеріями можуть бути: мінімальний час реалізації інтегрованого процесу, мінімальна витрата сорбенту, мінімальна ціна реалізації технології очищення, мінімальні енергетичні затрати і т.п. Але незалежно від заданого умовами застосування інтегрованого процесу в технології очищення профілем його оптимізації, необхідною умовою є досягнення певних параметрів очищення

(кінцева концентрація забруднювача та дрібнодисперсних частинок відпрацьованого адсорбенту в очищеному водному середовищі).

Таблиця 1

Досліджувані комбіновані процеси інтегрованих технологій очищення стічних вод

п/п	Система очищення із застосуванням комбінованих процеси інтегрованих технологій	Стадії комбінування		
		1 стадія	2 стадія	3 стадія
1	Очищення поверхневих та стічних вод від нафтопродуктів дисперсними сорбентами	Модифікування поверхні дисперсних сорбентів	Гідрофобізуван-ня поверхні дисперсних сорбентів	Адсорбція нафто-продуктів
2	Очищення стічних вод від іонів амонію шляхом адсорбції на природних дисперсних сорбентах	Адсорбція природними сорбентами	Осадження відпрацьованих сорбентів в полі гравітаційних сил	
3	Очищення стічних вод від іонів амонію шляхом попереднього концентрування природними сорбентами	Концентрування шляхом іонного обміну на природних сорбентах	Регенерація адсорбентів і отримання концентрату	Біологічне очищення концентрату методом Анамокс
4	Очищення стічних вод від іонів важких металів адсорбцією на природних сорбентах	Адсорбція природними сорбентами	Флокуляційне осадження відпрацьованих сорбентів	
5	Очищення інфільтратів сміттєзвалищ	Біологічне очищення в умовах аерації в аеробних лагунах	Коагуляційно-флокуляційне реагентне очищення	Розділення фаз очищеного інфільтрату та згущеного осаду

Умова оптимізації для інтегрованого процесу має вигляд

$$\sum_{i=1}^{n} P_i = \min \tag{1}$$

де n – кількість стадій інтегрованого процесу; P – параметр оптимізації (мінімальний час реалізації інтегрованого процесу, мінімальна витрата сорбенту, мінімальна ціна реалізації технології очищення, мінімальні енергетичні затрати, тощо).

В результаті розгляду декількох можливих варіантів стратегії реалізації інтегрованого процесу на основі заданого профілю оптимізації із використанням р-ня (1) встановлюються параметри, які забезпечують оптимальні умови реалізації цього інтегрованого процесу.

Висновки

Аналіз процесів очищення стічних вод із використанням природних сорбентів як стадій комбінування інтегрованих технологій дозволяє встановити оптимальну стратегію їх комбінування та необхідні умови реалізації процесів із позицій оптимальної реалізації інтегрованої технології в цілому.

Сорбційні процеси у природоохоронних технологіях

Ярослав Гумницький[1]

1. Кафедра екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка, м. Львів, вул. Ст.Бандери, 12. E-mail: jgumnitsky@ukr.net

The sorption processes are considered with participation of hard sorbents(physical absorption, chemosorption, ionic exchange) that are used in the guard of environment. Natural and synthesized sorbents that is used in nature protection technologies are described. Certainly static to activity of sorbents for inorganic and organic pollutants. It is set externally and pore-diffusion areas of flowing of processes. The dynamics of processes of persorption is considered in the immobile layer of sorbent.

Ключові слова: фізична адсорбція, хемосорбція , іонний обмін

Існують різні методи очищення газових та рідинних забруднень навколишнього середовища (фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні). Серед цих методів сорбційні процеси знаходять широке застосування як у промисловості, особливо у хімічній, нафтопереробній, харчовій, так і в охороні навколишнього середовища. Сорбція має місце у природному середовищі, де ґрунт є природним сорбентом, що поглинає газові та рідинні токсичні сполуки. За участю твердих сорбентів можливі наступні сорбційні процеси:

Фізична адсорбція -- Хемосорбція -- Іонний обмін.

1. Фізична адсорбція

Процеси фізичної адсорбції широко вивчаються і з цього питання опубліковано велику кількість наукових праць, у тім ряд монографій. Це питання висвітлено і у монографії, написаної за участю автора. Проблематика досліджень процесу фізичної адсорбції охоплює коло питань щодо природи адсорбентів, їх активності, модифікації, статики, кінетики та динаміки сорбції, математичного моделювання процесу, розрахунку апаратури. Особливо складними є динаміка процесів у нерухомому шарі адсорбенту.

Нами проведено дослідження статики та кінетики процесу адсорбції окремих компонентів неорганічних забруднень (сполуки амонію, фосфатів, важких металів) та речовин органічного походження (молочна кислота, білок, нафтові забруднення) і багатокомпонентних систем, які характерні для переробної промисловості сільськогосподарської сировини. Дослідження проводились для діапазону концентрацій, що відповідають реальним стічним водам підприємств цієї промисловості. Ці концентрації лежать в області лінійної ізотерми адсорбції Ленгмюра та можуть бути описані рівнянням Генрі.

$$a_i^* = \Gamma c_i, \tag{1}$$

де c_i – концентрація i-го компоненту; a_i^* - статична активність компоненту; Γ- коефіцієнт пропорційності.

Як адсорбенти, використовуються природні та синтезовані речовини. Нами синтезовано сорбент на основі золи виносу теплових електростанцій та проведено його модифікацію. Показано, що даний сорбент має властивості цеолітів. Досліджено його структуру та сорбційні властивості (активність, швидкість поглинання нафтових забруднень). Математичні моделі процесу адсорбції базуються на рівняннях рівноваги, кінетики та балансових. З метою одержання аналітичних рішень виконується кускового-лінійна апроксимація ізотерми адсорбції, що для багатьох випадків є грубим наближенням, тому що операція диференціювання є дуже чутливою до кускових відрізків. Використання у математичній моделі рівняння ізотерми Ленгмюра дозволяє більш точно описати динаміку процесу, що є дуже важливим для проектування адсорберів, визначення ефективності їх роботи, а також часу адсорбції до проскоку.

2. Хемосорбція

Хемосорбцією називається процес поглинання субстанції твердими сорбентами за участю хімічних реакцій, що протікають на їх поверхні. У даному випадку сорбентом є тверді

високопористі речовини, які з адсорбтивом утворюють хімічні сполуки, через що унеможливлюється їх десорбція, що особливо важливо для екологічної безпеки. Досліджено механізм та кінетику хемосорбційного поглинання H_2S синтезованим на основі природного бентоніту адсорбенту. Наявність у глині карбонатної складової дозволяє проводити її модифікування кислими розчинами солей металів з введенням у склад глини гідролізованих металоформ (солі феруму та купруму). Наявність у складі сорбенту цих компонентів приводить до їх хімічної взаємодії з H_2S

$$2Fe(OH)_3 + 3H_2S = Fe_2S_3 + 6H_2O, \quad (2)$$

а сумарний процес складається з наступних стадій:

а) дифузія H_2S до поверхні адсорбенту та поверхнева реакція;

б) дифузія H_2S всередину сорбенту;

в) хімічна реакція всередині сорбенту.

Аналіз одержаних експериментальних результатів та їх математичний опис дозволили визначити коефіцієнт масовіддачі для стадії зовнішньої дифузії, коефіцієнт внутрішньої дифузії та константу швидкості хімічної реакції. Завдяки тому, що швидкість хімічної реакції значно перевищує швидкість дифузійних процесів, у загальному весь процес лімітується дифузією.

Іншим прикладом хемосорбційного процесу є використання твердих сорбентів для поглинання газових компонентів через їх взаємодію у рідкій фазі, тобто процес хемосорбції відбувається у трифазній системі тверде тіло – рідина – газ. Хемосорбційний процес поглинання сірки діоксину вапняковою суспензією складається з двох послідовних стадій:

1.Фізична абсорбція SO_2 водою з утворенням сульфітної кислоти

2.Хімічна взаємодія частинок вапняку з одержаною абсорбцією сульфітною кислотою.

3. Іонний обмін

Іонообмінні процеси ґрунтуються на вибірковому поглинанні одного або декількох компонентів йонообмінниками та виділенні у середовище заміщені на іоніті протиіони. Як правило, хімічна взаємодія є швидкою, а процес лімітується дифузією. Нами розглянуто процес обміну, що базується на наявності у порах обмінника двох зон: об'ємної та поверхневої. Це приводить до виникнення двох потоків іонів як у розчині в об'ємі пор, так і на внутрішніх поверхнях обмінника. Кожний з потоків характеризується своєю концентрацією c_2 (у об'ємі) та c_a (на поверхні пор), а також відповідними коефіцієнтами дифузії D_c і D_a. За лінійної апроксимації кривої рівноваги з тангенсом кута нахилу ізотерми Γ ефективний коефіцієнт дифузії D^* має вид:

$$D^* = \frac{D_c + \Gamma D_a}{1 + \Gamma}. \quad (3)$$

Рішення диференціального рівняння з відповідними крайовими умовами та врахуванням (3) дає результат для визначення середньої концентрації у зерні іонообмінника. Величини D^* і числа Біо , що входять у рівняння кінетики, мають складну структуру та відображають особливості кінетики іонного обміну. У відповідності з цією теорією кінетика процесу визначається областю зміни концентрацій c_2 , яку можна поділити на дві частини: а) область $\Gamma >> 1$ та б) область $\Gamma \approx 0$. У першій з цих областей у відповідності до залежності (3) $D^*=D_a$, а у другій - $D^*=D_c$.

Біохімічні технології відновлення стану деградованих грунтів, підвищення якості сільськогосподарській продукції, та поліпшення екологічної ситуації

Алла Горова [1] , Тетяна Скворцова [2]

1. Кафедра хімії, ДВНЗ «Національний гірничий університет», УКРАЇНА, м.Дніпро,49000, пр. ім. Д.І.Яворницького 19, e-mail: gorovaallaiv@gmail.com
2.Кафедра відкритих гірничих робіт, ДВНЗ «Національний гірничий університет», УКРАЇНА, м.Дніпро,49000, пр.ім. Д.І.Яворницького 19, e-mail: tetianaskvortsova@gmail.com

Is is very perspective technology for biochemical and application of biologically active humic substances, which can significantly reduce the pesticide application rate, reduce nitrates, heavy metals and radionuclides in plant production for the renovation of the ecological composition of degraded soils of Ukraine and arising the quality of agricultural products. The humic preparations can reduce the mutagenic effects of herbicides and increase productivity of agricultural crops to 15-22 %.

Ключові слова : біохімічні технології, біологічно-активні препарати, відродження деградованих грунтів, біогумати, біогумус, вермикомпост, гумінові препарати, екологічний стан грунтів, агрофітоценоз.

Вступ.

Сучасним напрямком підвищення родючості деградованих грунтів і якості сільськогосподарських культур є впровадження в виробництво високих енергозберігаючих біохімічних технології із застосуванням фізіологічно-активних препаратів. Стан екологічної ситуації в нашій державі, що склався внаслідок техногенного забруднення мутагенами грунтів, та незбалансованого застосування мінеральних добрив і пестицидів, у структурі і функціях грунтового покриву та в рослинах відбуваються істотні, а інколи й незворотні негативні зміни. Тому для посилення життєдайних властивостей грунту і мінімізації післядії забруднювачів довкілля, біохімічні технології стають одним із основних засобів вдосконалення та екологізації усіх видів виробництва.

В Україні спостерігається збільшення застосування в інтенсивних біотехнологіях природних регуляторів росту, які сприяють посиленню обмінних процесів у грунті та в рослинних організмах, підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів природного або техногенного походження, сприяють підвищенню продуктивності та поліпшенню якості вирощеної продукції. Серед дозволених до використання в Україні високу ефективність продемонстрували гумінові регулятори росту: *вермистим, гумінат, гумісол, лігногумат, реастим, стимовіт, террастим* та мікробіологічні комплексні препарати: *мікрогумін, ризогумін* та інші.

Застосування біопрепаратів дозволяє значно зменьшити норми внесення пестицидів, знижувати вміст нітратів, іонів важких металів і радіонуклідів у продукції, удвічі знижувати мутагенну дію гербіцидів, а також вони здатні підвищувати продуктивність сільськогосподарських культур на 15-22% [1].

Визначення структури, функцій, молекулярно-генетичних механізмів дії, протекторних властивостей, екологічної ролі гумінових речовин дозволило обгрунтувати їх застосування в сільському господарстві, медицині, мікробіологічній промисловості, а також для вирішення актуальних екологічних проблем: очистка стічної та питної води, біологічна рекультивація грунтів, пошкоджених гірничими роботами [2].

Вельми перспективним є застосування біогуматів, що отримані з біогумусу, який є продуктом переробки органічних відходів біотехнологічним методом вермикомпостування. Біогумус будь-якої природи містить всі необхідні для рослини речовини в добре

збалансованій і легкозасвоюваній кореневою системою формі. До його складу входить практично весь необхідний для рослин набір макро- і мікроелементів, а також фізіологічно активні речовини – гумати натрію і кальцію (загальний вміст, рухома або обмінна форма).

Елементи живлення рослин у складі біогумусу знаходиться в рухомій органічній формі, надійно захищені від вимивання, служать надійним джерелом тривалого, пролонгованого засвоєння. Такий ефект забезпечується завдяки вдалому поєднанню мінеральних поживних речовин, гумінових кислот і гуміну.

Своєчасне застосування вермикомпосту разом з проведенням комплексу агрохімічних заходів, що забезпечує максимальну трансформацію внесених органічних добрив в гумусові речовини та їх закріплення в гумусовому профілі, матиме позитивний вплив на гумусний стан виснажених та деградованих грунтів, що не завжди забезпечується внесенням традиційних органічних добрив [3].

Висновки

Для відновлення екологічного стану деградованих грунтів України та підвищення якості сільськогосподарської продукції вельми перспективними є біохімічні технології отримання і застосування біологічно-активних гумінових речовин, які дозволяють значно зменшити норми внесення пестицидів, знижувати вміст нітратів, іонів важких металів і радіонуклідів у рослинній продукції. Гумінові препарати здатні знижувати мутагенну дію гербіцидів, а також підвищують продуктивність сільськогосподарських культур на 15-22% .

Список літератури

[1] Grycaenko Z.M Biologichno actyvni rechovyny v roslynyctvi [Text]/ Grycaenko Z.M., Ponomarenko S.P., Karpenko V.P., Leontyuk I.B.- K.: ZAT Niglava, 2008. – 352 s

[2] Gorovaya A.I. Guminovyie veschestva [Tekst] / A.I. Gorovaya, D.S. Orlov, O.V. Scherbenko. – K. : Naukova dumka, 1995. – 303 s

[3] Gorova A.I., Skvortsova T.V., Lisitska S.M., Pavlichenko A.V. Ekologo-gigienichna otsinka mikrobiologichnih ta agrohimichnih vlastivostey vermikompostu yak organichnogo dobriva // Gigiena naselenih mists. – K. – 2013. – Vip. 61. – S.130–138.

Культивування деяких рідкісних та зникаючих видів лікарської флори Українських Карпат в умовах *in vitro*

Софія Гриців[1], Юлія Колб[1], Роксолана Конечна[1], Оксана Хропот[1], Романа Петріна[1], Володимир Новіков[1].

1.Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, e-mail: gryciv.sofa@gmail.com, vnovikov@polynet.lviv.ua

Abstract. The deterioration of the ecological environment and the reduction of natural resources is one of the most important problem for medicinal plants flora of Ukrainian Carpathians. Drugs from plant sources is very common, due to uncontrolled collection and other anthropogenic factors impact more plants are endangered. Therefore, protection and measures to preserve the medicinal flora of Ukrainian Carpathians is necessary. The application methods of biotechnology, namely the introduction of plants in culture in vitro, is a method of solving this problem.

Ключові слова: *Delphinium elatum*, *Pulsatilla alba, in vitro*, Червона книга України, калусна біомаса.

Вступ

Delphinium elatum - багаторічна трав'яниста рослина родини *Ranunculaceae,* що з давніх-давен використовувалася у народній медицині для лікування зубного і головного болю, циститу, кон'юнктивіту, запалення легень, плевриту та при захворюваннях шкіри. В Україні вид поширений тільки в Карпатах (масив Боржава, Мармароські Альпи, Чивчини). Сучасний стан популяцій на Закарпатті невідомий. Популяції у Чивчинах малочисельні. Зокрема, на г. Гнєтєсі виявлено близько 60 різновікових особин, на Прелуках — біля 40, на гг. Чивчинажі та Будичевській — від 20 до 30 екземплярів. Найбільше популяція потерпає від випасаня худоби, а також від суцільних рубок лісу. [1], [2]. *Pulsatilla alba* – багаторічна рослина родини *Ranunculaceae*, має протизапальні властивості, в народній медицині використовується для лікування захворювань дихальних шляхів та при дерматитах. В Україні поширений в Карпатах (на більшості вершин Чорногори та на території Буковинських Карпат). Більшість популяцій невеликі за розмірами, чисельність - 1–5 рослин на 1м^2. Найгірший стан популяцій виду на вершинах Говерли та Близниці. Причинами зміни чисельності є обмеженість відповідних субстратів та господарська діяльністьлюдини.[1,2].

Оскільки *Delphinium elatum* та *Pulsatilla alba* є рідкісними видами, які володіють лікарськими властивостями, ми пропонуємо використання для одержання їх біомаси метод культивування рослин в умовах *in vitro.*

Мета дослідження

Одержання калусної біомаси *Delphinium elatum* та *Pulsatilla alba* в умовах *in vitro* за допомогою біотехнологічного методу культури клітин, тканин та органів рослин.

Матеріали та методи досліджень

Використано насіння рослин *Delphinium elatum* та *Pulsatilla alba*, яке стратифіковано та стерилізовано. Стратифікацію проведено шляхом замочування насіння у воді протягом однієї доби. Стерилізацію проведено 70%-им етанолом протягом 1 хв та 30%-им пероксидом водню протягом 10 хв і трьохразово промито стерильною дистильованою водою.

Для культивування використано біотехнологічний метод культури клітин, тканин та органів рослин. Приготовлено агаризоване живильне середовище Мурасиге-Скуга для отримання експлантів та модифіковане живильне середовище з певним вмістом регуляторів росту (бензиламінопурином (БАП), 2,4-дихлорофеноксиоцтовою кислотою (2,4-Д),

індолілоцтовою кислотою (ІОК), α-нафтил-1-оцтовою кислотою (НОК) та кінетином) для одержання калусної біомаси [3].

Результати роботи

Стратифіковане протягом доби насіння в умовах *in vitro*, стерилізовано у підготовлених стерилізаційних агентах, етанолі та пероксиді водню. Після проведення поверхневої стерилізації насіння вводили у агаризоване безгормональне середовище Мурасиге-Скуга. Далі чашки з насінням поміщали у термостат при температурі 23 ^{0}С. Використавши схему стерилізації: 70% -ий етанол - 1 хв → 30%-ий H_2O_2 - 10 хв → занурення у стерильну дистильовану воду - 10 хв → тричі промивання стерильною дистильованою – отримано результати – 98% стерильних експлантів. Протягом 14 діб утворились невеличкі рослини 1,0-1,5 см, які використано як експланти для подальшого культивування на агаризованому живильному середовищі Мурасиге-Скуга з регуляторами росту: 2,0;3,0 мг/л ІОК, 0,1;0,5;1,0 мг/л НОК та 0,5 мг/л кінетину. Найкращі результати з подвоєння калусної біомаси, швидкості росту та індексу росту отримано при використанні модифікованого живильного середовища МС з регуляторами росту таких концентрацій: для *Delphinium elatum 2*,0 мг/л ІОК, 0,1 мг/л НОК, 0,5 мг/л кінетину та для *Pulsatilla alba* 3,0 мг/л ІОК, 0,5 мг/л НОК, 0,5 мг/л кінетину. Культивування проводили з фотоперіодом 16/8 год. (світло/темрява), освітленням 3000 лк, температурою 26°С (±2–3°С), відносною вологістю 60–70 %. Через 45діб одержано калусну біомасу.

Висновки

Введено в культуру *in vitro* рідкісні види рослин *Delphinium elatum* та *Pulsatilla alba.* Встановлено, що усі експланти формують калус на середовищі Мурасиге-Скуга з додаванням регуляторів росту: бензиламінопурину, 2,4-дихлорофеноксиоцтової кислоти, індолілоцтової кислоти, α-нафтил-1-оцтової кислоти та кінетину у певних співвідношеннях та концентраціях. Підібрано оптимальні умови культивування цих рослин та отримано калусну біомасу для подальшого дослідження та порівняння з біомасою природних рослин.

Список літератури

[1] Chervona knyha Ukrayiny. Roslynnyy svit / Za red. Ya.P. Didukha - K.: Hlobalkonsaltynh, 2009. - 900 s.

[2] Nesteruk Yu. Rarytetne florystychne riznomanittya Chornohory (Ukrayins'ki Skhidni Karpaty): istoriya doslidzhen', suchasnyy stan,okhorona, Visnyk Natsional'noho naukovo-pryrodnychoho muzeyu, 2014, T.12, S.31-44.

[3] R.T.Konechna, R. O. Petrina, V. P. Novikov, Yu. T. Konechnyy, R. H. Shykula, O. P. Korniychuk. Doslidzhennya ekstraktiv kalusnoyi masy Carlina acaulis L., Ukrayins'kyy biofarmatsevtychnyy zhurnal. - 2015. - 4. - S. 57-61.

Efficient ways of wastes neutralization and storing

Andrzej Kałamarz[1], Teobald Kupka[2], Jan Mizera[3], i Arkadiusz Wiewiórowski[1]

1. Eco-Tech System EGP, Sp. Z. o. o., Warszawa, Poland;

2. Opole University, Faculty of Chemistry, Oleska 48, Street, 45-052 Opole, Poland;

3. Commission of Environmental Protection and Waste Management, Polish Academy of Sciences, Katowice, Poland, teobaldk@gmail.com

The current study reports on problems related to safe storage of solid wastes and some proposed solutions to remedy the spill-out of harmful substances via concrete container porous matrix and control of liquid and gaseous products formed as result of biological disintegration.

Keywords – Waste, storage, biological deisntegration of wastes, gas products

Introduction

An exponential-like growth of human population produce more and more wastes. To control waste we need to store them first. Towns and villages produce both solid and liquid/gasous wastes. The storage of solid waste is accomplished in landfills separeted from the surranding with concrete walls. Unfortunately, concrete walls are prone to leakege of some toxins. There are additional bad odors and toxic volitale products produced by bacteria.

We propose to decrese the porosity of the concrete walls and to “kill” bacteria to improve the storge of waste.

Aim of the research

Partial solution of free leackage of impurities to ground water is storing wastes in landfills and other open top containers made of cement and concrete. Due to high porosity of constraction materials it is neccesary to decrease the imbibition process.

The Gaussian 09 package was used to study hydrogen bond formation between molcule of methanal and descrete water solvent.

Results and discussion

We propose an addition of about **1.5% hydrozol K** to cement as efficient way of decreasing the concrete matrix porosity and the increase of water resitance and flow. It also stop iron bar corrosion.

In the case of organic matter decomposiotion due to the presents of bacteria and fungi the use of small amout of **Eco-Stop-Odor,** containg minute quantity of methanal is fast and inexpensive way of controling formation of unpleasent and toxic gas products.

Conclusion

Eco-Stop-Odor was used to stop formation of unpleasant smells and toxic gases in the poultry farms, landfills and savage cleaning plants. The neutralized farm waste can be applied in new technological composition for enriching soil in gardens and fields.

Acknowledgments

This research was supported in part by WCSS Wrocław. T. K. was partly supported by the University of Opole, Faculty of Chemistry (8/WCH/2016).

References

[1] Z. Jamrozy (2000) Beton i jego technologie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Kraków – Warszawa

[2] M. Najduchowska (2008) Wodoszczelność i odporność korozyjna betonu Izolacje 1: Warszawa

[3] L. Łukwiński, J. Czechowski (2000) Ocena przydatności Hydrozolu - K do betonów ogniotrwałych. Sprawozdanie Instytutu Materiałów Ogniotrwałych, Gliwice

[4] P. Kupisz, Szaj P (2013) Wyniki badań domieszki Hydrozol-K objęte zakresem akredytacji produktu. Raport Nr LBOO -01945/13 ITB, Warszawa

[5] M. A. Sanytsky, J. Mizera (2016) Betony wodoszczelne z zastosowaniem domieszki Hydrozol K. Sympozjum Komisji Ochrony Środowiska i Gospodarki Odpadami PAN w Katowicach i Politechniki Opolskiej, 25-27 Kwiecień 2016, Opole

[6] A. Kałamarz, J. Mizera, A. Buczek, T. Kupka (2015) Water in porous system. Toward controlling water imbibition into model white hardened cement paste and diffusion of water and salt (NaCl) into concrete. 2-nd Polish-Taiwanese Conference From Molecular Modeling to Nano- and Biotechnology, 27-29 Aug 2015 Opole

[7] A. Kałamarz, A. Wiewiórowski, C. Kluszczyk, T. Kupka (2017) From strong and weak intermolecular interactions to clean environment. 3rd Symposium on Weak Molecular Interactions, 27-29 March 2017 Opole.

Researches of the process of migration of pollutants in the soil environment

Jaroslav Gumnytskyy[1], Oksana Lyuta[1], Vira Sabadash[1]

1. Department of Ecology and Sustainable Environmental Management, National University "Lviv Polytechnic", UKRAINE, Lviv, St. Bandera street, 12, E-mail: oksana.lyuta@gmail.com

The problem of infiltration of pollutants deep into the soil in example of nitrogen fertilizers was analyzed. Experimental researches of adsorption properties of the soil environment and migration process of components of mineral fertilizers in vertical soil profile were done. The process of migration of components of fertilizers deep into the soil both by molecular diffusion and konvectively were investigated.

Keywords – research, mineral fertilizers, adsorption, pollution, migration, soil environment.

Introduction

Contamination of the soil environment always entails a number of sharp environmental problems. From one side, this contamination influences on quality of soils and accordingly on quality of the got harvest. On the other hand, on worsening of quality of the water environment, as a result of that after the fall of atmospheric precipitations plenty of pollutants is washed both in ground and in underground aquiferous horizons. Widespread use of fertilizers in agriculture, and mostly very soluble nitrogen and potassium fertilizers, causes the permanent accumulation of components of fertilizers in soil vertical profile. At the same time, the degree of assimilation of nitrogen fertilizers after their introduction into the soil usually does not exceed 60-70%, and the rest can remain in the soil when is adsorbed by the soil adsorbing complex or can penetrate deep into the soil and contaminate the lower layers of the soil. .

Experimental part

Migration of components of fertilizers takes place in two ways: molecular diffusion and convection [1]. Due to the fact that the soil has ability to adsorb and keep in its pores various substances, researches of influence of adsorption properties of soil at the process of migration of fertilizers in vertical profile were conducted. This factor can significantly affect both on the distribution of components of fertilizers in the fertile soil layer, and the amount of fertilizers that will penetrate in the vertical soil profile.

With the aim to determine the influence of adsorption process on the penetration of fertilizers we conducted researches to study the adsorption properties of the soil environment [2,3]. The researches were carried out on the example of calcium nitrate because the soil environment has the ability to keep in its pores calcium ions, while nitrate is not adsorbed and is quickly washed out from the soil [4].

For the research was chosen widespread in the Lviv region soil – black ashed soil. For the research of adsorption of calcium ions in the measuring capacities we brought in samples of dried to constant weight soil (by 1 g.) and fill up 100 ml of solution of calcium nitrate with known concentrations. After that the solution was thoroughly mixed and left for two days in a thermostat. Determination of the concentration of calcium ions in solution was carried out by a titrimetric analysis. Thus mass of adsorbed calcium was determined for the differences of concentrations of initial and final solutions.

Represented graphically of the received results, we got an isotherm that carries S- similar character and relates to the second type of isotherms. Thus, as the results of experimental researches testify, in the area of low concentration it is possible adsorption and the ion exchange filling of the pores of the soil, and in the area of concentrations higher than 3 g/dm^3, is possible formation of bimolecular layer that increases the static activity. Thus, the adsorption process influences on the

distribution of fertilizers in the soil, and is one of the main factors in determination of the amount of fertilizers that can penetrate deep into the soil.

Researches of the migration of calcium nitrate by molecular diffusion were carried out with taking into account the adsorption of components of fertilizers by soil. In a capacity filled up black ashed soil and create 100% soil moisture. In the surface soil layer brought in solution of calcium nitrate with known concentration. After 10, 15, 20 and 25 days samples were selected on the depth of capacity and was conducted titrimetric analysis of the selected tests to determine the concentration of the calcium. Sampling was carried out on the depth of 0, 5, 10, 15 and 20 cm.

According to the results of experimental research already on the 10th day of the experiment calcium ions migrated to a depth of 20 cm. From one side, it gives an opportunity to provide plants with fertilizers throughout the depth of arable layer, and on the other hand, shows that fertilizers, despite their partial soil adsorption, have the ability quickly penetrate into the deeper layers of soil.

Researches of washing out of components of fertilizers were carried out at periodic moistening of soil environment, where ammonium nitrate was brought. Experimental researches were carried out in the capacity in height 20cm in which were placed two types of soil: sandy and loamy. After watering the soil selected samples were analyzed for content of NO_3^- in ionimir.

According to the results of research, the majority of fertilizers is washed from the soil up to 10 days after their introduction, especially on sandy soils, and up to 30 days is almost full washing out of components of the fertilizers from soil, which creates favorable conditions for the continuous accumulation of residues of fertilizers in the lower layers of the soil.

Conclusion

Undertaken experimental researches testify that the migration of components of fertilizers in vertical soil profile occurs constantly, not depending on the fall of atmospheric precipitations. One of the determining factors that influence on the speed of penetration of substances in vertical profile are adsorbing properties of the soil. This ability of the soil gives an opportunity to most substances to be fixed in the soil and diminishes an amount and speed of their penetration deep into the soil. In case with application of mineral fertilizers, it gives an opportunity to increase duration of assimilation of components of fertilizers by plants and significantly reduce their loss from the fertile layer of soil.

References

[1] Ya.M. Gumnytskyy, O.V. Lyuta, Molekulyarno-dyffuzyonnyy massoperenos veshchestva v pochvennoy srede, Teor. osnovy khym. tekhnolohy, 2014, №4, T.48, p. 444-451.

[2] Ya.M. Gumnytskyy, O.V. Lyuta, Protses mihratsiyi ta adsorbtsiyi mineralnykh dobryv, Visnyk NU «Lvivska politekhnika», Khimiya, tekhnolohiya rechovyn ta yikh zastosuvannya, 2014, №787, S. 289-292.

[3] Ya.M. Gumnytskyy et al., Doslidzhennya protsesu adsorbtsiyi $Ca(NO_3)_2$ gruntovym seredovyshchem, Visnyk NU «Lvivska politekhnika», Khimiya, tekhnolohiya rechovyn ta yikh zastosuvannya, 2013, №761, S. 274-276.

[4] Ya.M. Gumnytskyy, O.V. Lyuta, Mihratsiya mineralnykh dobryv vhlyb gruntu pid chas vypadannya atmosfernykh opadiv, Visnyk NU «Lvivska politekhnika», Khimiya, tekhnolohiya rechovyn ta yikh zastosuvannya, 2010, №667, S. 241-245.

Multifunctional vortex devices with active hydrodynamic modes for granulation

Artem Artyukhov[1], Nadiia Artyukhova[1]

1. Processes and Equipment of Chemical and Petroleum-Refineries Department, Sumy State University, UKRAINE, Sumy, Rymskogo-Korsakova street 2, E-mail: artyukhov@pohnp.sumdu.edu.ua

Abstract – The article is devoted to the analysis of the results of introduction of multifunctional devices to the granulated products production. The main advantages of multifunctional devices are substantiated. Experimental data on the efficiency of target processes in multistage devices are presented. The method of calculation of multifunctional devices on the example of plant for the production of porous ammonium nitrate is presented.

Keywords – granulation, drying, multistage treatment, multifunctional devices.

Introduction

Ensuring of active hydrodynamic mode in units of weighted layer helps to intensify the process without reducing the economic efficiency of their work and has the following advantages [1] developed interaction surface of phases, that interact; hydrodynamic stability of the process; increasing the relative velocity of the phases, that interact; approximation of hydrodynamic model of flows to ideal displacement model; reducing the energy intensity of the process and metal capacity of devices. The question of development of multifunctional devices of combined action, which becomes possible simultaneous of multiple processes, is relevant [2]. In such devices efficiency of working volume should be 2–3 times higher than existing analogues.

Results and discussion

The results of the studies show, that combining several stages of process in one apparatus and carrying out multistage processing makes it possible to provide:

- compactness of device by simultaneous carrying out in one housing the main stages of the granules with porous structure production, namely the processes seeding agent humidification, drying of formed granules and their cooling;
- opportunity to manage the granules residence time in the volume of device;
- uniformity of high-temperature heat transfer agent contact with the granules in the mode of weighted vortex layer;
- absence of granules overheating, and consequently reducing the thermal stresses in granules and risk of cracks appearing and destruction of core.

Acknowledgments

This work was carried out under the project «Improving the efficiency of granulators and dryers with active hydrodynamic regimes for obtaining, modification and encapsulation of fertilizers», state registration No. 0116U006812.

References

[1] N.A. Artyukhova, A.B.Shandyba, A.E. Artyukhov. “Energy efficiency assessment of multi-stage convective drying of concentrates and mineral raw materials”, Nauk. Visnyk Nats. Hirnychoho Univ., Vol. 1, 2014, pp. 92-98.

[2] A.E.Artyukhov, V.I. Sklabinskyi. “Experimental and industrial implementation of porous ammonium nitrate producing process in vortex granulators”, Nauk. Visnyk Nats. Hirnychoho Univ., Vol. 6, 2013, pp. 42-48.

Influence of the external magnetic field on the kinetic of heavy metals adsorption process

Krzysztof Rajczykowski[1], Krzysztof Loska[2]

1. Faculty of Energy and Environmental Engineering, Institute of Water and Wastewater Engineering, Silesian University of Technology, POLAND, 44-100 Gliwice, Konarskiego 18, e-mail: krzysztof.rajczykowski@polsl.pl

2. Faculty of Energy and Environmental Engineering, Institute of Water and Wastewater Engineering, Silesian University of Technology, POLAND, 44-100 Gliwice, Konarskiego 18, e-mail: krzysztof.loska@polsl.pl

Abstract – Influence of the strong external magnetic field on nickel, cadmium and copper adsorption kinetics was study. Obtained results shows, thanks to the proposed modification it is possible, to increase the rate of adsorption process on activated carbon, especially in the case of copper and nickel.

Keywords – heavy metals adsorption; adsorption kinetics; magnetic field modification; kinetics modification; adsorption modification

Introduction

Heavy metals pollution of the environment is one of the most important problem of the modern environmental engineering and green chemistry sciences [1,2]. That is why, there are many different methods of removing those kinds of pollutants from water and wastewater, such as membrane techniques, precipitation or adsorption processes. There are many different methods of increasing the efficiency of adsorbents, which are based mainly on the specially selected chemical modifications [3]. However, there are very few reports related to the possibility of magnetic field modifications of the adsorption processes and if they appear in the scientific literature there are usually related with an organic compounds adsorption [4,5].

Materials and methods

A nitrate of nickel, cadmium and copper solution were added to the initial mixture during the study. The adsorption process was conducted in a 400 cm^3 volume glass reactors by the addition of 0.5 grams of activated carbon in the form of fine granules size of 1-4 mm (extra-ChemWD/w by Chempur) to a 200 cm^3 of the initial heavy metals solution. The magnetic field was generated by a permanent neodymium ring magnets type N38 with coercivity value of the magnets equal 955 kA/m and their energy density was about 295 kJ/m^3. Magnetic induction of the magnets was 0.517 T (measured at a distance of 0.7 mm from the surface of the magnet along to the magnetization axis). Heavy metals concentration in initial and purified solutions were analyzed using the atomic absorption spectroscopy, on SpectrAA 880 apparatus by Varian. All of the analysis were performed in six repetitions, to ensure an appropriate statistical significance of the results.

Results

Results obtained during the experiments shows, that using a strong external magnetic field modification can increase influence on the rate of the adsorption process. As an example, changes in the copper adsorption kinetics were presented in the figure below (figure 1).

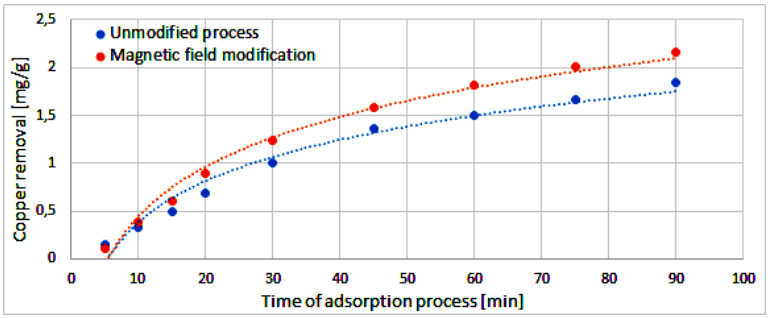


Fig.1. Copper adsorption kinetic for modified and unmodified proces.

To analyze all of the changes in adsorption kinetics for all of the analyzed metals, two commonly used models of the adsorption kinetics were used, pseudo first-order and pseudo-second order models. The basic parameters of these models obtained for modified and unmodified adsorption processes are shown in table 1.

Table 1

Basic parameters of pseudo first- and second order kinetic models for each kind of adsorbed heavy metals and their mixture

Type of metal	Modification	q_e [mmol/g]	Pseudo first order		Pseudo second order	
			k_1 [1/min]	R^2	k_2 [mmol/g*min]	R^2
Copper	Unmodified	0,0291	0,0325	0,992	0,7080	0,900
	Magnetic modification	0,0340	0,0362	0,988	0,5261	0,300
Nickel	Unmodified	0,0134	0,0357	0,972	3,0241	0,985
	Magnetic modification	0,0111	0,0366	0,929	6,9596	0,983
Cadmium	Unmodified	0,0277	0,0357	0,902	3,3433	0,984
	Magnetic modification	0,0290	0,0336	0,991	2,5426	0,980
Sum	Unmodified	0,0593	0,0341	0,996	0,5732	0,990
	Magnetic modification	0,0623	0,0394	0,953	0,5710	0,996

On the basis of data, presented in the table below, an important observation related to reaction kinetics can be made. First of all, R2 correlation coefficients show, that the studied processes of heavy metals adsorption, both in the presence and absence of a magnetic field, was suitable rather to the pseudo-first order kinetics model than to the second-order. In addition, the k1 kinetics constant value was higher for processes modified by using the external magnetic field for all of the analyzed metals except cadmium, which in turn means that proposed modification method, can be a very effective way to increase a rate of the heavy metals adsorption process. Moreover, a qe value that specifies the maximum removal of heavy metals were also higher in the case of the reaction systems treated by a magnetic field.

References

[1] F. Fu, Q. Wang, “Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review”, Journal of Environmental Management, 92(3), 2011, pp. 407-418.

[2] P.C. Nagajyoti, K.D. Lee, T.V.M. Sreekanth, “Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review”, Environmental Chemistry Letters, 8(3), 2010, pp. 199-216.

[3] A.S. Singha, A. Guleria, “Chemical modification of cellulosic biopolymer and its use in removal of heavy metal ions from wastewater”, International Journal of Biological Macromolecules, 67, 2014, pp. 409-417.

[4] L. Guoting, Z. Weiyong, Z. Chunyu, Z. Shen, L. Lili, Z. Lingfeng, Z. Weigao, “Effect of a magnetic field on the adsorptive removal of methylene blue onto wheat straw biochar”, Bioresource Technology, 206, 2016, pp. 16–22.

[5] H. Xiaolong, L. He, Z. Guangsheng, Z. Hua, Z. Yibo, Z. Minmin, G. Yuchen, “Magnetic field assisted adsorption of methyl blue onto organo-bentonite”, Applied Clay Science, 55, 2012, pp. 177–180.

Application of *Sacharomycea cerevisiae* in two chamber microbial fuel cell

Janczewski Lukasz[1], Haloń Michał, Trusek-Holownia Anna[1]
1. Chemistry Department, Wrocław University of Technology, POLAND, Wrocław, Wybrzeze St. Wyspianskiego 27,
E-mail: lukasz.janczewski@pwr.edu.pl

Abstract – Municipal and industrial wastewaters, sediments in water reservoirs contain high amount of organic compaunds, which can be used as a renewal energy source. Nowadays it is very important to recover part of energy from chemical bonds of organic compounds and to transform it to the form which is easy to use and store. In presented work investigation results on application of Sacharomycea cerevisiae in two chamber microbial fuel cell prototype was presented. An influence of selected process parameters as e.g. initial yeast, substrate and mediator concentration on measured voltage and substrate change was presented.

Keywords – two chamber microbial fuel cell, *Sacharomycea cerevisiae*, mediator

Introduction

During conventional processes of wastewater treatment in which activated sludge is used, a high amount of energy, what is related mainly to aeration proces (up to 50% of operational costs) is consumed. Additionally, in aerobic processes lots of sediments are produced, which further processing is very expensive. To decrease energy consumption of the process and operational costs, anaerobic processes can be used. The application of anaerobic microorganisms in wastewater treatment processes enable to get lower amount of suspended solids. [1].

Microbial fuel cells (MFC) are interesting alternative for gathering enegry from renewal energy sources. In a bioelectrochemical reactor, in an anodic chamber microorganisms decompose organic compounds. Produced electrones are transported to the anode, further through external electric circuit to the cathode. In cathodic chamber of MFC reduction processes are performed with use of electrons produced in anodic chamber. Both parts of the MFC are usually divided with cation exchange membrane which only enable transport of H^+ from anodic to cathodic chamber.

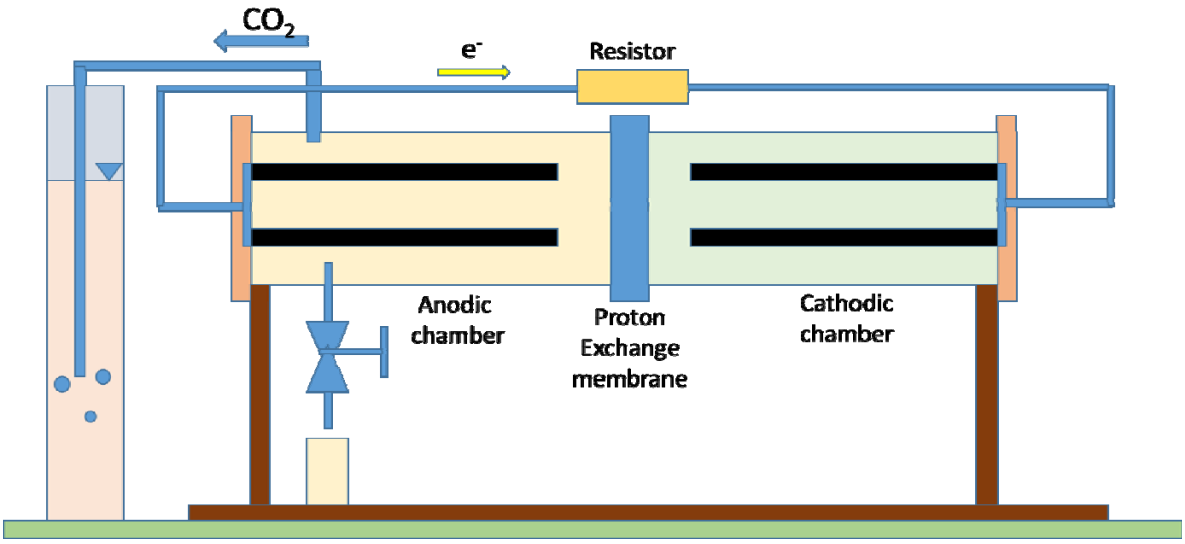


Fig.1. Two chamber MFC used in experiments

Bioelectrochemical process in MFC with use of *Saccharomyces cerevisiae*

A freeze-dryed *Sacharomycea cerevisiae* was used to produce electrical energy from glucose in two-chamber MFC (Fig 1). Investigations were performed in batch mode. To increase energy aquisition from MFC it is important to create optimal conditions for electron flow between anodic

and cathodic compartment. The most important is the selection of oxidation/reduction pair in MFC. For microorganisms which does not exhibit an ability of electron transfer to the outside of cell membrane, the mediators are used. During investigations methylene blue as a mediator was used. Electrodes were made of carbon.

On the Figure 2 an example of voltage and substrate change in time for initial concentrations: glucose 30g/dm^3, yeast 30g/dm^3, dye 1g/dm^3 and 0.75% H_2O_2 (used in cathodic chamber) is presented. Maximal voltage of about 30mV was achieved after 25 hours of MFC work. A time-lag between the moment of glucose full consumption and maximal achieved voltage value was observed.

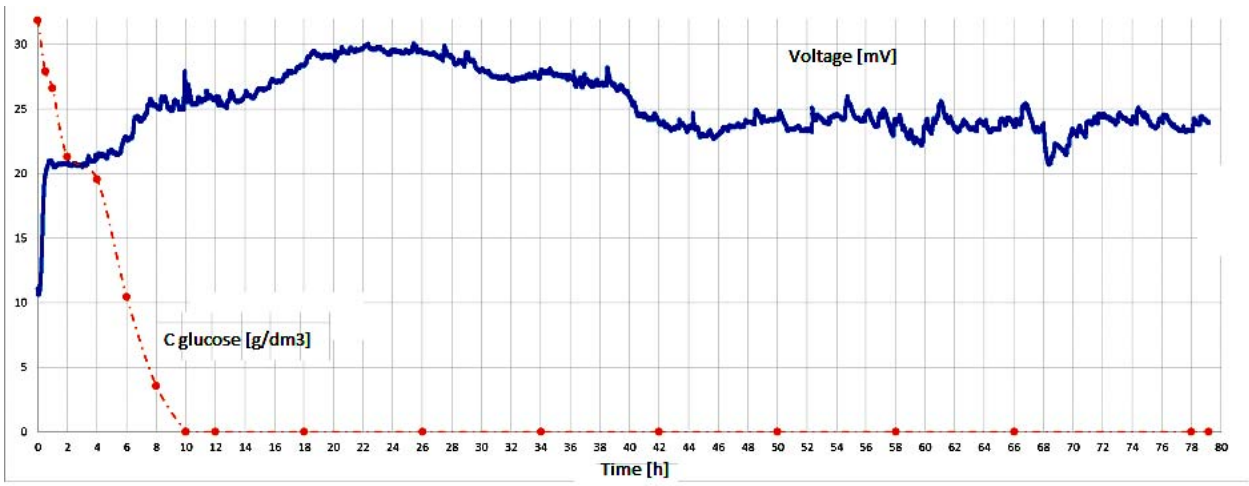


Fig.2. An example of voltage and glucose concentration change in time for initial concentrations: glucose 30g/dm^3, yeast 30g/dm^3, dye 1g/dm^3 and 0.75% H_2O_2.

Conclusion

Considering presented voltage and glucose concentration change, it can be observed that moment maximal voltage is coming after glucose full consumption in the solution. It is possible that yeasts in the initial stage of the process transform glucose with high efficiency to the product/products, which are further used in respiratory chain.

Acknowledgments

Investigations were performed as a part of RFCS grant number 303/2015/KNOW financed by Chemical Department of Wrocław University of Technology.

References

[1] Y. Ahn and B. E. Logan, “Effectiveness of domestic wastewater treatment using microbial fuel cells at ambient and mesophilic temperatures,” *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 2, pp. 469–475, 2010.

An encapsulated catalase for H_2O_2 decomposition

Katarzyna Czyzewska[1], Anna Trusek-Holownia[1], Felipe Sarmiento[2], Jenny M. Blamey[3]

1. Department of Bioprocess and Biomedical Engineering, Wroclaw University of Science and Technology, POLAND, Wroclaw 50-373, Norwida 4/6, E-mail: katarzyna.czyzewska@pwr.edu.pl,

2. Swissaustral, USA, Athens GA

3. Fundation Biociencia, CHILE, Santiago

Abstract - The microbial-origin catalase isolated by Swissaustral exhibits a high activity in a wide range of pH. To reduce the cost of biocatalyst we propose the enzyme encapsulation into hydrogel structure. Our solution may by used successfully in food applications, in which hydrogen peroxide act as a sterilizing agent.

Keywords – catalase, hydrogen peroxide, psychrotolerant bacteria, encapsulation, sodium alginate, food industry.

Introduction

Catalase, the hydrogen peroxide scavenger is an important biocatalyst in textile, paper and food industry. It allows to rapid removal of hydrogen peroxide from the bleaching baths to increase the dying efficiency. The use of catalase in industrial applications saves water and energy consumption and protect the environment from harmful chemicals [1,2]. Catalase in food industry is used as an antioxidant, food preservative, detection agent of ethanol from food samples and calcium in milk. It allows to peroxide removal during pasteurization of milk and from beverages [3].

Despite the wide application possibilities of catalase in industry area, the key limiting factors for its widespread used are the process conditions, especially pH and temperature. Most commercial preparations of catalase shown optimal activity at narrow pH range, therefore their catalytic potential may be hampered in various application [3]. The microbial-origin catalase isolated by Swissaustral exhibits a high activity as well in alkaline as in acidic conditions and it may be used both in textile and food industry.

From economic point of view, the cost of biocatalyst is a key limiting factor of enzyme-catalysed technologies. An enzyme encapsulation into hydrogel structure is a promising solution for industrial applications. The method allows to the rapid enzymes separation from reaction mixture, the elimination of product inhibition effect, the improving enzymes operational stability and the re-using of enzymes for many batches [4].

Experimental

The catalase preparation was supplied from Swissaustral (Athens, USA), sodium alginate was obtained from Sigma–Aldrich (St. Louis, MO, USA). The other reagents were purchased from POCh (Gliwice, Poland).

The alginate capsules were made of 1.8% w/v sodium alginate in 0.1 M acetate buffer, pH 3.5-5. The enzyme and sodium alginate mixture was dropped into a crosslinking bath, containing 15% w/v sodium chloride solution in 0.1 M acetate buffer, by using Pasteur pipette. The volume ratio of instilled mixture to crosslinked bath solution was 1:1.5, respectively. The capsules were crosslinked at 4°C for 1 hour. The hydrolysis process was carried out in stirred-tank reactors (230 rpm), at total volume of 50 ml. The volume ratio of capsules to hydrogen peroxide solution was 1:10, respectively.

The substrate concentration was in range 0.06-0.6%. The activity of encapsulated catalase was measured spectrophotometrically at 230 nm. The moment of capsules added to the substrate solution was recognized as the beginning of the hydrogen peroxide decomposition.

Results and Discussion

To investigate application possibilities of the catalase isolated by Swissaustral in food industry, we tested several concentrations of enzyme and hydrogen peroxide. The substrate concentration, pH and temperature corresponded to the values applied in drink-industry.

Obtained results shown that the efficiency of hydrogen peroxide decomposition by encapsulated catalase was closely related to the substrate and enzyme concentration. The catalase in encapsulated form exhibited similar activity at various pH and temperature conditions, compared to native form. The maximal values of these parameters at 15°C, pH 5 were 0.6% m/v and 0.04 g/L, respectively (the optimal conditions were found at 0.1% m/v hydrogen peroxide and 0.02 g/L catalase, at pH 5). In most food-industrial applications, the hydrogen peroxide is added at the concentration about 0.05% [5] thus the tested enzyme is suitable to application.

Conclusion

In these studies, we tested the potential applications of the catalase isolated by Swissaustral in food industry. Despite the enzyme immobilisation hasn't improved significantly the enzyme activity and operational stability, it allows to effective enzyme separation from reaction mixture. These results suggest that catalase isolated by Swissaustral in encapsulated form can be used successfully in food applications.

To improve the catalytic activity a chemical immobilization of the tested enzyme will be performed.

Acknowledgments

This work was financed by a Statutory Activity Subsidy from the Polish Ministry of Science and Higher Education for the Faculty of Chemistry of Wroclaw University of Science and Technology (No. 0401/0251/16).

References

[1] Amorim A. M., Gasques M. D. G., Andreaus J., Scharf M., "The application of catalase for the elimination of hydrogen peroxide residues after bleaching of cotton fabrics," Ann Braz Acad Sci, vol. 73, pp. 433-436, Sep. 2002.

[2] Bajpai P., "Application of Enzymes in the Pulp and Paper Industry," Biotechnol Prog, vol. 15, pp. 147-157, Mar. 1999.

[3] Sooch B. S., Kauldhar B. S., Puri M., "Catalases. Types, Structure, Applications and Future Outlook," in Microbial Enzyme Technology in Food Applications, (eds.) Ray R. C., Rosell C. M., Boca Raton, CRC Press, 2017, ch. 13, pp. 241-250.

[4] Homaei A. A., Sariri R., Vianello F., Stevanato R., "Enzyme immobilisation: an update," J Chem Biol, vol. 6, pp. 185-205, Oct. 2013.

[5] Yildiz H., Akyilmaz E., Dinckaya E., "Catalase Immobilisation in Cellulose Acetate Beads and Determination of its Hydrogen Peroxide Decomposition Level by using a Catalase Biosensor," Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol, vol. 32, pp. 443-452, 2004.

CONTENT / ЗМІСТ

Greetings of the Program Committee's Chairman of the International Scientific Conference *3*

Greetings of the Organizing Committee's Chairman Chairman of the International Scientific Conference *4*

THE PROGRAM COMMITTEE/ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ *5*

THE ORGANIZING COMMITTEE/ ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ *12*

PLENARY PRESENTATIONS / ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ *13*

THE CONFERENCE'S ORGANIZERS / ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ *21*

COMPUTER SIMULATION IN THE CHEMICAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING / КОМП`ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ХІМІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЇ *31*

Dyes used in dye- sensitized solar cells *Roma Musik, Szczepan Roszak* *32*

Simulation of the adsorption of acidic gases on K2CO3-modified – γ –Alumina *S. Prymyska, Yu. Beznosyk* *34*

Моделювання процесу функціоналізації поверхні кремнезему у мікрореакторі *Ю.А. Мірошниченко* *36*

Ефективність вловлювання твердих часток у відцентровому фільтрі *Т.В.Бойко, М.В.Семенюк* *38*

Hydrogen in nanoporous materials – theoretical studies *Justyna Rogacka, Filip Formalik, Bogdan Kuchta, Lucyna Firlej* *40*

CFD simulation of emulsion flow through filter medium *Andrzej Kołek, Janusz Dziak* ... *42*

Heat transfer intensification in exchaneger equipped with turbulizer *Janusz Dziak, Beata Opiela* *44*

Моделювання процесу відновлення кетонів *І. Скорецька, Ю. Безносик* *46*

Моделювання процесу концентрування сульфатної кислоти випаровуванням у потік нейтрального газут*Володимир Лукашов, Сергій Романько, Сергій Тимофіїв*..... *48*

Molecular modeling of collector-water-vacuum interfaces in flotation process *Lukasz Radosinski, Marcin Achremowicz, Bruno Czarnecki* *50*

Information Technology Design and Modeling Chambers Drying of Capillary-porous Materials by Using SolidWorks Flow Simulation *Yaroslav Sokolovskyy , Oleksiy Sinkevych , Iryna Boretska* *52*

До впровадження сталих схем водного господарства на рівні промислового підприємства *Аркадій Шахновський, Олександр Квітка, Гжегож Поплєвскі, Роман Бохенек* *54*

Numerical Modeling of Polymer Suspension Spray Drying Process Based on Isothermal and Nonisothermal Thermogravimetric Analysis *Roman Havryliv , Volodymyr Maystruk* *56*

Potential energy surfaces of 2,3-dimethylbuta-1,3-diene and methyl acrylate cyclization *Kovalskyi Y.P., Kostiv I.S., Vytrykush N.M., Marshalok H.O.* *58*

Кібернетика у фармації *Євген Устянич, Анатолій Устянич* *60*

Алгоритм чисельного визначення ізотерми адсорбції на базі інтегральної функції розподілу пір по розмірах *Микола Нікітенко , Наталія Сорокова , Юлія Кольчик , Родіон Сороковий* *62*

Density functionals theory methods in calculations of properites of nanoporous materials *Filip Formalik, Jusytna Rogacka, Michael Fischer, Bogdan Kuchta, Szczepan Roszak*..... *64*

Аналіз моделей процесу отримання біодизельного палива *Олена Кукушкіна, Юрій Безносик* 66
Application of New, Simple Method of Determining Necessary Conditions of Dead Zone Formation to Biochemical Kinetic Equations *Grzegorz Król, Mirosław Szukiewicz* 68
The influence of sulfur and oxygen atoms in heterocycling ring on the conformational properties of the nonstandard amino acids *Monika Staś, Dawid Siodłak, Małgorzata A. Broda, Teobald Kupka* 70
Віртуальний скринінг біологічної активності тіосульфоестерів з хіназоліновим фрагментом *Наталія Монька, Юрій Шах, Софія Василюк, Галина Хоміцька, Галина Шиян, Діана Баранович, Віра Лубенець, Володимир Новіков* 72
The simulation of the dispersed mediums filtration drying process *Oleksandr Ivashchuk, Andriy Kovalchuk* 74
Virtual (Theoretical) Tools – a Future for Technology? *Szczepan Roszak* 75
DEVELOPMENT, ENERGY AND RESOURCE SAVING IN THE CHEMICAL AND FOOD TECHNOLOGIES / РОЗВИТОК, ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ХІМІЧНІЙ ТА ХАРЧОВІЙ ТЕХНОЛОГІЯХ 77
Mechanism, kinetics and apparatus-technological design of process of filtration drying of dispersed materials *Volodymyr Atamanyuk* 78
Економічно обґрунтовані технології екологізації підприємств харчової промисловості як один із шляхів отримання відновлюваної енергії *Л.М.Хомічак* 80
Тістоприготування: проблеми і вирішення *Валерій Янаков* 82
Дослідження впливу швидкості сушильного агенту на процес зневоднення яблук *Шапар Р.О., Гусарова О.В.* 84
До розрахунку пускової потужності спірально-лопатевої мішалки *Тетяна Вітенько, Ігор І. Лучейко, Ігор Д. Лучейко* 85
Вимірювання витрат теплоти на зневоднення розчину сахарози *Вячеслав Михайлик, Наталія Дмитренко* 86
Гнучка та енергоощадна технологія кавітаційно-флотаційного розділення водних гетерогенних середовищ З*еновій Знак, Юрій Сухацький, Роман Мних, Ольга Зінь* 88
Перспективи та реалії застосування теплових труб з ефективними капілярними структурами в хімічній інженерії *А.А.Шаповал, М.В.Руденок, І.О.Шаповал* 90
Сучасні технології одержання силіцію оксиду (IV) з рисового лушпиння та його використання в еластомерних композиціях *Олег Тертишний, Валерій Овчаров, Ліна Соколова, Лоліта Юсупова* 92
Ефективність промислових активаторів помелу цементного клінкеру *Ігор Полюжин, Федір Цюпко , Зіновій Ільницький, Богдан Чеканський* 94
Про можливість підвищення енергоефективності процесів тепломасообміну, які передбачають нагрівання та охолодження рухомої речовини *Олег Кшевецький* 96
Перспективи перероблення техногенних та природних магнійхлоридних розчинів *Ярослава Басистюк , Іван Костів* 98
Ефективність використання теплових насосів в процесах сушіння *Наталія Дабіжа, Юрій Снєжкін, Джамал Чалаєв, Раїса Шапар, Олена Гусарова* 100
Радикал-поглинаюча активність амінокислотних похідних 1,4-нафтохінону *Оксана Фігурка, Семен Хом`як, Юрій Гавриш, Зоряна Губрій, Володимир Новіков* 102

Окисно-відновні властивості хінгідронного поглинального розчину в процесах його приготування та експлуатації *Андрій Слюзар, Іванна Мерцало, Роксоляна Буклів, Семен Хом'як* *103*

Особливості моделювання нестаціонарного процесу масової кристалізації цукру в пристінному шарі нагрівальної трубки вакуум-апарата в промислових умовах *Тарас Погорілий, Валерій Мирончук* *104*

Heat-mass exchange processes during activated carbon drying *Iryna Huzova, Zoriana Gnativ, Volodymyr Atamanyuk* *105*

Дослідження дифузії молекул сахарози в частинках плоду гарбуза у виробництві цукатів *Володимир Атаманюк, Ірина Гузьова, Зоряна Гнатів, Наталя Патрій* *107*

Очищення розчинів калійних виробництв від глинистих домішок центрифугуванням Р*оксоляна Буклів, Костянтин Блажівський, Наталія Гбур* *109*

Перспектива використання мембранних технологій при вилученні цінних компонентів ефірної олії кропу *Ігор Житнецький, Олена Подобій* *110*

Process Integration – the Path to Energy Independence of the Country *Leonid Ulyev* *112*

Реальні й міфічні можливості енергозбереження та енергозаміщення в Україні *Геннадій Рябцев* *114*

Компактні теплообмінники для ефективної рекуперації теплоти в процесах хімічної технології *Леонід Товажнянський, Ольга Арсеньєва, Петро Капустенко* *116*

Теплопередача через плоскі та циліндричні стінки за нестаціонарних умов навколишнього середовища *Марта Мартиняк-Андрушко , Ярослав Гумницький , Йосиф Мисак* *117*

Проблеми вилучення цільових компонентів методом екстрагування *Євген Семенишин, Тетяна Римар* *119*

Вплив виду вапна на деякі властивості гіпсовапняного каменю *Богдан Чеканський, Ярослав Якимечко, Ірина Луцюк* *121*

Оцінка енергоефективності теплового насосу на основі рухомої речовини та декількох теплонасосних модулів *Олег Кшевецький* *122*

Гідродинаміка під час фільтраційного сушіння тирси *Мосюк М.І., Атаманюк В.М., Гнатів З.Я., Бабич А.* *124*

Кінетика розчинення полідисперсних частинок бензойної кислоти *Данилюк О.М., Атаманюк В.М.* *126*

THE INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE CHEMICAL AND FOOD INDUSTRIES / ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХІМІЧНІЙ ТА ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТЯХ *129*

The investigation of fixed nitrogen catalytic processes for technologies of dual-purpose materials production *Leonid Tovazhnyansky, Oleksiy Loboiko, Grigory Gryn, Valery Ved, Oleksandr Perevertaylenko, Ivan Slabun* *130*

The Choice of Mathematical Model for Reactor with Catalytic Heterogeneous Process *Roman Petrus* *132*

Application of Supercritical Fluids to the Development of Nove l Materials *Irena Zizovic* *134*

Інноваційна теплотехнологія переробки сої на фітоестрогенні харчові продукти *Жанна Петрова, Катерина Слободянюк* *135*

Supercritical extraction with carbon dioxide – application possibilities *Edward Rój* *137*

Separation of Stereomers by Crystallization *Maksymilian Olbrych, Maciej Balawejder, Dorota Antos, Wojciech Piątkowski* *138*

The impact of the construction material on the particle electrification in the spout-fluid bed apparatus *Wojciech Ludwig* *139*

Minimum Stable Circulation Velocity in a Spout-Fluid Bed Apparatus *Wojciech Ludwig* *141*

Використання віртуалізації для збільшення рівня надійності технічних систем систем автоматизації промислових об'єктів *Вавулін Петро, Бойко Тетяна* *143*

Модернізація стадії очистки газових викидів аміаку у виробництві кальцинованої соди *Віктор Моїсєєв, Євгенія Манойло, Аліна Грубнік* *145*

Salts of divalent metals as catalysts of transesterification reaction of sunflower oil by ethanol and butan-1-ol *Zoriana Palyukh, Yuriy Melnyk, Stepan Melnyk*..... *147*

Foam Separation of Whey Proteins *Michal Araszkiewicz, Łukasz Janczewski, Anna Trusek - Holownia*..... *149*

Innovative and Conventional Technology of Methyl Methacrylate Synthesis *Dirk Enke, Wladimir Suprun, Thomas Hahn* *151*

Utilization of ozonation proces in the fludized bed reactor for modyfication of some parameters of wheaten flour *Tomasz Piechowiak, Piotr Antos, Maciej Balawejder*... *152*

Problems and prospects of analytical modeling of transport phenomena in technologies of food production *Volodymyr Potapov* *154*

Influence of liquid properties and flow conditions on aerosols released from electronic cigarettes (ECs) *Marcin Odziomek, Łukasz Kwiatkowski, Tomasz R. Sosnowski*.... *156*

Вплив швидкості сушіння на кристалічність цукровмісної продукції *Вячеслав Михайлик* *158*

Синтез комплексних гідрогелів поліакриламіду як основи косметичних масок *М.Р. Чобіт, Р.М. Білозір, В.С. Токарев.* *160*

Модифікація мінеральних наповнювачів відходами олієжирової промисловості *Чобіт М.Р., Васильєв В.П., Панченко Ю.В.* *162*

Study on the limitation of ammonia losses from mineral fertilizers containing amide nitrogen *Michał Dawidowicz, Piotr Rusek, Janusz Igras*..... *164*

Disposer for splintering and segregation of materials in chemical and agricultural production *Yuriy Melnyk, Illya-Mykola Ilenkov, Taras Skorokhoda, Mykhaylo Boyko*..... *165*

Determination of process parameters of electrolytic iron dissolution for coking wastewater treatment *Janczewski Łukasz, Noworyta Andrzej, Anna Trusek-Holownia* *166*

Properties of High-Efficiency Filter Media Applied for Dewatering of Diesel Fuel *Patrycja Wierzba, Andrzej Krasiński* *168*

Кінетика температури м'ясних напівфабрикатів під час інфрачервоного жарення *Потапов В.О., Костенко С.М.* *170*

Модифікація поверхні алюмінію та кремнію наноструктурними металами гальванічним заміщенням *Галина Зозуля, Орест Кунтий, Любов Сусь, Оксана Добровецька, Маряна Шепіда* *172*

Перспективи використання концентрату насіння соняшника в технологіях кондитерських виробів підвищеної харчової цінності *Вікторія Євлаш, Володимир Потапов, Наталія Отрошко, Сергій Нікітін*..... *174*

Застосування піридоксину в високогустинному пивоварінні *Тетяна Харандюк, Руслана Косів, Наталія Березовська, Любов Паляниця* *176*

Якість пива, отриманого в технології високогустинного пивоваріння *Любов Полюжин, Руслана Косів* *178*

Спосіб антисептування сусла зі спельти у спиртовому виробництві *Любов Паляниця, Зорян Піх, Наталія Березовська* *180*

Аналіз способів сушіння для отримання порошкоподібних харчових продуктів *Потапов В.О.1, Педорич І.П.* *181*

Особливості механічної активації полівінілхлориду *Володимир Моравський, Ірина Дзяман, Андрій Масюк, Вікторія Антонюк, Анастасія Кучеренко* *183*

Одержання каталітично активних металоорганічних композитів на основі металів змінної валентності золь-гель методом *Галина Хованець, Олена Макідо, Оксана Хавунко* *184*

Вплив температури обробки на експлуатаційні властивості плівок на основі полівінілового спирту, модифікованого монтморилонітом *Вікторія Антонюк, Володимир Красінський, Наталія Хамула* *186*

Інноваційна технологія виготовлення малотоксичної фанери на основі карбамідоформальдегідних клеїв *Павло Бехта, Ірина Салабай* *187*

Obtaining bilayer granules in cone-shape vortex granulators *Andrii Ivaniia, Artem Artyukhov* *189*

Інноваційні технології зневоднення рослинної сировини *Ігор Яровий , Олена Маренченко* *190*

Перспективні способи обробки сировини при створенні інноваційних продуктів гелевої форми *Ніна Райчук, Олена Подобій* *192*

Виробничі випробування пілотного зразка мікрохвильового проточного екстрактора *Ю.О. Левтринська, С.Г. Терзієв* *194*

Принципи харчових наноенерготехнологій *Бурдо О.Г.* *196*

Екстрагування та концентрування фітопрепаратів в мікрохвильовому полі *Алла Бурдо, Альхурі Юсеф* *198*

Інноваційні теплотехнології концентрування соків *Бурдо. О.Г., Давар Ростами Пур* *200*

The toolbox for solid catalyst s porous structure regulation, catalysts characterization and application in acrylic acid synthesis via aldol condensation reaction *Roman Nebesnyi, Volodymyr Sydorchuk, Zoryan Pikh, Volodymyr Ivasiv, Svitlana Khalameida, Yuliia Nebesna, Iryna Shpyrka* *202*

Синтез та застосування 3-ацетилкумаринів *Вікторія Кошельник, Анна Магдійчук, Валентина Рокицька* *204*

Дослідження впливу конструктивних параметрів аераційно-окислювальної установки роторного типу на процес знезалізнення артезіанської води *Олександр Ободович, Віталій Сидоренко* *206*

Спосіб термоконтактного нагрівання та плавлення основ для м'яких лікарських форм *Олеся Степанова* *208*

Синтез нових хімічних сполук – важлива умова створення ефективного захисного одягу рятувальника *Марія Виниченко, Оксана Станіславчук, Орислава Горностай* *210*

Інноваційні енергозберігаючі технології і обладнання для промисловості *Юрій Снєжкін* *211*

Теоретичні аспекти екстрагування цільового компонента з пористої структури інертного тіла *Дмитро Симак* *212*

Filtration drying of plant material for further extraction process *Kindzera D.P., Atamanyuk V.M., Hosovskyy R.R., Mykychak B.M.* *213*

Динаміка фільтраційного сушіння подрібненого міскантуса *Микола Мосюк, Зоряна Гнатів, Володимир Атаманюк, Микола Шимонович*..... *215*

Дослідження процесу одержання сухого гранульованого поліакриламіду та залежності пористості його шару від розміру частинок *Василь Дулеба, Надія Цюра, Зоряна Гнатів, Марія Лантвіт* *217*

OPTIMIZATION OF BIOCHEMICAL PROCESSES AND BIOENGINEERING / ОПТИМІЗАЦІЯ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ..... *219*

Protein Downstream Processing *Dorota Antos*..... *220*

Design of bulk protein crystallization *Michał Kołodziej, Izabela Poplewska, Wojciech Piątkowski, Dorota Antos* *222*

Measurement conditions for determination of β-galactosidase activity in the presence of 2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) as substrate *Karolina Labus*..... *223*

Термодинамічні властивості деяких похідних фурану *Кос Р., Четвержук Я., Маршалек А., Горак Ю*..... *225*

Оптимізація біохімічного процесу очищення промислових стічних вод *Світлана Лисицька*..... *227*

Синтез нових гетероциклічних похідних на основі 4,6,4',6'-тетрахлоро-гідразо-біс-1,3,5-триазину *М. Слесарчук, В. Самборський, А. Кархут, Х. Болібрух, А. Кудринецька, В. Сингаєвський, С. Половкович, В. Новіков*..... *229*

BIOMEDICAL ENGINEERIN / БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ..... *231*

Дослідження кореляції між сигналом електросну і біоритмами мозку *Євгенія Яковенко, Євген Сторчун* *232*

Synthesis and antibacterial activity of polyfunctionalized aminothiazoles *Birutė Grybaitė, Rita Vaickelionienė, Vytautas Mickevičius, Maryna Stasevych, Viktor Zvarych, Olena Komarovska-Porokhnyavets, Volodymyr Novikov* *234*

Surface tension of oscillating gas/liquid interface - biophysical modeling of lung surfactant (LS) dynamics *Tomasz R. Sosnowski* *236*

Release kinetics of model compounds from blends of hydrogel with polyvinyl alcohol *Damian Semba, Anna Trusek – Holownia*..... *238*

Blends of polylactide and starch as potential carriers of bioactive compounds – mass transport study *Karolin Labus, Anna Trusek-Holownia, Damian Semba, Justyna Ostrowska, Piotr Tyński, Jakub Bogusz*..... *240*

Біомедичні гідрогелеві композити з дрібнодисперсними (бі)металевими наповнювачами *Наталія Семенюк, Галина Дудок, Софія Мельник, Ігор Чернигевич, Володимир Скорохода*..... *242*

Investigation of silver nanoparticles obtaining during the synthesis of composites based on polyvinylpyrrolidone *Volodymyr Skorokhoda, Nataliya Semenyuk, Olena Kohut, Sofiia Melnyk, Nataliya Chopyk*..... *243*

Технологічні аспекти одержання гідрогелевого покривного шару для базисів знімних протезів *Михайло Братичак, Наталія Семенюк, Вікторія Земке, Наталія Чопик*..... *244*

Polymeric Drug Carriers – the way to control an enzyme leakage *Anna Trusek-Holownia, Ludmira Granicka, Anna Grzeczkowicz* *245*

ENGINEERING OF MEMBRANE PROCESSES / ІНЖЕНЕРІЯ МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ *247*

Responsive Membranes Through Selective Modification of Membrane Pore and External Surfaces *S. Ranil Wickramasinghe* *248*

Perfluoropolymer-based Mixed Matrix Membranes: Preparation, Natural Gas Separation and Modeling of Transport Properties *Gianni Golemme, Anna Santaniello, Francesco P. Di Maio, Alberto Di Renzo* *250*

Organic Reach Brine Purification With the Use of Ultra- and Nanofiltration Membranes *Małgorzata Kabsch-Korbutowicz, Agnieszka Urbanowska, Jacek Wiśniewski*..... *252*

Solvent extraction of copper(II) and iron(III) using task specific ionic liquid (TSIL) as selective extractant *Beata Pospiech*..... *254*

A study of selected aspects of the membrane fouling phenomena *Agnieszka Miśkiewicz, Grażyna Zakrzewska-Kołtuniewicz, Sylwia Pasieczna-Patkowska, Bożena Sartowska*..... *256*

Treatment and Concentration of Dye Wastewater with the Use of Ultrafiltration Ceramic Membranes *Katarzyna Majewska-Nowak*..... *258*

Investigation of the drug release through hydrogel membranes *Yuriy Melnyk, Ivan Demchuk, Sofiia Suberliak, Anastasiia Duda, Taras Skorokhoda*..... *259*

Particularities of composite polyamide–hydrogel membranes forming *Galyna Yaculchak,Yuriy Melnyk, Nataliya Baran, Volodymyr Tsvyk, Oleg Suberlyak*..... *261*

Electrodialysis of lactic acid obtained from LAB fermentation *Magdalena Lech, Anna Trusek – Holownia*..... *262*

Biocompatible composite membrane for dialysis and ultrafiltration *O.V. Suberlyak, H.V. Yaculchak, N.M. Baran, Yu.Ya. Melnyk*..... *264*

Вплив компонентів полімерної матриці на термічні характеристики гібридних органо-неорганічних мембран для застосування у паливних елементах *Христина Демидова, Оксана Демчина, Ірина Євчук, Марія Жигайло* *265*

GREEN CHEMISTRY / ЗЕЛЕНА ХІМІЯ..... *267*

Influence of Modifing Addtieve at Bitumens *Yurii Hrynchuk, Mykhailo Nykypanchuk and Pavlo Matsipura* *268*

Пропеленти у виробництві спреїв та їх згубний вплив на навколишнє середовище *Дякон І.В., Стадницька Н.Є., Лило В.В., Новіков В.П.*..... *269*

Low Temperature Technology for Neutralization of Persistent Organic Pollutants *Nikolai Korotkikh, Vagiz Saberov, Oles Shvaika*..... *271*

«Green» synthesis and antimicrobial activity of S-dithiocarbamates and hydrazones of 9,10-anthraquinones *Volodymyr Lunin, Maryna Stasevych, Viktor Zvarych, Nazar Kopak, Olena Komarovska-Porokhnyavets, Mykhailo Vovk, Volodymyr Novikov*..... *273*

Вплив рослинної добавки на стабільність нафти *Віталіна Мартиненко, Олена Тертишна* *275*

Spent inorganic Ion-Exchangers as potential Photocatalysts for Pollutants Degradation *V.Sydorchuk, O.Zakutevskyy, S.Khalameida, O.Poddubnaya, A.Puziy* *276*

ALTERNATIVE AND NON-CONVENTIONAL ENERGY SOURCES / АЛЬТЕРНАТИВНІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ..... *279*

Полімер-електролітна мембрана для паливних елементів на основі зшитого поліміду і протонної іонної рідини *Сергій Рогальський, Станіслав Махно, Оксана Тарасюк, Тетяна Чернявська, Олег Джужа, Валерій Пархоменко*..... *280*

Perennial phytotechnology with biomass production for abandoned military site in Sliač, Slovakia *Larry Erickson, Valentina Pidlisnyuk, Josef Trögl, Pavlo Shapoval, Jan Popelka, Lawrence Davis, Tetyana Stefanovska, Ganga Hettiarachchi* *282*

Теплотехнічний аналіз залишку після екстракції гумінових речовин з торфу як сировина для виготовлення біопалива *Корінчук Д.М.* *284*

The New Thermoelectric Materials for Renewable Energy Technologies *Zoia Barsova, Izabela Jendrzejewska* *286*

Ідентифікація джерел вторинних теплових ресурсів та методів їх використання *Мусій Цейтлін, Валентина Райко* *288*

Використання матеріалів з фазовим переходом для систем акумулювання теплової енергії *Тетяна Корінчевська, Юрій Снєжкін, Вячеслав Михайлик* *290*

Енергоакумулюючий сплав алюмінію для автономних систем енергопостачання *Ф.Д. Манілевич, А.В. Святогор, Б.І. Данильцев, А.В. Куций, Ю.К. Пірський, Л.Х. Козін* .. *292*

The study of potassium compounds leaching from fly ashes generated by combustion of biomass in Polish power plants *Anna Zdunek , Marzena Mikos Szymańska, Krzysztof Borowik, Paulina Bogusz, Piotr Rusek*..... *293*

Темообробка композиційного палива на основі торфу та біомаси *Дмитро Корінчук, Микола Безгін* *295*

Демонстраційна система постачання та акумулювання енергії в альтернативній електрохімічній енергетиці *Т.М. Панчишин, О.В. Гайдін, О.С. Тупчієнко, О.С. Крупеннікова, Ю.К. Пірський* *297*

Синтез плівок меркурій селеніду (HgSe) з використанням калій йодиду, як комплексоутворюючого реагента та їхні властивості *Руслана Чайківська, Віталій Стаднік, Мартин Созанський, Руслана Гумінілович, Павло Шаповал, Йосип Ятчишин* *299*

Виробництво паливного біоетанолу з лігніноцелюлозної сировини за технологією другого покоління *Ольга Настенко, Олександр Ляпощенко, Віталій Стороженко, Василь Смирнов* *301*

Salix veminalis - альтернативне джерело енергії *Мирослава Козік, Юрій Гавриш, Оксана Хропот, Роксолана Конечна, Андрій Милянич, Ростислав Гулько, Володимир Новіков* *303*

Механохімічна активація газових гідратів в присутності кластерів природних сполук *О. Светкіна*..... *305*

Сонячні теплові колектори на основі нового типу селективного покриття *Ростислав Мусій, Ігор Семенюк, Богдан Рачій, Андрій Коструба Василь Багрійчук* *307*

Енергозберігаючі автономні теплонасосні водонагрівачі *Михайло Уланов, Джамалутдін Чалаєв, Микола Уланов*..... *309*

Впровадження альтернативних джерел енергії та енергоощадних технологій у селянських господарствах *Олександра Дацько, Анна Романів, Надія Параняк, Степан Шаповал* *311*

Адсорбційні теплові насоси на базі природних цеолітів *Іван Данько, Джамалутдін Чалаєв, Олексій Шматок* *313*

Investigation of the efficiency of biogas treatment from hydrogen sulphide and carbon dioxide in the membrane chemisorber *Alisher Khussanov, Botagoz Kaldybaeva, Zakhangir Khussanov*..... *315*

Комбінована система теплозабезпечення на базі сонячних колекторів та централізованого теплопостачання *Мирон Кузик, Тетяна Римар, Іван Наконечний* ... *317*

ECOLOGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. ENVIRONMENTAL PROTECTION / ЕКОЛОГІЯ І СТАЛИЙ РОЗВИТОК. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА *319*

Кальцинований шаруватий подвійний гідроксид магнію та заліза(III) – ефективний сорбент для очищення водних середовищ від фосфат-іонів *Василь Шунков, Любов Пузирна, Галина Пшинко* *320*

Використання різних типів генераторів кавітації для зменшення величини забруднення стічних вод підприємств харчової промисловості *Наталія Бернацька, Ірина Типіло* *322*

Екобезпечний сталий розвиток трансформаційного суспільства *Інна Попова, Лариса Мазур, Світлана Ковальова* *324*

Способи моделювання адсорбційних процесів очищення стічних вод *Ігор Петрушка, Олександр Мороз, Катерина Петрушка* *326*

Emission of PM-bound PAHs from selected types of barbecues as a lung cancer risk factor *Artur J Badyda, Kamila Widziewicz, Wioletta Rogula-Kozłowska, Grzegorz Majewski, Izabela Jureczko, Anna Gayer, Dominika Mucha, Piotr Dąbrowiecki* *328*

Дослідження взаємодії гумінових кислот і їх натрієвих солей з йонами міді, кобальту *Л.П. Олійник* *330*

Кореляція ефективної константи швидкості руйнування мікроорганізмів від їх розмірів *Ірина Коваль* *331*

Складові екологічно -інформаційної безпеки комплексних проектів *Світлана Бухкало* *332*

Low-Temperature NH_3-SCR: Challenges, Development of new Catalytic Systems and Reactions Specifics *Wladimir Suprun, Marcus Kasprick, Michal Pietrazeck, Teresa Grzybek; Roger Gläser* *334*

Isotopic Transient Investigation of EtOH-SCR Reaction over Ag/Al_2O_3 *Wladimir Suprun, Marcus Kasprick, Roger Gläser* *336*

Біохімічні та біофізичні механізми флуоресцентної біоіндикації техногенного середовища *Володимир Мокрий, Олександр Мороз, Ігор Петрушка, Руслан Гречаник, Інеса Шемелинець* *338*

Mathematical modeling of the catalytic reactor for a low temperature N_2O decomposition *Marek Inger, Marcin Wilk, Zbigniew Sojka, Andrzej Kotarba* *340*

Implementation of PKR-2 catalyst in an industrial nitric acid installations *Marcin Wilk, Jan Nieścioruk, Marek Inger, Monika Ruszak* *342*

Decomposition of N_2O from nitric acid plants over supported double-promoted cobalt spinel catalyst *Jakub Rajewski, Marek Inger, Monika Ruszak, Katarzyna Antoniak-Jurak, Paweł Kowalik, Marcin Wilk, Gabriela Grzybek, Sylwia Wójcik, Klaudia Ciura, Andrzej Kotarba, Zbigniew Sojka* *343*

Оцінювання екологічного ризику промислового виробництва при виконанні ОВНС *Тетяна Бойко , Алла Абрамова, Ірина Джигирей, Олена Бондаренко* *345*

The technologies of nitrous oxides abatement from nitric acid plants *Marek Inger, Jan Nieścioruk, Monika Ruszak, Marcin Wilk* *347*

Дослідження забруднення грунтових вод вільними нафтовими відходами на нафтопереробному заводі та розроблення способу щодо їх вилучення та утилізації *Сергій Вдовенко* *349*

Investigation of mechanics of the solid phase motion in the gas flow of the fluid bed apparatus *Ruslan Ostroga, Nika Artyukhova* *351*

Kinetics and mass transfer processes of thermal catalytic neutralization of gas emissions in modern waste processing complexes *Valery Ved, Leonid Tovazhnyansky*. *353*

Використання обліпихи в технології очистки нафтозабруднених ґрунтів *Тетяна Жак, Ольга Романюк, Леся Шевчик* *355*

Blending of fertilizers for balanced fertilization *Paulina Bogusz, Anna Zdunek, Marzena Mikos-Szymańska, Piotr Rusek* *357*

A Gap in The Method of Dehydrogenases Activity Determination in Activated Sludge *Konrad Matyja , Anna Trusek-Hołownia* *358*

Оцінка ефективності перліту при сорбції нафтопродуктів *Олена Левицька* *360*

Оцінка впливу життєвого циклу продукту з використанням метода аналізу ієрархій *Богдана Комариста, Владислав Бендюг* *361*

Ртуть у вугіллі – екологічна проблема вугільних ТЕС *Людмила Гапонич, Тетяна Шендрік, Миколай Машьянов* *363*

Біологічна переробка відходів *Валерій Шапорев, Інна Пітак, Олег Пітак* *365*

Сучасні технології добутку рідкісних, розсіяних, рідкоземельних елементів з промислових відходів *Віра Тузяк* *367*

Вивчення складу відпрацьованих мінеральних моторних олив спектральними методами аналізу *Богдан Корчак, Тарас Червінський, Олег Гринишин* *369*

Застосування рідинної екстракції для очищення стічних вод харчових виробництв *В. Дячок, А. Мараховська, С. Мараховська* *371*

Проблеми утилізації люмінесцентних ламп *А.М. Шибанова, А.С. Войціховська, І.Р. Бзюх, І.І. Подольчак* *373*

Пневмокласифікація дисперсних матеріалів як засіб усунення пиловиділень у виробничих цехах *Андрій Литвиненко, Микола Юхименко, Ольга Настенко* *375*

Використання методу оцінки життєвого циклу для підтримки еколого-відповідальних рішень у промисловості *Олексій Минько, Ірина Джигирей* *377*

Масообмін при поглинанні вуглекислого газу *Василь Дячок, Сергій Гуглич , Вікторія Катишева* *378*

Отримання сорбентів багатоцільового призначення на основі переробки відходів ТЕС *Ганна Тарасова, Олена Свєткіна, Ольга Нетяга* *380*

Вплив аніонів солей металів на інтенсивність пігментоутворення дріжджів-біоіндикаторів *Кристина Крупєй, Олександр Рильський* *382*

Оцінка рівня екологічної небезпеки від неефективної роботи муніципальних очисних споруд *Олена Попович, Віра Слюсар, Наталія Вронська, Мирослав Мальований* *384*

Застосування УФВ для процесу очищення стічних вод від бактеріального забруднення *Олена Попович, Наталія Вронська, Віра Слюсар, Мирослав Мальований* ..*386*

Особливості технології одержання бітумів модифікованих гумовою крихтою *Андрій Нагурський, Олег Гринишин, Юрій Хлібишин, Дмитро Антошків, Ірина Почапська* *388*

Прогнозування біоочищення стічних вод локального значення *Романа Петріна, Софія Василюк, Олекса Швед, Юрій Гавриш, Ольга Швед, Володимир Новіков* *390*

Development of rational use of by-products of petrochemical productions *Daria Kichura, Yura Kurtash* *392*
Mechanism of the reduction of U (VI) by organoclay supported nZVI *N.V. Zhdanyuk* *393*
Utilization of wastes of alcoholic production is for the receipt of valuable organic compounds *Daria Kichura, Roman Subtel'niy*..... *394*
Кінетика та динаміка адсорбції забрудників промислових стічних вод природним цеолітом *Віра Сабадаш* *395*
Вплив органо-мінерального добрива на стан ґрунтів *Марія Канда, Зоряна Одноріг* *397*
Оптимізація процесу вилуговування цинку із сольових відпрацьованих джерел електричного струму *Іванна Мерцало, Роксоляна Буклів, Христина Попівчак*..... *398*
Комбіновані процеси інтегрованих технологій очищення стічних вод із використанням природних сорбентів *Мирослав Мальований, Галина Сакалова, Віра Слюзар, Андрій Середа*..... *400*
Сорбційні процеси у природоохоронних технологіях *Ярослав Гумницький*..... *402*
Біохімічні технології відновлення стану деградованих грунтів , підвищення якості сільськогосподарській продукції, та поліпшення екологічної ситуації. *Алла Горова , Тетяна Скворцова*..... *404*
Культивування деяких рідкісних та зникаючих видів лікарської флори Українських Карпат в умовах in vitro *Софія Гриців, Юлія Колб, Роксолана Конечна, Оксана Хропот, Романа Петріна, Володимир Новіков* *406*
Efficient ways of wastes neutralization and storing *Andrzej Kałamarz, Teobald Kupka, Jan Mizera, i Arkadiusz Wiewiórowski* *408*
Researches of the process of migration of pollutants in the soil environment *Jaroslav Gumnytskyy, Oksana Lyuta, Vira Sabadash* *410*
Multifunctional vortex devices with active hydrodynamic modes for granulation *Artem Artyukhov, Nadiia Artyukhova* *412*
Influence of the external magnetic field on the kinetic of heavy metals adsorption process *Krzysztof Rajczykowski, Krzysztof Loska*..... *413*
Application of Sacharomycea cerevisiae in two chamber microbial fuel cell *Janczewski Lukasz, Haloń Michał, Trusek-Holownia Anna*..... *415*
An encapsulated catalase for H_2O_2 decomposition *Katarzyna Czyzewska, Anna Trusek-Holownia, Felipe Sarmiento, Jenny M. Blamey*..... *417*
CONTENT / ЗМІСТ *419*
AUTHORS INDEX / ПОКАЖЧИК АВТОРІВ..... *430*
SPONSORS AND PARTNERS / СПОНСОРИ ТА ПАРТНЕРИ *435*

AUTHORS INDEX / ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

Artyukhov Artem 189,412
Artyukhova Nadiia 412
Achremowicz Marcin 50
Antoniak-Jurak Katarzyna 343
Antos Dorota 138,220, 222
Antos Piotr 152
Araszkiewicz Michal 149
Artyukhova Nika 351
Atamanyuk Volodymyr 78,105,213
Badyda Artur J 328
Balawejder Maciej 138, 152
Baran Nataliya 261, 264
Barsova Zoia 286
Beznosyk Yu. 34
Blamey Jenny M. 417
Bogusz Jakub 240, 293, 357
Bogusz Paulina 240, 293
Boretska Iryna 52
Borowik Krzysztof 293
Boyko Mykhaylo 165
Broda Małgorzata A. 70
Chopyk Nataliya 243
Ciura Klaudia 343
Czarnecki Bruno 50
Katarzyna Czyzewska 417
Dąbrowiecki Piotr 328
Davis Lawrence 282
Dawidowicz Michał 164
Demchuk Ivan 259
Di Maio Francesco P. 250
Di Renzo Alberto 250
Duda Anastasiia 259
Dziak Janusz 42, 44
Enke Dirk 151
Erickson Larry 282
Firlej Lucyna 40
Fischer Michael 64
Formalik Filip 40, 64
Gayer Anna 328
Gianni Golemme 250
Gläser Roger 334, 336
Gnativ Zoriana 105
Granicka Ludmira 245
Grybaitė Birutė 234
Gryn Grigory, 130
Grzeczkowicz Anna 245
Grzybek Gabriela 343
Grzybek Teresa 334
Gumnytskyy Jaroslav 410
Hahn Thomas 151
Haloń Michał 415
Havryliv Roman 56
Hettiarachchi Ganga 282
Hosovskyy R.R. 213
Hrynchuk Yurii 268
Huzova, Iryna 105
Igras Janusz 164
Ilenkov Illya-Mykola 165
Inger Marek 340, 342,343,34
Ivaniia Andrii 189
Ivashchuk Oleksandr 74
Ivasiv Volodymyr 202
Janczewski Łukasz 149, 166, 415
Jendrzejewska Izabela 286
Jureczko Izabela 328
Kabsch-Korbutowicz Małgorzata 252
Kałamarz Andrzej 408
Kaldybaeva Botagoz 315
Kasprick Marcus 334, 336
Khalameida Svitlana 202, 276
Khussanov Alisher 315
Khussanov Zakhangir 315
Kichura Daria 389, 394
Kindzera D.P. 213
Kohut Olena 243
Kołek Andrzej 42
Kołodziej Michał, 222
Komarovska-Porokhnyavets Olena 234, 273
Kopak Nazar 273
Korotkikh Nikolai 271
Kostiv I.S. 58
Kotarba Andrzej 340, 343
Kovalchuk Andriy 74
Kovalskyi Y.P. 58
Kowalik Paweł 343
Krasiński Andrzej 168
Król Grzegorz 68
Kuchta Bogdan 40, 64
Kupka Teobald 70, 408
Kurtash Yura 392
Kwiatkowski Łukasz 156
Labus Karolina 223, 240
Lech Magdalena 262
Loboiko Oleksiy 130
Loska Krzysztof 413
Ludwig Wojciech 139, 141
Lunin Volodymyr 273
Lyuta Oksana 410
Majewska-Nowak Katarzyna 258
Majewski Grzegorz 328
Maksymilian Olbrych 138
Marshalok H.O. 58
Matsipura Pavlo 268
Matyja Konrad 358
Maystruk Volodymyr 56
Melnyk Sofiia 243
Melnyk Stepan 147
Melnyk Yuriy 147
Melnyk Yu.Ya. 165, 259, 261,264

Mickevičius Vytautas 234
Mikos Szymańska Marzena 293, 357
Sojka Zbigniew 340, 343
Sokolovskyy Yaroslav 52

Miśkiewicz Agnieszka 256
Mizera Jan 408
Mucha Dominika 328
Musik Roma 32
Mykychak B.M. 213
Nebesna Yuliia 202
Nebesnyi Roman 202
Nieścioruk Jan 342, 347
Novikov Volodymyr 234, 273
Noworyta Andrzej 166
Nykypanchuk Mykhailo 268
Odziomek Marcin 156
Opiela Beata 44
Ostroga Ruslan 351
Ostrowska Justyna 240
Palyukh Zoriana 147
Pasieczna-Patkowska Sylwia 256
Perevertaylenko Oleksandr 130
Petrus Roman 132
Piątkowski Wojciech 138, 222
Pidlisnyuk Valentina 282
Piechowiak Tomasz 152
Pietrazeck Michal 334
Pikh Zoryan 202
Poddubnaya O. 276
Popelka Jan 282
Poplewska Izabela 222
Pospiech Beata 256
Potapov Volodymyr 154
Prymyska S. 34
Puziy A. 276
Radosinski Lukasz 50
Rajczykowski Krzysztof 413
Rajewski Jakub 343
Rogacka Jusytna 40, 64
Rogula-Kozłowska Wioletta 328
Rój Edward 137
Roszak Szczepan 32, 64, 75
Rusek Piotr 164, 293, 357
Ruszak Monika 342, 343, 347
Sabadash Vira 410
Saberov Vagiz 271
Santaniello Anna 250
Sarmiento Felipe 417
Sartowska Bożena 256
Semba Damian 238, 240
Semenyuk Nataliya 243
Shapoval Pavlo 282
Shpyrka Iryna 202
Shvaika Oles 271
Sinkevych Oleksiy 52
Siodłak Dawid 70
Skorokhoda Taras 165, 259
Skorokhoda Volodymyr 243
Slabun Ivan 130
Sosnowski R. Tomasz 156, 236
Staś Monika 70
Stasevych Maryna 234, 273
Stefanovska Tetyana 282
Suberliak Sofiia 259
Suberlyak Oleg 261, 264
Subtel'niy Roman 291
Suprun Wladimir 151, 334, 336
Sydorchuk Volodymyr 202, 276
Szukiewicz Mirosław 68
Tovazhnyansky Leonid 130, 353
Trögl Josef 282
Trusek-Hołownia Anna 149, 166, 238, 240,262,358 415, 417
Tsvyk Volodymyr 261
Tyński Piotr 240
Ulyev Leonid 112
Urbanowska Agnieszka 252
Vaickelionienė Rita 234
Ved Valery 130, 353
Vovk Mykhailo 273
Vytrykush N.M. 58
Wickramasinghe S. Ranil 248
Widziewicz Kamila 328
Wierzba Patrycja 168
Wiewiórowski Arkadiusz 408
Wilk Marcin 340, 342, 343, 347
Wiśniewsk Jacek 252
Wójcik Sylwia 343
Yaculchak Galyna 261, 264
Zakrzewska-Kołtuniewicz Grażyna 256
Zakutevskyy O 276
Zdunek Anna 271, 357
Zhdanyuk N.V. 390
Zizovic Irena 134
Zvarych Viktor 234, 273
Абрамова Алла 345
Антонюк Вікторія 183, 186
Антошків Дмитро 388
Арсеньєва Ольга 116
Атаманюк Володимир 107, 124, 126, 215
Бабич А. 124
Багрійчук Василь 307
Баранович Діана 72
Басистюк Ярослава 98
Безгін Микола 295
Безносик Юрій 46, 66
Бендюг Владислав 361
Березовська Наталія 176, 180
Бернацька Наталія 322
Бехта Павло 187

Бзюх І.Р. 373
Білозір Р.М.. 160
Блажівський Костянтин 109
Бойко Тетяна 38, 143, 345
Болібрух Х. 229
Бондаренко Олена 345
Бохенек Роман 54
Братичак Михайло 345
Буклів Роксоляна 103, 109, 398
Бурдо Алла 198
Бурдо. О.Г. 196, 200
Бухкало Світлана 332
Вавулін Петро 143
Васильєв В.П. 162
Василюк Софія 72, 390
Вдовенко Сергій 349
Виниченко Марія 210
Вітенько Тетяна 85
Войціховська А.С. 373
Вронська Наталія 384, 386
Гавриш Юрій 102, 303, 390
Гайдін О.В. 297
Гапонич Людмила 363
Гбур Наталія 109
Гнатів Зоряна 107, 124, 215, 217
Горак Ю. 225
Горностай Орислава 210
Горова Алла 404
Гречаник Руслан 338
Гринишин Олег 369, 388
Гриців Софія, 406
Грубнік Аліна 145
Губрій Зоряна 102
Гуглич Сергій 378
Гузьова Ірина 107
Гулько Ростислав 303
Гумінілович Руслана 299
Гумницький Ярослав 117, 402
Гусарова Олена 84, 100
Дабіжа Наталія 100
Данильцев Б.І. 292
Данилюк О.М. 126
Данько Іван 313
Дацько Олександра 311
Демидова Христина 265
Демчина Оксана 265
Джигирей Ірина 345, 377
Джужа Олег 280
Дзяман Ірина 183
Дмитренко Наталія 86
Добровецька Оксана 172
Дудок Галина 242
Дулеба Василь 217
Дякон І.В. 269
Дячок Василь 371, 378
Євлаш Вікторія 174
Євчук Ірина 265
Жак Тетяна 355
Жигайло Марія 265
Житнецький Ігор 110
Земке Вікторія 244
Зінь Ольга 88
Знак Зеновій 88
Зозуля Галина 172
Ільницький Зіновій 94
Канда Марія 397
Капустенко Петро 116
Кархут А. 229
Катишева Вікторія 378
Квітка Олександр 54
Коваль Ірина 331
Ковальова Світлана 324
Козік Мирослава 303
Козін Л.Х. 292
Колб Юлія 406
Кольчик Юлія 62
Комариста Богдана 361
Конечна Роксолана 303, 406
Корінчевська Тетяна 290
Корінчук Дмитро 284, 295
Корчак Богдан 369
Кос Р. 225
Косів Руслана 176, 178
Костенко С.М. 170
Костів Іван 98
Коструба Андрій 307
Кошельник Вікторія 204
Красінський Володимир 186
Крупеннікова О.С. 294
Крупєй Кристина 382
Кудринецька А. 229
Кузик Мирон 317
Кукушкіна Олена 66
Кунтий Орест 172
Куций А.В. 292
Кучеренко Анастасія 183
Кшевецький Олег 96, 122
Лантвіт Марія 217
Левицька Олена 360
Левтринська Ю.О. 194
Лило В.В 269
Лисицька Світлана 227
Литвиненко Андрій 375
Лубенець Віра 72
Лукашов Володимир 48
Луцюк Ірина 121
Лучейко Ігор Д. 85
Лучейко Ігор І., 85
Ляпощенко Олександр 301
Магдійчук Анна 204
Мазур Лариса 324
Макідо Олена 184
Пархоменко Валерій 280
Петріна Романа 390, 406
Петрова Жанна 135

Мальований Мирослав 384, 386, 400
Мисак Йосиф 117
Михайлик Вячеслав 86, 158, 290
Мірошниченко Ю.А. 36
Мних Роман 88
Манілевич Ф.Д. 292
Манойло Євгенія 145
Мараховська А. 371
Мараховська С. 371
Маренченко Олена 190
Мартиненко Віталіна 275
Мартиняк-Андрушко Марта 117
Маршалек А. 225
Масюк Андрій 183
Махно Станіслав 280
Машьянов Миколай 363
Мельник Софія 242
Мерцало Іванна 103, 398
Милянич Андрій 303
Минько Олексій 377
Мирончук Валерій 104
Моїсєєв Віктор 145
Мокрий Володимир 338
Монька Наталія 72
Моравський Володимир 183
Мороз Олександр 326, 338
Мосюк Микола 124, 215
Мусій Ростислав 307
Нагурський Андрій 388
Наконечний Іван 317
Настенко Ольга 301, 375
Нетяга Ольга 380
Нікітенко Микола 62
Нікітін Сергій 174
Новіков Володимир 72, 102, 229, 269, 303, 390, 406
Ободович Олександр 206
Овчаров Валерій 92
Одноріг Зоряна 397
Олійник Л.П. 330
Отрошко Наталія 174
Паляниця Любов 176, 180
Панченко Ю.В. 162
Панчишин Т.М. 297
Параняк Надія 311
Патрій Наталя 107
Педорич І.П 181
Петрушка Ігор 326, 338
Петрушка Катерина 326
Пірський Ю.К. 292, 297
Пітак Інна 365
Пітак Олег 365
Піх Зорян 180
Погорілий Тарас 104
Подобій Олена 110, 192
Подольчак І.І. 373
Половкович С. 229
Полюжин Ігор 94
Полюжин Любов 178
Попівчак Христина 398
Поплєвскі Гжегож 54
Попова Інна 324
Попович Олена 384, 386
Потапов Володимир 170, 174,
Почапська Ірина 388
Пузирна Любов 320
Пур Давар Ростами 200
Пшинко Галина 320
Райко Валентина 288
Райчук Ніна 192
Рачій Богдан 307
Рильський Олександр 382
Римар Тетяна 119, 317
Рогальський Сергій 280
Рокицька Валентина 204
Романів Анна 311
Романько Сергій 48
Романюк Ольга 355
Руденок М.В. 90
Рябцев Геннадій 114
Сабадаш Віра 395
Сакалова Галина 400
Салабай Ірина 187
Самборський В. 229
Свєткіна Олена 305, 380
Святогор А.В 292
Семенишин Євген 119
Семенюк Ігор 307
Семенюк М.В. 38
Семенюк Наталія 242, 244
Середа Андрій 400
Сидоренко Віталій 206
Симак Дмитро 212
Сингаєвський В. 229
Скворцова Тетяна 404
Скорецька І. 46
Скорохода Володимир 242
Слесарчук М. 229
Слободянюк Катерина 135
Слюзар Андрій 103
Слюсар Віра 384, 386, 400
Смирнов Василь 301
Снєжкін Юрій 100, 211, 290
Чеканський Богдан 94, 121
Червінський Тарас 369
Чернигевич Ігор 242
Чернявська Тетяна 280
Четвержук Я. 225
Чобіт М.Р. 160, 162

Созанський Мартин 299
Соколова Ліна 92
Сорокова Наталія 62
Сороковий Родіон 62
Стадницька Н.Є. 269
Стаднік Віталій 299
Станіславчук Оксана 210
Степанова Олеся 208
Стороженко Віталій 301
Сторчун Євген 232
Сусь Любов 172
Сухацький Юрій 88
Тарасова Ганна 380
Тарасюк Оксана 280
Терзієв С.Г. 194
Тертишна Олена 275
Тертишний Олег 92
Тимофіїв Сергій 48
Типіло Ірина 322
Товажнянський Леонід 116
Токарев В.С. 160
Тузяк Віра 367
Тупчієнко О.С. 297
Уланов Микола 309
Уланов Михайло 309
Устянич Анатолій 60
Устянич Євген 60
Фігурка Оксана 102
Хавунко Оксана 184
Хамула Наталія 186
Харандюк Тетяна 176
Хлібишин Юрій 388
Хованець Галина 184
Хом'як Семен 102, 103
Хоміцька Галина 72
Хомічак Л.М. 80
Хропот Оксана 303, 406
Цейтлін Мусій 288
Цюпко Федір 94
Цюра Надія 217
Чайківська Руслана 299
Чалаєв Джамалутдін 100, 309, 313
Чопик Наталія 244
Шапар Раїса 84, 100
Шапорев Валерій 365
Шах Юрій 72
Шахновський Аркадій 54
Швед Олекса 390
Швед Ольга 390
Шевчик Леся 355
Шемелинець Інеса 338
Шендрік Тетяна 363
Шепіда Маряна 172
Шибанова А.М. 373
Шимонович Микола 215
Шаповал А.А. 90
Шаповал І.О. 90
Шаповал Павло 299
Шаповал Степан 311
Шиян Галина 72
Шматок Олексій 313
Шунков Василь 320
Юсеф Альхурі 198
Юсупова Лоліта 92
Юхименко Микола 375
Якимечко Ярослав 121
Яковенко Євгенія 232
Янаков Валерій 82
Яровий Ігор 190
Ятчишин Йосип 299

SPONSORS AND PARTNERS

СПОНСОРИ ТА ПАРТНЕРИ

INTERSED UKRAINE
CAD/CAM/CAE/PDM
комплексные решения

ТОВ «Інтерсед Україна»

02091, Україна, м. Київ, Харківське шоссе, 152, оф. 433

Тел.: (044) 585-32-10

E-mail: cad@intersed.kiev.ua

www.intersed.kiev.ua

З 1998 року «Інтерсед Україна» поставляє найпередовіші комплексні рішення по автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва для підприємств України.

«Інтерсед Україна» є авторизованим реселлером Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp. на території України.

Більш п'ятисот науково-дослідних, промислових, енергетичних, інжинірингових підприємств різної форми власності, масштабу і сфери діяльності є нашими клієнтами і партнерами. Сертифіковані співробітники з багаторічним досвідом впровадження, налаштування та підтримки продуктів SOLIDWORKS допомагають підприємствам та компаніям використовувати найсучасніші технології.

«Інтерсед Україна» допомагає впровадити програмне забезпечення SOLIDWORKS в навчальних закладах, що дозволяє студентам отримати знання та практичні навички для роботи в середовищі SOLIDWORKS. Унікальні навчальні програми та можливість отримання сертифікації студентів вже використовують більш 50 вищих навчальних закладів в Україні.

За всіма питаннями придбання та впровадження програмного забезпечення на основі SOLIDWORKS та партнерських програм, звертайтеся до «Інтерсед Україна».

Intersed Ukraine LLC

02091, Ukraine, Kyiv, Kharkivske Sh., 152, office 433

Phone: (044) 585-32-10

E-mail: cad@intersed.kiev.ua

www.intersed.kiev.ua

Since 1998, "Intersed Ukraine" supplies the most advanced integrated solutions for automation of design and technological preparation of production for the companies of Ukraine.

"Intersed Ukraine" is an authorized reseller of Dassault Systèmes SOLIDWORKS Corp. on the territory of Ukraine.

More than five hundred scientific research, industrial, power and engineering enterprises with different ownership forms, scale and scope of activities is our customers and partners. Certified staff with years of experience in introduction, customization and support SOLIDWORKS products help enterprises and companies to use the most modern technology.

"Intersed Ukraine" helps to implement the software in schools, allowing students to gain knowledge and practical skills to work in the SOLIDWORKS environment. Unique educational programs and the possibility of passing the certification of students already use more than 50 higher educational institutions in Ukraine.

On all issues of purchasing and implementing software based on SOLIDWORKS and partner programs, please contact «Intersed Ukraine».

CADFEM Україна

www.cadfem.com.ua

Компанія КАДФЕМ Україна (CADFEM Україна). Форма власності ТОВ, з іноземною участю. КАДФЕМ Україна є провідним партнером американської компанії ANSYS, Inc. NASDAQ: ANSS в Україні, авторизованим дистриб'ютором, інженерно-консалтинговим та навчальним центром.

Головний офіс КАДФЕМ Україна знаходиться в Києві. У компанії працюють високо компетентні фахівці і менеджери.

КАДФЕМ Україна є членом глобальної інженерно-консалтингової організації TechNetAlliance (www.technet-alliance.com) і входить до складу великого Європейського інженерного холдингу.

Послуги компанії пов'язані з продажами і якісної технічною підтримкою спеціалізованого інженерного наукомісткого програмного забезпечення ANSYS і наданням широкого спектру консалтингових послуг (навчання клієнтів, розробка інженерних методик і розрахунків на замовлення, адаптація та розробки ПЗ, встановлення та налаштування високопродуктивних обчислювальних кластерів, створення інженерних ЦОД, хмарні технології вирішення інженерних завдань).

Клієнтами компанії є понад 20 організацій від великих холдингів до малих підприємств, НДІ, ВНЗ: ДП «ІВЧЕНКО-ПРОГРЕС», АТ «МОТОР СІЧ», ГПНПКГ «ЗОРЯ» - «МАШПРОЕКТ», ДП «ГИПРОКОКС», ДП КБ «ПІВДЕННЕ», СУМСЬКЕ НВО ІМ. ФРУНЗЕ, Національний університет «Львівська Політехніка», ІТТФ НАН УКРАЇНИ, Національний технічний університет «ХПІ», ІПЕ-АЕС та інші організації.

CADFEM Ukraine

www.cadfem.com.ua

Company CADFEM Ukraine, LTD. has a foreign participation. CADFEM Ukraine is the leading partner of the American company ANSYS, Inc. NASDAQ: ANSS in Ukraine, authorized distributor, engineering consulting and training center.

Head office of the CADFEM Ukraine located in Kyiv, Ukraine. The company employs highly competent professionals and managers.

CADFEM Ukraine is a member of the global engineering and consulting organization TechNetAlliance (www.technet-alliance.com) and is the part of a large European engineering holding.

Our services are related to sales and quality technical support specialized knowledge-based engineering software ANSYS and provide a wide range of consulting services (education customers, the development of engineering techniques and calculations in order, and adaptation of software development, installation and configuration of high-performance computing clusters, creation of engineering data centers , cloud solving engineering problems).

Customers include more than 20 organizations from large holdings to small enterprises, research institutes, universities, SE «Ivchenko-Progress», JSC «Motor Sich», HPNPKH «DAWN» – «Mashproekt» SE «Giprokoks», SE CB «South» SUMSKE NPO of Frunze, Lviv Polytechnic National University, Institute of Engineering Thermophysics NAS UKRAINE, National Technical University «KPI», IEE-AES and other organizations.

SEEN HOLDING Sp. z o.o.

Сєнніцька 29, 04-394, Варшава, Польща

seen@seen.pl

www.seen.pl

SEEN Holding Group була створена в 2007 році з кількох інженерних компаній, які вже були на ринку більше 60 років. Ідея прийшла від співпраці головного акціонера і директора компанії, Рафала Ліпінського і фінансового інвестора від Carlo Tassara Group, відомого в Польщі як засновника банку Alior. Їх мета полягала в тому, щоб створити визначальну групу, здатну обробляти складні інвестиції в секторах водопостачання, каналізації та міських стічних вод і промислових, технологічних та санітарно-технічного обладнання.

Група складається з декількох компаній:

Seen Technologie sp. z o.o.

Компанія комплексно виконує природоохоронні об'єкти. Протягом більше двадцяти років Seen Technologie є активною на внутрішньому ринку, а також за кордоном, що спеціалізується на: технологіях очищення води, технології очищення стічних вод, управління відстоєм для муніципалітетів, електростанції і промислових підприємств.

Instal Warszawa S.A.

Компанія є однією з найстаріших компаній, що спеціалізуються на будівництві та інсталляціях в Польщі. Компанія заключає різні контракти в Польщі і за кордоном вже більше 60 років. Компанія виконує складні реалізації, такі як: управління водними та стічними водами, утилізація відходів, промислові об'єкти, технології басейнів, кондиціонування і вентиляція, нагрівання та охолодження, технологічні установки.

SEEN HOLDING Sp. z o.o.

Siennicka 29, 04-394, Warsaw, Poland

seen@seen.pl

www.seen.pl

SEEN Holding Group was established in 2007 from several engineering companies which had been on the market for over 60 years. The idea came from the cooperation of the major shareholder and CEO of the company, Rafał Lipiński, and the financial investor from Carlo Tassara Group, known in Poland as the creator of Alior Bank. Their purpose was to create a capital group able to handle complex investments in the sectors of water, sewage and municipal wastewater management, and industrial, process and sanitary installations.

The group consist of several companies:

Seen Technologie sp. z o.o.

The company comprehensively executes environmental facilities. For more than twenty years Seen Technologie is active on domestic market, as well as abroad, specializing in: water treatment technologies, waste water treatment technologies, sludge management for municipalities, power plant and industrial companies.

Instal Warszawa S.A.

The company is one of the oldest companies that specialize in construction and installation in Poland. It has been completing various contracts in Poland and abroad for over 60 years now. The company executes complex realizations such as: water and sewage management,waste management, industrial facilities, pool technologies, air-conditioning and ventilation, heating and cooling, process installations.

BPBK

BPBK is a design office with over 60 years of tradition, extending the scope of the Holding

BPBK

BPBK є конструкторським бюро з більш, ніж 60-річною традицією, розширюючим сферу послуг Холдингу для залучення інвестиційного проекту з охорони навколишнього середовища в самому широкому сенсі цього слова. Бюро може похвалитися численними посиланнями дизайну, серед яких: очисні споруди, водопостачання і каналізація, технології промислового водопостачання.

Seen Holding є першою польською технологічною компанією, що має:

- Досвід роботи - більше 60 років на ринку,
- Посилання - близько 1500 реалізацій,
- Інженерний персонал - понад 50 інженерів,
- Проектне бюро - команда з 40 дизайнерів та інженерів-технологів,
- Капітал - частка капіталу в розмірі понад 50 млн PLN

Намір компанії SEEN Holding - організувати свої взаємодоповнюючі підприємства, з тим щоб вони могли виконувати весь інвестиційний процес, від вибору технологій шляхом розробки необхідної документації до виконання об'єктів, продуктивного їх запуску та експлуатації. Компанія приділяє особливу увагу підбору персоналу, які визначають успіх всієї організації.

У SEEN Holding працюють досвідчені інженери, які протягом своєї кар'єри зробили багато інвестицій, що стосуються будівництва промислових, стічних вод, утилізації відходів та об'єктів громадського призначення (наприклад, освітніх і спортивних центрів, офісних будівель, готелів, лікарень).

Кожна компанія групи складається з R&D відділу для задоволення потреб клієнта, а також з метою постійного розвитку групи в рамках сучасних рішень і технологій.

Основним завданням дослідницької групи є розробка інноваційних технологій, що застосовуються в промисловому будівництві, інженерній екології та великих об'єктів. Багато з науково-дослідних установ нашої компанії отримали позитивний висновок Польського агентства з розвитку підприємництва та Національний центр наукових досліджень і розробок. Деякі з наших проектів отримують додаткове фінансування з Програми інноваційної економіки, завдяки інноваційному характеру пропонованих рішень.

Company's services to include investment design for environmental protection in its broadest sense. It can boast numerous design references with regard to: water treatment plants, sewage treatment plants, water supply and sewerage systems, industrial water technology.

Seen Holding is the first Polish technology company having:

- Experience – over 60 years on the market,
- References – nearly 1500 implementations,
- An engineering staff – more than 50 engineers,
- A design office – a team of 40 designers and process engineers,
- Capital – a share capital amounting to over 50 million PLN.

The intention of the SEEN Holding company is to organize its complementary businesses, so that they can carry out the entire investment process, from the selection of technologies through the development of the necessary documentation, to the execution of facilities, the performance of their start-ups and their operation. The company pays particular attention to the selection of its employees who determine the success of the entire organization.

Seen Holding employs experienced engineers, who during their careers accomplished many investments concerning construction of industrial, wastewater, waste management and public facilities (such as educational and sport centers,office buildings, hotels, and hospitals).

Each company of the group consist of R&D department to meet client's needs, and with a view to constant development of the group in scope of modern solutions and technology.

The main task of the research team is to develop innovative technologies applicable in industrial construction, environmental engineering and large facilities.

Many of our company's research facilities received a positive opinion of Polish Agency for Enterprise Development and the National Centre for Research and Development. Some of our projects obtained additional funding from the Innovative Economy Programme, thanks to innovative character of the proposed solutions.

Товариство з Обмеженою Відповідальністю Науково-Виробниче Підприємство «Техноваги»

79066, м.Львів, вул. Надійна, буд.3

032-245-19-19

office@waga.com.ua

www.waga.com.ua

Науково-Виробниче Підприємство “Техноваги” - єдине в Україні, що є розробником та виробником ваг у діапазоні від лабораторних до вагонних.

Засноване у 2002 році, у 2011 р. побудувало власний сучасний новий завод у Львові, чим збільшило виробничі площі до 7000 кв.м, що дозволяє застосувати сучасні виробничі технології, значно наростити виробничу потужність. Маючи штат висококваліфікованих інженерів, конструкторів, програмістів (який становить четверту частину від усього колективу) підприємство забезпечує поєднання високої якості продукції та оптимальних цін. Наші спеціалісти здійснюють монтажні та пусконалагоджувальні роботи по всій Україні, а сервісні центри, що розміщені у всіх регіонах України, забезпечують гарантійне та післягарантійне обслуговування ваг виготовлених чи проданих НВП „Техноваги”. Усі комплектуючі та запасні частини є в наявності на нашому складі у Львові, тому проведення ремонтних робіт проводиться у максимально короткі терміни.

Ваговимірювальне та дозуюче обладнання виробництва «Техноваги» експортується у Польщу, Литву, Латвію, Словаччину, Румунію, Молдову, Казахстан, Грузію, Білорусь та ін.

Research and Production Enterprise "Technowagy" Ltd.

79066, Ukraine, Lviv, Nadiyna Str., 3

032-245-19-19

office@waga.com.ua

www.waga.com.ua

Research and Production Enterprise "Technowagy" Ltd. - the only enterprise in Ukraine, which develop and manufacture scales ranging from laboratory balances to the railway scales.

The company was founded in 2002. In 2011 it built its own new modern plant in Lviv, that increased production space to 7000 square meters and allowed to apply modern production technologies and significantly ramp up production capacity. With a staff of highly skilled engineers, designers, programmers (which is a quarter of the entire group), company provides a combination of high quality products and the best prices.

The plant manufactures weighing and dosing equipment, packaging, medical equipment, calibration weights, testing equipment and so on.

Company is supplying not only local weighting system or production equipment, but also combines technological modules in systems and production lines, developing accounting systems of raw materials and finished products.

"Technowagy" Ltd. is the exclusive representative of "Radwag" (Polish manufacturer of weighing equipment) in Ukraine.

Підприємство має усі необхідні сертифікати на продукцію (в т.ч. і вибухонебезпечного виконання) та ліцензії на виконання будівельних і монтажних робіт, отримало Сертифікат відповідності системи управління якістю вимогам ДСТУ ISO 9001:2015.

Серійно випускається та продається наступне обладнання:

- Автомобільні та вагонні ваги статичного та динамічного зважування.
- Дозатори, пакувальні автомати для насіння, кави, порошків, фасувальні машини та інші.
- Ваги платформні, низькопрофільні, палетні, рейкові, з рольгангами, ваги – рокла, ваги-візок, конвеєрні, лабораторні та ін.
- Калібрувальні гирі.
- Контрольно-сортувальні машини (чеквеєри).

Підприємство поставляє не тільки локальні вагові системи чи технологічне обладнання, але й об’єднує технологічні модулі у комплекси та технологічні лінії, розробляє системи обліку сировини та готової продукції, використовуючи ліцензійне програмне забезпечення системи SCADA “TRACE MODE” та власне програмне забезпечення.

НВП «Техноваги» є ексклюзивним представником фірми “Radwag” (польського виробника ваговимірювального обладнання) в Україні.

BENTELER Distribution Ukraine

ТзОВ «Бентелер Дібтріб'юшн Україна»

79035, Україна, Львів, вул. Зелена 131,

Тел. +38 032 242 08 69

E-mail: office@benteler.com.ua

www.benteler.com.ua

BENTELER Distribution це компанія, що займається постачанням стальних труб та інших виробів зі сталі найвищої якості. Зі своєю світовою дистрибуційною та логістичною мережею, компанія є одним з провідних дистриб'юторів на міжнародному ринку. Додатково до повного спектру вуглецевих стальних та корозійностійких труб, ми пропонуємо нашим клієнтам всебічний та доповнюючий сервіс. Цей спектр варіюється від технічного сервісу та логістичної концепції до глобальних проектів та спеціального сервісу, що пропонується глобальним клієнтам.

Наші клієнти, працюючи в різних сегментах ринку і з широким спектром вимог до матеріалів, вимагають передвиробничий контроль послуг та продукції BENTELER Distribution. Ми бачимо себе сервісним постачальником: Наша мета - це зміцнення Вашої конкурентоздатності з високою якістю продукції та послуг.

Завдяки розподіленню та організації продажів BENTELER Distribution обслуговує практично всі сегменти ринку та підтримує тісну співпрацю між філіалами. Це дає змогу полегшити спілкування з виробниками стальних труб по всьому світу, а також ділитися знаннями в рамках групи BENTELER. Це дозволяє нам розвивати всебічне розуміння Ваших вимог та впроваджувати останні технічні розробки на ранній стадії.

BENTELER Distribution Ukraine

131, Zelena str., Lviv, Ukraine

Phone: 00 38 032 242 08 69

E-mail: office@benteler.com.ua

www.benteler.com.ua

BENTELER Distribution is a stockholding company for steel tube products. With its worldwide distribution and logistics network, the company is one of the leading distributors on the international market. In addition to a full range of carbon steel tubes and stainless steel tubes, we offer our customers comprehensive processing and supplementary services. These range from technical product services and logistic concepts to global sourcing and provision projects to special service offers for global accounts.

Our customers operate in various market segments and with their wide range of requirements in regard to the material, dictate its pre-fabrication and provision of BENTELER Distribution's range of services. We see ourselves as a service provider through and through: Our goal is to strengthen your competitive position with high quality products and customized services.

The distribution and sales organization of BENTELER Distribution caters to market segments and supports the close collaboration between the subsidiaries. It also facilitates dialog with steel tube manufacturers worldwide and the transfer of knowledge within the BENTELER-Group. This enables us to develop a comprehensive understanding of your requirements within the industry sector and to pursue the latest technical developments at an early stage.

Наше видавництво – одне з провідних академічних видавництв України

Навчальна, наукова, науково-популярна, довідкова література з різних галузей знань

повний каталог видань, зміст, анотація та передмова до кожної книги

можливість придбати книги через нашу Інтернет-сторінку

розповсюдження книг за системою «Друк на вимогу»

Зареєструйтеся на сайті та отримуйте свіжу інформацію про книжкові новинки

Дізнайтеся більше:

http://vlp.com.ua

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING

B O O K O F A B S T R A C T S

Ukraine, Lviv, June 26–30th, 2017

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ

З Б І Р Н И К Т Е З Д О П О В І Д Е Й

Україна, Львів, 26–30 червня 2017 року

Комп'ютерне верстання Галини Сукмановської
Художник-дизайнер Уляна Келеман

Підписано до друку 15.06.2017.
Формат 60×84 1/8. Папір офсетний. Друк офсетний.
Умовн. друк. арк. 51,6. Обл.-вид. арк. 33,2.
Наклад 100 прим. Зам. 170936.

Видавець і виготівник: Видавництво Львівської політехніки
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4459 від 27.12.2012 р.

вул. Ф. Колесси, 4, Львів, 79013
тел. +380 32 2582146, факс +380 32 2582136
vlp.com.ua, ел. пошта: vmr@vlp.com.ua