



МАТЕРІАЛИ

IV Міжнародної науково-практичної конференції



Міжнародна науково-практична конференція
«**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**»

International Scientific Practical Conference
«**CHEMICAL TECHNOLOGY:
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**»

м. Шостка, 14-16 листопада 2018 року



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки збройних сил України
Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів
Публічне акціонерне товариство «Фармак»
КП «Шосткинський казенний завод «Імпульс»
Управління освіти Шосткинської міської ради
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ: НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО

МАТЕРІАЛИ

IV Міжнародної науково-практичної конференції
(м. Шостка, 14-16 листопада 2018 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2018

Редакційна колегія:

Головний редактор Буллер М.Ф., професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор.

Заступник головного редактора Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Павленко О.В., ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Члени редакційної колегії:

Лукашов В.К. – завідувач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Прожога І.В. – завідувач кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н.;

Бондар Н.Ю. – доцент кафедри економіки та управління, к.філ.н.;

Тимофіїв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.

Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Шостка, 14 - 16 листопада 2018 року. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 250 с.

Збірник містить тексти доповідей учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництв та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництв різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Доповіді учасників конференції подаються в авторській редакції.

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ
THE ORGANIZERS OF THE CONFERENCE



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE



СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
SUMY STATE UNIVERSITY



ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
SHOSTKA INSTITUTE OF SUMY STATE UNIVERSITY



ЦЕНТРАЛЬНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ОЗБРОЄННЯ ТА
ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT
OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE



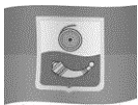
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ІНСТИТУТ ХІМІЧНИХ ПРОДУКТІВ»
STATE ENTERPRISE «STATE RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
PRODUCTS»



ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ФАРМАК»
JOINT STOCK COMPANY "FARMAK"



КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО «ШОСТКИНСЬКИЙ КАЗЕННИЙ ЗАВОД
«ІМПУЛЬС»
STATE ENTERPRISE «SHOSTKA STATE PLANT «IMPULS»



УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ ШОСТКИНСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
DEPARTMENT OF EDUCATION OF SHOSTKA CITY COUNCIL



ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ ШОСТКИНСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
EXECUTIVE COMMITTEE OF SHOSTKA CITY COUNCIL

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Чорноус Анатолій Миколайович	проректор з наукової роботи Сумського державного університету, д.ф.-м.н., професор
Чепков Ігор Борисович	начальник Центрального науково-дослідного інституту озброєння і військової техніки Збройних сил України, д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України
Астрелін Ігор Михайлович	завідувач кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології, декан хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України
Кравець Віктор Георгійович	завідувач кафедри геобудівництва та гірничих технологій інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., професор
Прокопенко Віталій Анатолійович	директор Інституту біологічної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка, професор кафедри фізичної хімії хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського, д.т.н.
Свідерський Валентин Анатолійович	завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів хіміко- технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., професор
Склабинський Всеволод Іванович	завідувач кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв Сумського державного університету, д.т.н., професор
Пляцук Леонід Дмитрович	завідувач кафедри прикладної екології Сумського державного університету, д.т.н., професор
Салачинський Томаш	редактор наукового журналу SEJEM, Інститут промислової органічної хімії, Варшава, Польща, Ph.D
Коростельов Олег Петрович	генеральний конструктор-генеральний директор Державного підприємства «Державне Київське конструкторське бюро «Луч»
Шарухо Ігор Миколайович	професор кафедри природознавства Могильовського державного університету ім.А.О.Кулешова, голова Могильовського відділу Білоруського географічного товариства, PhD, доцент
Жебровська Філя Іванівна	голова правління ВБО «Благодійний фонд «ФАРМАК», к.е.н.
Орловські Марек	науковий консультант ТОВ «РАСНЕМТЕСН», Ph.D.
Воеводка Анджей Тадеуш	професор Силезького технологічного університету, д.т.н., професор
Ханнолайнен Валерій Тойвович	головний конструктор Державного підприємства «Конструкторське бюро «Артилерійське озброєння», к.т.н.

Барткевич Вадим Петрович керівник лабораторії харчових та екологічних досліджень Інституту безпеки харчових продуктів, здоров'я тварин та навколишнього середовища "BIOR", доцент Хімічного факультету Латвійського університету, Dr.chem.

Варлан Константин Єлисейович завідувач кафедри хімії та хімічної технології високомолекулярних сполук Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончара, к.т.н. доцент

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Тугай Наталія Олександрівна директор Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.ф.н.

Шевцова Тетяна Миколаївна заступник директора з науково-педагогічної роботи Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.т.н.

Лапицький Сергій Володимирович провідний фахівець Центрального науково-дослідного інституту озброєння і військової техніки Збройних сил України, д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України

Щербань Володимир Валентинович директор Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів», к.т.н.

Кушнірук Василь Миколайович керівник департаменту з виробництва АФІ ПАТ «ФАРМАК», к.фарм.н.,

Чернов Євгеній Дмитрович директор Казенного підприємства «Шосткинський казенний завод «Імпульс»

Лукашов Володимир Костянтинович завідувач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету д.т.н., ст.н.сп., професор

Буллер Михайло Фридрихович професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету, д.т.н., професор

Акуленко Віталій Лук'янович професор кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.е.н.

Банишевський Віктор Васильович доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.т.н.

Прожога Ірина Валентинівна завідувач кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.е.н.

Худолей Георгій Михайлович завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій Шосткинського інституту Сумського державного університету. к.т.н.

Бондар Наталія Юріївна доцент кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.філол.н.

Тимофіїв Сергій Владиславович викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.т.н.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова: Закусило Роман Васильович	заступник директора з наукової роботи, доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.т.н.
Члени оргкомітету: Павленко Оксана В'ячеславівна	відповідальний секретар конференції: ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.т.н.
Новикова Ірина Федорівна	технічний секретар конференції: секретар науково-технічної ради Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів»
Вазієв Ярослав Георгійович	технічний секретар конференції: фахівець кафедри кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету
Єресь Юрій Вікторович	технічний секретар конференції, Начальник Лабораторії контролю якості АФІ ПАТ «ФАРМАК»
Середа Віта Іванівна	викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.т.н.
Мануйлович Юрій Миколайович	викладач кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету, к.е.н.
Мозок Євген Миколайович	асистент кафедри системотехніки і інформаційних технологій Шосткинського інституту Сумського державного університету
Базиль Світлана Михайлівна	провідний фахівець відділу доузівської підготовки Шосткинського інституту Сумського державного університету
Ремесник Тетяна Ігорівна	фахівець кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту Сумського державного університету
Сердюк Іван Вікторович	фахівець відділу комп'ютерного обслуговування Шосткинського інституту Сумського державного університету

SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE CONFERENCE

Anatolii M. Chornous	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Vice-Rector for Scientific Work of Sumy State University
Ihor B. Chepkov	Doctor of Technical Science, Professor, Honored Worker of Science, Head of the Central Research Institute of Weapons and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine
Ihor M. Astrelin	Doctor of Technical Science, Professor, Head of Technology Inorganic Substances and General Chemical Technology Department, Dean of the Faculty of Chemical Engineering of National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Viktor H. Kravets	Doctor of Technical Science, Professor, Head of Geobuilding and Mining Technology Department of the Institute of Energy Saving and Energy Menegement of National Technical University of Ukraine “ Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Vitalii A. Prokopenko	Doctor of Technical Science, Director of F.D.Ovcharenko Institute of Biocolloidal Chemistry, Professor of Physical Chemistry Department of the Faculty of Chemical Engineering of National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Valentyn A. Sviderskyi	Doctor of Technical Science, Professor, Head of the Department of Chemical Technology of Composites of the Faculty of Chemical Engineering of National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Vsevolod I. Sklabynskyi	Doctor of Technical Science, Professor, Head of Processes and Equipment of Chemical and Petroleum-Refineries Department of Sumy State University
Leonid D. Pliatsuk	Doctor of Technical Science, Professor, Head of the Department of Applied Ecology of Sumy State University
Tomasz C. Sałaciński	Ph.D. Eng., managing editor scientific journal CEJEM, Institute of Industrial Organic Chemistry (IPO), Warsaw, Poland
Oleh P. Korostelov	Chief Designer-General Director of State Enterprise “State Kyiv Design Bureau “Luch”
Ihor M. Sharukho	PhD, Assistant Professor, Professor of Natural Sciences Department of A. Kuleshov Nogilev State University, Chairman of Mogilev Department of Belarusian Geographic Society, Mogilev, Belarus.
Filya I. Zhebrows'ka	PhD in Economic Sciences, Chairman of the Board of Charity Foundation “Farmak”
Marek Orlovski	PhD, Scientific Consultant of Ltd. PACHEMTECH Plotsk, Poland.
Andzhei T Wojewódka	PhD Eng. Prof. of Silesian University of Technology, Gliwice, Poland
Valerii T. Khannolainen	PhD in Technical Science, Chief Designer of State Enterprise “Design Bureau “Artillery Armament”
Vadym P. Bartkevych	Dr.chem., Assoc.Prof. of Chemistry Faculty of the University of Latvia, Head of the Laboratory of Food and Environmental Research Institute of Food Safety, Animal Health and the Environment “BIOR”, Riga, Latvia

Konstantyn Y. Varlan Ph.D. in Technical Science, Assoc.Prof., Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of Macromolecular Compounds of Oles Honchar Dnipropetrovsk National University.

PROGRAM COMMITTEE OF THE CONFERENCE

Nataliia O. Tuhai Ph.D. in Philosophical Sciences, Director of Shostka Institute of Sumy State University

Tetiana M. Shevtsova Ph.D. in Technical Science, Associate Director on Scientific and Pedagogical work of Shostka Institute of Sumy State University

Serhii V. Lapytskyi Doctor of Technical Science, Professor, Honored Worker of Science and Technology, a Leading Expert of the Central Research Institute of Weapons and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine

Volodymyr V. Shcherban Ph.D. in Technical Science, Director of State Enterprise "State Research Institute of Chemical Products"

Vasyl M. Kushniruk Ph.D, head of API Production Department of Joint Stock Company "Farmak"

Ievhenii D. Chernov Director of the State Enterprise "Shostka State Plant "Impuls"

Volodymyr K. Lukashov Doctor of Technical Science, Senior Research Scientist, Professor, Head of Chemical Technology of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University

Mykhailo F. Buller Doctor of Technical Science, Professor of Chemical Technology of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University

Vitalii L. Akulenko Ph.D. in Economic Sciences, Professor of Economics and Management Department of Shostka Institute of Sumy State University

Viktor V. Banyshevskiy Ph.D. in Technical Science, Assistant Professor of Chemical Technology of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University

Iryna V. Prozhoha Ph.D. in Economic Sciences, Head of Economics and Management Department of Shostka Institute of Sumy State University

Heorhii M. Khudolei Ph.D. in Technical Science, Head of System Engineering and Information Technology of Shostka Institute of Sumy State University

Nataliia Yu. Bondar Ph.D. in Philological Sciences, Assistant Professor Economics and Management Department of Shostka Institute of Sumy State University

Serhii V. Tymofiiv Ph.D. in Technical Science, Lecturer of Chemical Technology of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University

ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONFERENCE

Chairman:

Roman V. Zakusylo Ph.D. in Technical Science, Associate Director on Scientific Work of Shostka Institute of Sumy State University, Senior Lecturer of Chemical Technology

of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University

Members of Organizing Committee:

- Oksana V. Pavlenko Executive Secretary of the conference
Ph.D. in Technical Science, Senior Lecturer of Chemical Technology of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University
- Iryna F. Novykova Technical Secretary of the conference
Secretary of the Scientific and Technical Council of the State Enterprise “State Research Institute of Chemical Products”
- Iaroslav H. Vaziievh Technical Secretary of the conference
Specialist of Economics and Management Department of Shostka Institute of Sumy State University
- Yuriy V. Yeres' Technical Secretary of the conference,
Chief of API Laboratory of Quality Control of Joint Stock Company “Farmak”
- Vita I. Sereda Ivanivna Ph.D. in Technical Science, Lecturer of Chemical Technology of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University
- Yurii M. Manuilovych Ph.D. in Economics, Lecturer of Economics and Management Department of Shostka Institute of Sumy State University
- Yevhen M. Mozok Assistant to of System Engineering and Information Technology of Shostka Institute of Sumy State University
- Svitlana M. Bazyl' Leading Expert of Department of Pre-University Preparation of Shostka Institute of Sumy State University
- Tetyana I. Remesnyk Specialist of Chemical Technology of Macromolecular Compounds Department of Shostka Institute of Sumy State University
- Ivan V. Serdyuk Specialist of Computer Service of Shostka Institute of Sumy State University

СЕКЦІЯ 1

Спеціальна хімічна технологія,
виробництво боєприпасів та вибухові
роботи в промисловості

SECTION 1

Special chemical technology, production
of ammunition and boulder blasting in
industry

BADANIE WPŁYWU CIŚNIENIA HYDROSTATYCZNEGO NA STABILNOŚĆ PARAMETRÓW UŻYTKOWYCH MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH EMULSYJNYCH SEJSMICZNYCH

B. Kramarczyk^{1,2}, A. Wojewódka²
NITROERG S.A., Bieruń, Polska¹
Politechnika Śląska, Gliwice, Polska²
b.kramarczyk@nitroerg.pl

Streszczenie

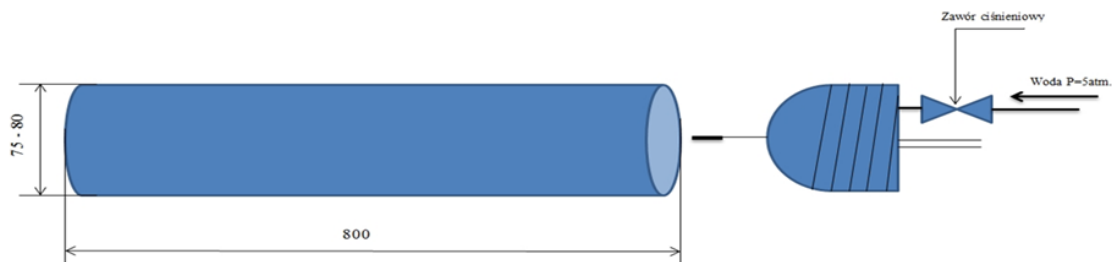
Praca dotyczy sejsmicznych, ekologicznych materiałów wybuchowych emulsyjnych (MWE). Badano skuteczność ich działania w symulowanych warunkach zawodnionego otworu strzałowego na głębokości 100 m po upływie 2 i 4 tygodni. Zaobserwowane niewielkie zmiany średnicy ładunku (początkowa 57 mm) nie miały wpływu na prędkość detonacji, która po okresie przechowywania była stabilna i wynosiła 5500 m/s. Sejsmiczne, ekologiczne MWE mogą z powodzeniem zastąpić klasyczne MW wszędzie tam, gdzie ochrona środowiska jest priorytetem.

Materiały wybuchowe, oprócz tradycyjnych zastosowań w postaci urabiania skał, są również dobrym i tanim źródłem energii sejsmicznej. Charakteryzują się wysoką energią drgań w bardzo szerokim paśmie częstotliwości i w związku z tym ułatwiają rejestrację drgań wtórnych. Najczęściej stosowanymi materiałami wybuchowymi w pracach sejsmicznych są ładunki pentolitowe i dynamit. W związku z tym, iż prace sejsmiczne są wykonywane najczęściej w głębokich i zawodnionych otworach, a same ładunki długo przebywają w stanie uzbrojonym, co może powodować uwalnianie się do środowiska naturalnego substancji toksycznych (nitrogliceryna, trotyl, dwunitrotoluen itp.), dąży się do znalezienia alternatywnych materiałów wybuchowych. W tym przypadku rozsądnym i ekologicznym rozwiązaniem stają się materiały wybuchowe emulsyjne, zwane dalej MWE. Stanowią bezpieczniejszą i ekologiczną alternatywę dla klasycznych materiałów wybuchowych np. dynamitów. Przewagą MWE jest bezpieczeństwo zarówno podczas produkcji jak i transportu oraz stosowania. Cechą charakterystyczną tych materiałów jest brak jakichkolwiek wybuchowych indywidualów w składzie. Wszystkie składniki są zemulgowane w postaci trwałej emulsji typu woda w oleju, więc nie mają możliwości przenikania do wód gruntowych, nawet w przypadku długotrwałego przebywania w zawodnionych otworach podczas inżynierskich prac sejsmicznych.

Głównym problemem podczas stosowania ładunków sejsmicznych jest ich długi czas przebywania (nawet do kilku tygodni) w zawodnionych otworach na głębokościach 50m i więcej. W związku z powyższym uzbrojone ładunki poddane są długotrwałemu działaniu wody i podwyższonego ciśnienia hydrostatycznego, a po okresie uśpienia muszą niezawodnie zadziałać dając wystarczająco silny impuls sejsmiczny. Opracowując technologie produkcji takich ładunków opartych na MWE, należy wziąć pod uwagę powyższe czynniki i odpowiednio dobrać docelową formę użytkową. Wymagania dla takich materiałów to przede wszystkim stabilna i niezmienna w czasie prędkość detonacji, która w analizowanym asortymencie powinna wynosić 5500m/s. W tym przypadku bardzo ważna jest kontrola jakości i zapewnienie badań w warunkach najbardziej zbliżonych do rzeczywistych.

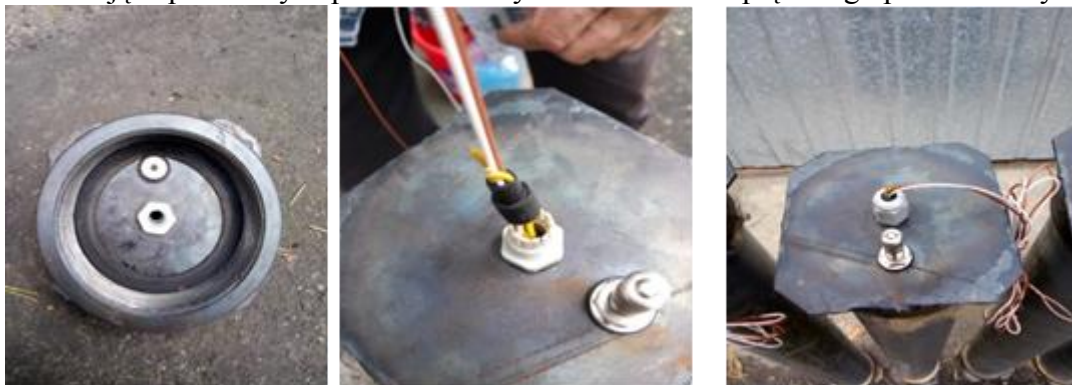
W niniejszej pracy przedstawiono metodykę badania ładunków sejsmicznych wytworzonych w firmie NITROERG S.A. Badania polegały na odwzorowaniu warunków użytkowych stosowanych u jednego z klientów tej firmy.

W NITROERG S.A. wykonano cykl badań mających na celu sprawdzenie niezawodności działania i stabilności parametrów w czasie, symulując warunki przebywania ładunków przez okres jednego miesiąca na głębokości 100m w otworze zawodzionym. Do celów badawczych wyprodukowano na instalacji 50 sztuk naboji o masie 2kg w otoczkach tworzywowych o średnicy 57mm. W celu odwzorowania warunków użytkowych wykonano specjalne jednorazowe ciśnieniowe rury wg schematu przedstawionego na Rys.1.



Rys.1. Schemat rury ciśnieniowej do badań MWE sejsmicznych

Korpus wykonany został z rury tworzywowej nagwintowanej obustronnie. Na oba końce zakręcane są zaślepki wykonane ze stali, z których jedna posiada gniazdo uszczelniające przewody zapalnika i wentyl do właczania sprężonego powietrza Rys. 2.



Rys. 2. Sposób uszczelniania kryzy i przewodów zapalnikowych

Jak widać na fotografiach (Rys. 2 i Rys. 3), uzbrojone w elektryczny zapalnik naboje sejsmicznego MWE zostały umieszczone w rurach, zalane wodą, pokrywy zostały zakręcone i napełniono rury sprężonym powietrzem pod ciśnieniem ok. 10 bar.



Rys. 3. Uzbrojony w zapalnik ładunek MWE umieszczony w rurze testowej z wodą (po prawej wytworzenie nadciśnienia w układzie za pomocą kompresora)

Przewody zapalnikowe przechodziły przez specjalny układ uszczelniający.

Tak przygotowane ładunki pozostawione zostały na okres dwóch tygodni. Po tym czasie wykonano pierwsze próby inicjacji Rys. 4. Wszystkie próbne ładunki zdetonowały.



Rys. 4. Po lewej stronie widok przygotowanych ładunków, po prawej efekt odpalenia

Jedną rurę testową rozkręcono i wyjęto z niej nabój MWE. Zauważono, że tworzywowa otoczka jest zdeformowana pod wpływem ciśnienia Rys. 5.

Deformacja występowała w miejscu, gdzie ścianka rury była najcieńsza. W związku z powyższym wykonano jedną rurę ciśnieniową, przezroczystą, celem kontroli zachowania się naboju pod ciśnieniem Rys. 6.



Rys. 5. Widoczna deformacja ładunku wyjętego z rury testowej



Rys. 6. Rura ciśnieniowa wykonana z plexi

Z obserwacji wynika, że korpus rury tylko w nieznacznym stopniu ulega odkształceniu i ciśnienia o wartości do 10 bar nie powinny mieć wpływu na zmniejszenie zdolności do detonacji poprzez zmniejszenie średnicy.

Sprawdzono również wodoszczelność układu zamknięcia ładunku i po otwarciu zauważono niewielkie ilości wody, ale nie migrowała ona w głąb struktury emulsji.

Po upływie jednego miesiąca od załadunku zainicjowano kolejne ładunki Rys. 7., przy czym dla trzech losowo wybranych rur, wykonano pomiar prędkości detonacji. Średnia wartość wynosiła 5540m/s i była zgodna z założeniami.



Rys. 7. Rura testowa zdetonowana po 30 dniach składowania pod ciśnieniem 10 bar

Z przeprowadzonych badań, można wnioskować, że starannie dobrana kompozycja MWE gwarantuje powtarzalność i stabilność prędkości detonacji. Symulowane warunki przebywania formy użytkowej materiału wybuchowego emulsyjnego sejsmicznego wraz z zapalnikiem sejsmicznym przez okres miesiąca w otworze zawodnionym na głębokości około 100m, gwarantują niezawodność zadziałania systemu. Rury tworzywowe użyte do testów po obu końcach posiadają gwinty zewnętrzny i wewnętrzny, co pozwala na skręcanie ich i w razie potrzeby tworzenie ładunków kolumnowych. Dzięki swojej strukturze zapewniają wodoodporność i braku składników toksycznych, MWE mogą z powodzeniem zastąpić klasyczne układy

materiałów wybuchowych sejsmicznych, przede wszystkim wszędzie tam, gdzie liczy się ochrona środowiska naturalnego.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВОГО ПОЛЯ ПРИ ВИБУХУ НЕЦИЛІНДРИЧНИХ ЗАРЯДІВ

А.М. Шукуров¹, В.Г. Кравець², Р.В. Закусило³

¹«Азінтерпартлайиш-Х», Баку, Республіка Азербайджан
azer.shukurov@azinterpartlayish.com

²НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна
kravets@geobud.kiev.ua

³Шосткинський інститут СумДУ, Шостка, Україна
r.zakusylo@ishostka.sumdu.edu.ua

Відомо, що збудити вибухове перетворення ВР можна наступними видами зовнішнього впливу на їхні заряди: ударною хвилею, що генерується детонатором, механічним ударом або тертям; інтенсивним нагріванням або підпалюванням променем вогню. У всіх випадках відбувається сильний розігрів локальних точок заряду, що призводить до виникнення в них екзотермічної реакції хімічного розкладання молекул ВР (або попередньої газифікації компонентів у сумішних ВР і реагуванню їх у газовій фазі між собою), в результаті чого температура різко підвищується, відбувається запалення деякої маси заряду і виникає горіння [1].

За сприятливих умов горіння самоприскорюється, переходить у нестійку пульсуючу стадію й закінчується вибухом або детонацією.

Для виникнення вибуху від впливу зовнішнього імпульсу необхідно, щоб до реакції екзотермічного розкладання була залучена деяка мінімальна маса ВР, що називається критичною. При недостатній її величині ВР згорить без вибуху. Критична маса відкритих зарядів ІВР становить частки міліграма, у БВР вона дорівнює декільком грамам, а в малочутливих їхніх видів – десяткам і навіть сотням кілограмів. Її можна істотно зменшити, якщо помістити заряд у міцну герметичну оболонку, що сприяє різкому росту тиску продуктів горіння за дуже короткий проміжок часу й утворенню ударної хвилі.

Отже, вибух будь-якої ВР фактично починається зі стадії горіння, що через якийсь час переходить у якісно інший хімічний процес – детонацію.

Вибухове горіння – нестационарний пульсуючий процес, у якому при досягненні досить високого тиску формується ударна хвиля, що призводить до нового механізму хімічного перетворення ВР у формі детонації. Ударна хвиля, що поширюється в заряді поперед зоною хімічної реакції, викликає сильне стискання із розігрівом до досить високих температур поперед лежачих шарів ВР, обумовлюючи тим самим у них хімічну реакцію з виділенням великої кількості тепла. Важливу роль у виникненні і поширенні детонації відіграють завжди наявні в порах заряду включення пухирців повітря, які при проходженні фронту хвилі адиабатично стискаються і розігріваються в ще більшій мірі, ніж ВР, виконуючи в такий спосіб роль "гарячих точок", де і виникають перші осередки реакції.

В теорії щодо механічного ефекту зосередженого заряду вважається, що його ініціювання відбувається або миттєво, або з його центру, що значно спрощує рішення [2]. В цьому разі центральна симетрія поля напружень і деформацій в оточуючому заряд середовищі при умові його ізотропності повторює

концентрично симетрію заряду в своєму розвитку, особливо в ближній зоні дії вибуху, на контакт з середовищем.

В реальних умовах детонації заряду будь-якої конструкції через послідовне переміщення в часі детонаційного фронту від ініціатора до протилежного торця заряду з наступним виходом детонаційної хвилі і відповідно продуктів вибуху на межу заряду з середовищем характер розвитку згаданих полів набагато складніший.

Вивчення надзвичайно швидкоплинних явищ в процесі детонаційного розкладу заряду вибухової речовини на стадії формування детонаційного фронту в заряді і подальшого його перетворення в ударну хвилю за межею заряду, тобто в руйнованому середовищі, можливе шляхом експериментальних досліджень, що потребують застосування сучасної вимірювальної техніки. Однак через значні витрати на такі експерименти сучасна наука надає перевагу комп'ютерному моделюванню фізичних процесів [3], залишаючи за обмеженою кількістю експериментів лише можливість встановлення достовірності результатів моделювання.

В розвиток уявлень про хвильові явища в продуктах детонації (ПД) при підриванні конічного [4] виконано комп'ютерне моделювання процесу розкладу усіченого конічного заряду. Рішення задачі поширення детонаційного процесу виконується в осесиметричній постановці з використанням рівнянь в ейлерових циліндричних координатах. Результати комп'ютерного моделювання наведено у вигляді ізоліній щільності продуктів вибуху заряду у формі усіченого конуса за умови ініціювання з вузької (рис.1,*а*) та широкої (рис.1,*б*) основ.

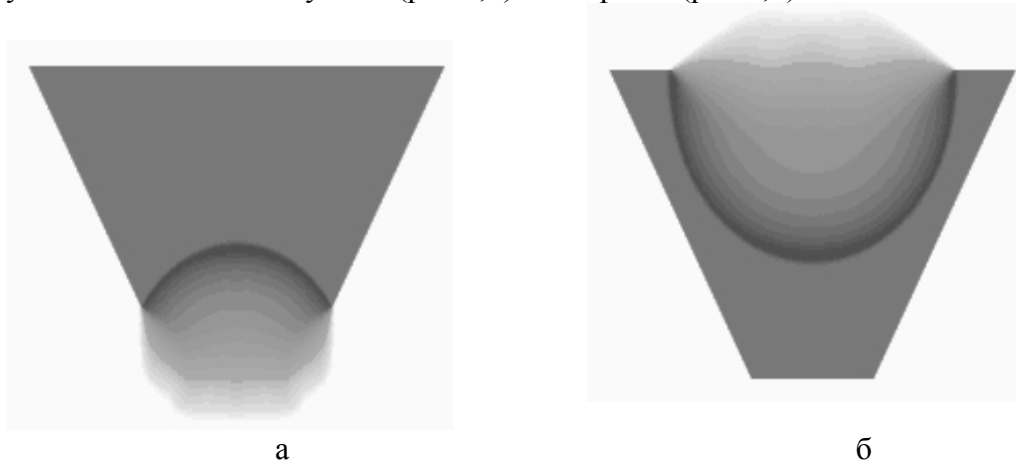


Рис.1 Початкове поле щільності продуктів детонації конічного заряду: *а* – нижній ініціатор, *б* – верхній ініціатор

Загалом аналіз розвитку силового поля показує, що його конфігурація залежить в першу чергу від форми самого заряду, маючи характерний для даної форми заряду центральний «сплеск» вздовж осі конуса. Від умов ініціювання геометрія поля практично не залежить, однак місце ініціювання є вихідним пунктом розвитку поля по заряду і далі відповідно - по середовищу. При цьому інтенсивність розвитку енергетичного поля від вибуху конусного заряду може бути значно підсилена, якщо його ініціювання відбувається з широкої основи в напрямку вузької основи усіченого конуса.

Висновки: внаслідок виконаних теоретичних досліджень отримано низку нових даних про механізм розвитку силового поля при детонації конічного заряду

і зв'язок його форми та інтенсивності з умовами прикладання ініціюючого імпульсу.

Список використаної літератури

1. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія / Р.В. Закусило, В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук / Житомир : ЖДТУ, 2011. – 212 с.

Воробьева Л.Д. Исследование влияния кумулятивного эффекта на давление в воздушном промежутке при взрыве рассредоточенного заряда /Л.Д.Воробьева// Вісник НТУУ “Київський політехнічний інститут”. Серія “Гірництво”. Зб. наук. праць. - Київ: НТУУ “КПІ”, 2005. - Вип. 12. - С. 53 - 58.

2. Марчук, А.Л. Управління механічним ефектом вибуху зарядів контактної дії [Текст] / А.Л. Марчук, А. Шукюров, В.А. Поплавський // Перспективи розвитку будівельних технологій: тези доповідей 11-й міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів (Дніпро, 26-27 квітня 2017 р.) / Національний гірничий університет – Д., 2017. – С. 39-42.

3. Zakusylo Roman. Study of intermediate detonators with a truncated conical shape / Roman Zakusylo / 15th International Conference IPOEX 2018 EXPLOSIVES: Research – Application – Safety – Materialy, Ustroń Zawodzie, Polska, 2018. - С.8-9.

THE DEVELOPMENT OF A METHOD OF MEASURING THE BURNING RATE OF PYROTECHNIC TIME-DELAY SYSTEMS OBTAINED BY DRAWING ON THE EXAMPLE OF IRON – BARIUM PEROXIDE MIXTURES

M.Gerlich, A. Wojewódka

Silesian University of Technology
44-100 Gliwice, ul. Ks. M. Strzody 7, Poland
Marcin.Gerlich@polsl.pl

Abstract

This paper presents both the method of obtaining pyrotechnic delay systems by drawing and an original method of measuring pyrotechnic compositions burning rate. The method of combustion rate measurement is based on the commonly used short circuit method, but with the use of cheaper measuring equipment.

Introduction

The application of pyrotechnic time-delay compositions boils down to wide range of mining works, demolition works and military operations. These mixtures, constituting the core of the delay system, are responsible for delaying the moment of arrival of the initiating fire stimulus to the primary explosive. Focusing the Readers' attention on civilian application (and therefore, on mining and demolition works), without delving into the blast technique, it should be noted, that the pyrotechnic compositions determine the accuracy of the delay time of detonators. The mentioned time of delay is extremely important on the basis of obtaining the largest possible amount of mined materials, characterized by optimal fragmentation [1, 2, 3].

Literature emphasizes, that the rate of combustion of the composition is influenced by a number of factors such as grain characteristics, grain morphology, compression pressure, the initiation method and the thermal conductivity of the sleeve [4, 5]. On the basis of the above information, the need to conduct in-depth analyses of pyrotechnic mixtures is evident. Unfortunately, many research institutions do not have apparatus and material facilities to conduct studies on the burning rate of pyrotechnic compositions.

Such measurements can be carried out using the light sensor – microphone system (for non-electrical detonators) [6, 7] and a current sensor - microphone, in the case of electric detonators. Therefore, there is a need to propose a method for producing time-delay systems, as well as method for measuring the pyrotechnic mixture in terms of their combustion burning rate.

Experimental

Materials

In the research work, carbonyl iron ($d_{43} = 7,94 \mu\text{m}$; $d_{32} = 4,96 \mu\text{m}$; $d_{43} = 0,44 \mu\text{m}$) and barium peroxide were used. The derivatographic and XRD studies did not show any impurities such as iron and barium peroxide. The material of the time-delay system sleeve was a 16/11 mm pipe, made of a lead alloy containing 1% wt. antimony.

Apparatus

Blinding of both ends of the lead pipe was performed using a mechanical forging machine, while the elongation of lead pipes was carried out using a circular draw plate mounted on a single-speed draw bench.

The process of determining the wall thickness of the final delay system was performed using an ultrasonic flaw detector (DMS Go+ type) manufactured by Measurements & Control. A DA312 B16 gauging probe dedicated to these purposes was used.

For the purpose of burning rate determination, the Authors has developed an original method of measuring the linear burning rate of pyrotechnic compositions, that uses a single-board microcontroller as a measuring apparatus (thus eliminating the need for a frequency meter or a high frequency oscilloscope).

The Arduino single-board microcontroller, equipped with an appropriate program defining the commands related to the appearance of low and high voltage states, has been connected to wire probes.

Methods

The drawing of lead pipes filled with the bulk density mixture was carried out using a draw bench. As the pipes were being drawn through the draw plate holes, the pipes were extended. After drawing 30 cm long pipes through the set of draw plate holes, delay fuses with a length of approx. 160 cm were obtained. The outer diameter of the final delay fuse was 6 mm.

The measurement of linear combustion speed was based on the use of a short circuit. This method was based on drilling through the diameter of the delay system and installing through the twisted pair of insulated copper wires. The thickness of the copper wires used in this research was 0.08 mm. The measurement method was based on the thermal decomposition of the wires insulation when the measuring point was reached by the combustion front. This situation was accompanied by a current flow, because voltage was applied to one of the ends of a single wire of the twisted pair. Connecting the “output” wire to the Arduino single-board microcontroller allowed the moment of starting the current flow to be determined. After the appropriate programming of the board it was possible to count the time periods between the thermal decomposition of insulation of the wires of the neighboring measurement points.

Results and discussion

The results of delay fuses wall thickness measurement, obtained with the use of ultrasonic flaw detection, are shown in Fig. 1 and Fig. 2.

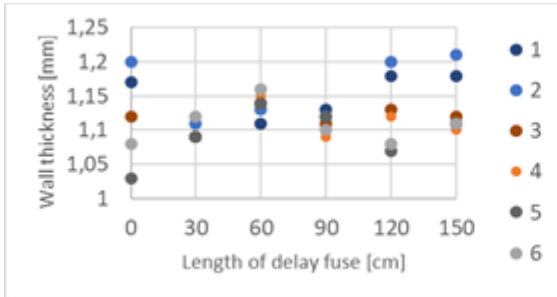


Figure 1. Thickness measurement results of the system sleeve for mixtures with iron content from 15% to 40%

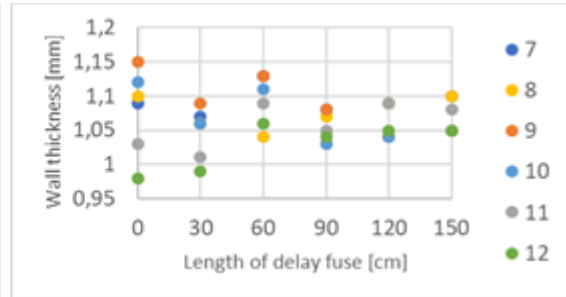


Figure 2. Thickness measurement results of the system sleeve for mixtures with iron content from 45% to 70%

In the graphs above, numbering was adopted, in which the individual numbers correspond successively to the iron content of 15%, 20%, etc. It is clearly visible that the greatest repeatability of time-delay system sleeve, that was manufactured via elongation method is obtained in the middle sector of the time-delay system.

The results of measurements of burning rate of the mixture pressed in-situ during the drawing process are shown in Fig. 3

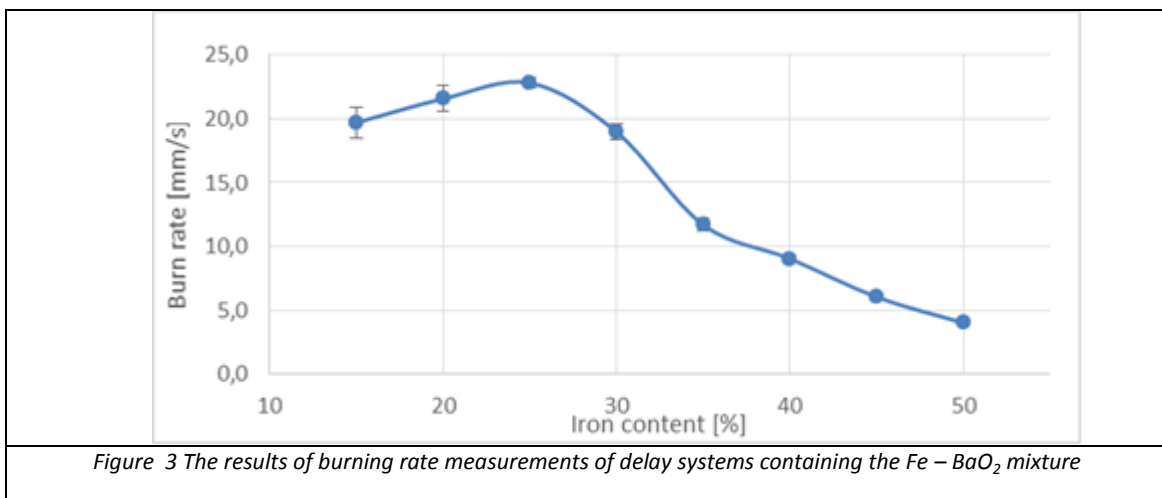


Figure 3 The results of burning rate measurements of delay systems containing the Fe – BaO₂ mixture

Conclusions

The submitted article presents a method of elaboration of mixtures in lead pipe systems using the drawing method. As demonstrated by the ultrasonic defectoscopy method, drawing method shows high repeatability in terms of the wall thickness of the final system.

The low standard deviation of the results also indicates the accuracy of the author's method of measuring the linear combustion rate. Although the short-circuit method or break wire method has been discussed before in the available literature [8], it has been shown that high-end equipment such as a frequency meter or high-frequency

oscilloscopes can be successfully replaced by programmable boards equipped with a suitable control program in C ++.

References

- 1 Stagg, Mark S. "Influence of blast delay time on rock fragmentation: one-tenth scale tests." *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment* 1.4 (1987): 215-222.
- 2 Cho, Sang Ho, and Katsuhiko Kaneko. "Rock fragmentation control in blasting." *Materials Transactions* 45.5 (2004): 1722-1730.
- 3 Kim, Myongkyu, and Yeongjae Yoon. "Method for excavating a working face by blasting." U.S. Patent No. 5,634,691. 3 Jun. 1997.
- 3 Charsley, E. L., et al. "Differential thermal analysis and temperature profile analysis of pyrotechnic delay systems: ternary mixtures of silicon, boron and potassium dichromate." *Thermochimica Acta* 35.2 (1980): 141-152.
- 5 Beck, Michael W., and Michael E. Brown. "Modification of the burning rate of antimony/potassium permanganate pyrotechnic delay compositions." *Combustion and flame* 66.1 (1986): 67-75.
- 6 Tichapondwa, Shepherd M., et al. "Calcium Sulfate as a Possible Oxidant in "Green" Silicon-based Pyrotechnic Time Delay Compositions." *Propellants, Explosives, Pyrotechnics* 40.4 (2015): 518-525.
- 7 Swanepoel, Darren, et al. "Manganese as fuel in slow-burning pyrotechnic time delay compositions." *Propellants, Explosives, Pyrotechnics* 35.2 (2010): 105-113.
- 8 Son, S. F., et al. *Burn rate measurements of HMX, TATB, DHT, DAAF, and BTATz*. Los Alamos National Lab. NM, 2000.

НИЗКОСКОРОСТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЕТОНАЦИИ В ТОНКИХ ТРУБКАХ Р.В. Закусило

Шосткинский институт Сумского государственного университета
r.zakusylo@ishostka.sumdu.edu.ua

На примере США, как ведущего потребителя промышленных ВВ и средств их взрывания, можно проследить распространение новых видов неэлектрических систем инициирования скважинных шпуровых зарядов, которые основаны на перемещении канальных ударных волн [1]. Они отличаются повышенной безопасностью, простотой использования, обеспечивают безотказное взрывание в самых сложных горногеологических условиях и позволяют составлять схемы короткозамедленного взрывания с широкими диапазонами интервалов замедлений. Наиболее известной является система "Нонель", в основе конструкции которой лежит полый пластмассовый шнур – волновод, внутренняя поверхность которого покрыта слоем взрывчатой реагирующей смеси. При инициировании эта смесь, разлагаясь в атмосфере канала волновода, образует и поддерживает независимо от его длины ударную волну (УВ), которая перемещается со скоростью около 2000 м/с.

Ударная волна в тонкой трубке несет энергию, достаточную для инициирования специального капсюля – детонатора, закрепленного на одном из концов отрезка – волновода. Уровень энергии ударной волны недостаточен для необратимого деформирования пластмассовой трубки волновода, поэтому эта трубка выполняет в первую очередь роль проводника сигнала [2].

Учитывая быстротечность исследуемых процессов в тонких трубах, которые подобны детонационным процессам в низкоскоростных взрывчатых веществах,

методически эти исследования подобны традиционным, которые базируются на использовании чувствительных датчиков и осциллографической регистрации [3-4].

Объектом исследований является цилиндрическая полиэтиленовая оболочка - трубка кругового поперечного сечения с внешним диаметром 3,2 мм, внутренним диаметром 1,3 мм. Эти значения получены с помощью микроскопа МБС-1 с 56-кратным увеличением. Длина исследуемых трубочек изменялась от 150 до 1000 мм в зависимости от цели опытов.

Физико-механические параметры материала трубки: полиэтилен с плотностью $\rho = 940 \text{ кг/м}^3$; модуль упругости $E = 0,76 \cdot 10^9 \text{ Па}$; коэффициент Пуассона $\nu = 0,4$.

Исследовались два типа полиэтиленовых трубок. Одни трубки были без внутреннего покрытия, а другие имели равномерно напыленное взрывчатое вещество (ВВ) – гексоген, напыленный на внутреннюю поверхность полости при расходе $25 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}$ длины трубки. Следует отметить, что наблюдения напыления ВВ под микроскопом указывают на наличие в нем крупинки ВВ размером до 0,3 мм при сетке их расположения около $1,8 \times 2 \text{ мм}$. В дальнейшем полиэтиленовую трубку с напыленным на внутреннюю поверхность ВВ будем называть детонирующий волновод (волновод).

Отладка методики измерений производилась с применением полиэтиленового волновода без напыления ВВ в канале. Размеры трубок составляли: длина – 1 м, внешний диаметр – 3 мм, внутренний – 1,5 мм. Пьезодатчики размерами $1 \times 1 \times 0,15 \text{ мм}$ из пьезокерамики ЦТС – 19 наклеивались на наружную поверхность полиэтиленовой трубки (рис.1).

Трубка устанавливалась на доске и изолировалась от нее поролоном размером $10 \times 10 \times 1020 \text{ мм}$. Для исключения наводок в схеме использовался антивибрационный кабель.

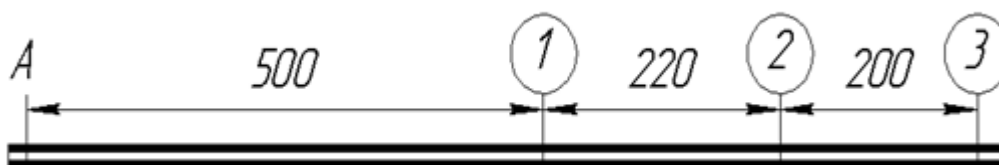


Рис.1 - Схема эксперимента с обработанной трубкой длиной 1,0м

Механический импульс генерировался электровзрывом при $U = 3 \text{ кВ}$, $C = 46 \text{ мкФ}$, что достаточно для возбуждения детонации в трубках с напыленным ВВ. Регистрация сигналов осуществлялась двулучевыми осциллографами С9–8 и С9–16 с разрешающей способностью 1 мкс.

Электровзрыв производился в точке А (рис.1); между датчиками 1 и 2 была зарегистрирована скорость волны $V = 855 \text{ м/с}$, а между датчиками 2 и 3 $V = 840 \text{ м/с}$, откуда $V_{\text{ср}} = 848 \text{ м/с}$.

После отладки измерительной методики на полиэтиленовых трубках без ВВ был испытан волновод с наружным диаметром 3,3 мм и внутренним 1,5 мм. Схема наклейки пьезодатчиков показана на рис. 2. По предварительному опыту первоначальный отрезок волновода принят длиной $l = 1 \text{ м}$.

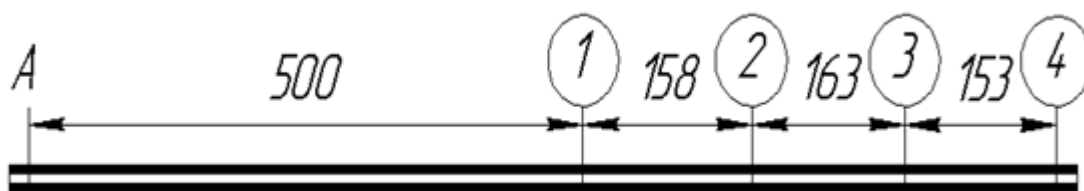


Рис. 2 - Схема опытов с серийным волноводом

При проведении электровзрыва процесс детонации наблюдался визуально до датчика 1 на расстоянии около 300 мм от электровзрыва. Измеренные скорости имеют следующие величины:

$V_{12} = 1800$ м/с; $V_{23} = 1820$ м/с; $V_{34} = 1790$ м/с. Средняя скорость сигнала составила $V_{cp} = 1803$ м/с. Визуальное наблюдение начала детонации в виде голубого свечения и постоянная скорость распространения детонации по каналу волновода после длины 0,5 м свидетельствует о более высоких параметрах начала детонационного процесса.

Усредненная скорость детонации на участке между 1 и 2 датчиком равнялась 1700 м/с. Это говорит о том, что детонационная волна распространилась по каналу тонкой трубки.

Отметим, что скорость распространения возмущений от электроразряда в отстреленном волноводе равна 1200 м.

Выводы.

Установлен механизм инициирования электровзрывом, развития и затухания фронта ударной волны в тонкой пластмассовой трубке малого диаметра без напыленного ВВ и формирования детонационного процесса по длине волновода с напыленным слоем ВВ. Зафиксированы моменты его зарождения и нарастания скорости детонации до максимума на участке длиной 0,5 м (зона разгона) с поддержанием ее на постоянном уровне по всей длине в пределах значений (для исследуемых образцов) около 1000 м/с. На выходе ударной волны из торца волновода пик давления на фронте составляет $\sim 2,5$ МПа при временах нарастания и спада давления соответственно 1-2 мкс и 150 мкс.

Постоянная скорость перемещения сигнала или фронта детонации около 1800 м/с устанавливается в тонкой трубке волновода после длины 0,5 м.

Список использованных источников

1. Барон В.Л., Кантор В.Х. Техника и технология взрывных работ в США. // М.: Недра, 1989. – 376 с.

2. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія. Житомир : ЖДТУ, 2011. – 212 с.

3. Кравець В.Г., Демещук В.Л. Влияние геометрических и энергетических параметров инициатора на механизм развития детонации в удлиненном заряде // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": 36. наук, праць. - К.: НТУУ "КПІ": ЗАТ "Техновибух". – 2002. – Вип. 7. – С. 64–71.

4. Воеводка А. Забезпечення оптимального режиму детонації свердловинних зарядів шляхом застосування подовжених ініціаторів / А. Воеводка, В.Л. Демещук // Проблеми Охорони праці в Україні: Зб. наук. праць. – 2002. – № 5. – С.41–48.

PROJEKTOWANIE I BADANIE MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH TYPU ANFO

A.Wojewódka, K.Olczak, M.Gerlich

Silesian University of Technology

Andrzej.Wojewodka@polsl.pl

Streszczenie

Praca dotyczy projektowania i badania materiałów wybuchowych (MW) typu ANFO. Obliczono parametry termodynamiczne tych MW stosując równanie stanu gazu rzeczywistego Hirschfeldera-Roseveare'a. Zmierzono prędkość detonacji aktywowanych ANFO inicjowanych zespołem 1 ZE + 1 HC-40 w rurach PCV 0,05/0,075 m. Wyznaczono względną zdolność do wykonania pracy przy pomocy wahadła balistycznego oraz w bloku ołowianym Trauzla. Kruszość zbadano metodą Hessa.

Wprowadzenie

Najprostszymi i najpowszechniej stosowanymi w górnictwie światowym materiałami wybuchowymi (MW) są granulowane MW typu ANFO (saletrol). Znane materiały wybuchowe tego typu składają się zwykle z utleniacza (NH_4NO_3) i materiału palnego (zwykle oleje). Rozpowszechnianie saletroli w praktyce wiąże się z ich zaletami: prostotą składu oraz dużym bezpieczeństwem w produkcji i stosowaniu. Jednakże saletrole posiadają również szereg wad. Najistotniejszą z nich jest niewielka zdolność do detonacji wyrażająca się stosunkowo dużą średnicą krytyczną, małą prędkość detonacji i niewielka wrażliwość na inicjowanie.

W zależności od celu i warunków użycia, MW powinien charakteryzować się odpowiednią prędkością detonacji, efektem energetycznym, zdolnością do wykonywania pracy i odpowiednimi wartościami innych charakterystyk wybuchowych.

W minionych latach wielokrotnie podejmowano wysiłki, aby lepiej dopasować saletrole do zmiennych potrzeb techniki strzelniczej i stworzyć nowe możliwości ich zastosowania [1,2]. Współczesne światowe trendy rozwiązania tych problemów opierają się na modyfikacji „słabych” materiałów wybuchowych. Jednym z nich jest wprowadzenie właściwego sensybilizatora, celem aktywacji takich MW. Problem ten zwykle rozwiązuje się poprzez aktywowanie saletroli: dodatkami materiałów wybuchowych, dodatkami substancji palnych (niewybuchowych) bądź metodami fizycznymi. Na bazie doświadczeń wyniesionych z badań nad saletrotami (mieszaniny azotanu amonu z trinitrotoluenem) postanowiono przyjąć trotyl jako czynnik odpowiedni do aktywowania saletroli.

Skład procentowy MW ustala się zwykle w oparciu o założenie zerowego bilansu tlenowego. Z ekologicznego punktu widzenia, utrzymanie zbliżonego do zera bilansu tlenowego jest jak najbardziej pożądane, głównie ze względu na zminimalizowane ilości toksycznych składników gazów postrzałowych. Stwierdzono eksperymentalnie, że większość charakterystyk wybuchowych osiąga maksimum przy zerowym bilansie tlenowym.

Wiele praktycznych problemów dotyczących technik strzałowych i bezpieczeństwa pracy z MW, rozwiązuje się wykorzystując przybliżone charakterystyki energetyczne materiałów wybuchowych.

Obliczenie charakterystyk wybuchowych MW jest sprawą skomplikowaną, ponieważ w obliczeniach należy uwzględnić termodynamikę gazu rzeczywistego, zmieniające się warunki równowagi zachodzenia reakcji chemicznych, jak również zależność pewnych własności fizycznych gazów postrzałowych od temperatury – przy

czyż temperatura z kolei zależna jest od składu gazów postrzałowych. Istnieją jednak odpowiednie programy, przy pomocy których można takie charakterystyki obliczyć w oparciu o przyjęcie odpowiedniego równania rozkładu MW. Istnieje wiele różnych równań stanu dla gazowych produktów wybuchu [3-12]. Dla typowych górniczych MW, zaleca się równanie stanu Hirschfeldera-Roseveare'a (HR) [3].

Przyjmując równanie stanu HR, jako podstawowe charakterystyki wybuchowe MW wyznaczono: ciepło wybuchu, idealną pracę wybuchu, objętość właściwą produktów detonacji (PD).

Dla wyznaczonych składów o zerowym bilansie tlenowym wykonano pomiary: prędkości detonacji z użyciem precyzyjnego miernika czasu. Dla wybranych materiałów wyznaczono względną zdolność do wykonywania pracy oznaczoną przy pomocy wahadła balistycznego oraz w bloku ołowianym Trauzla, kruszność oznaczoną metodą Hessa jak również wrażliwość na uderzenie oznaczoną metodą Kasta, dla układów zawierających w składzie olej wyznaczono chłonność olejową.

W eksperymencie zastosowano granulowany, porowaty azotan amonu ze względu na znaczeni rozwinięta powierzchnię właściwą, a w związku z tym na umożliwienie lepszego kontaktu pomiędzy reagentami podczas przemiany wybuchowej.

Przy sporządzaniu materiałów zastosowano jednostadiowy proces mieszania na zimno, co znacznie skróciło oraz uprościło operację technologiczną otrzymywania materiałów wybuchowych. Otrzymano mieszaniny wybuchowe bezpieczne w operowaniu nimi przy równoczesnej dogodności doprowadzenia ich do przemiany wybuchowej.

Struktura stosowanych w badaniach surowców uniemożliwiała samoczynne przemieszczanie się kompozycji, co miało znaczący wpływ na stabilność fizyczną MW.

Zasadniczo praca miała na celu ustalenie wpływu dodatku aktywatora (trinitrotoluenu) na własności wybuchowe saletroli, uzyskanie ekologicznego (mały stopień emisji toksycznych gazów) i ekonomicznego, a zarazem charakteryzującego się odpowiednimi parametrami strzelniczymi materiału wybuchowego na bazie azotanu amonu, oleju napędowego i trinitrotoluenu.

Przedstawienie wyników

Podstawowym założeniem, które przyjęto podczas opracowywania składów MW był zerowy bilans tlenowy kompozycji. Równowaga tlenowa teoretycznie zapewnia maksymalną energetyczność MW oraz występowanie w produktach wybuchu minimalnych ilości tlenku węgla i tlenków azotu. Zawartość trotylu w materiale zmieniano proporcjonalnie od składu typowego saletrolu (0% TNT) poprzez 1,0; 3,0; 6,0; 10,0; 15,0% TNT, aż do składu saletrolu napędowego. W celu określenia wpływu trotylu wyznaczono również składy materiałów zawierających wyłącznie azotan amonu i TNT (o takiej samej ilości TNT jak w przypadku układów azotan amonu – olej napędowy – trotyl). W związku z tym, że bilans tlenowy tych ostatnich był różny od zera, przeprowadzono dla nich tylko teoretyczne obliczenia niektórych parametrów wybuchowych. Rezultaty obliczeń składów zamieszono w Tabeli 1.

Dane uzyskane podczas obliczeń numerycznych były punktem wyjścia do przeprowadzenia dalszych prac badawczych.

Tabela 1. Skład procentowy i bilans tlenowy badanych mieszanin wybuchowych

Oznaczenie MW	Skład [% masowe]			Bilans tlenowy [%]
	Azotan amonu	Olej napędowy	Trotyl	
MW1	94,4	5,6	0,0	0

MW2	93,7	5,3	1,0	0
MW3	92,2	4,8	3,0	0
MW4	90,0	4,0	6,0	0
MW5	87,0	3,0	10,0	0
MW6	83,3	1,7	15,0	0
MW7	78,7	0,0	21,3	0
MW8	99,0	0,0	1,0	5,9
MW9	97,0	0,0	3,0	10,6
MW10	94,0	0,0	6,0	14,4
MW11	90,0	0,0	10,0	17,2
MW12	85,0	0,0	15,0	19,1

Dla wszystkich składów (MW1-MW12) dokonano obliczeń wybranych parametrów użytkowych MW zakładając równanie Hirschfeldera-Rosevearea (HR) [3]. Obliczono objętość właściwą produktów wybuchu, ciepło i idealną pracę wybuchu. Wyniki przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki obliczeń badanych mieszanin wybuchowych

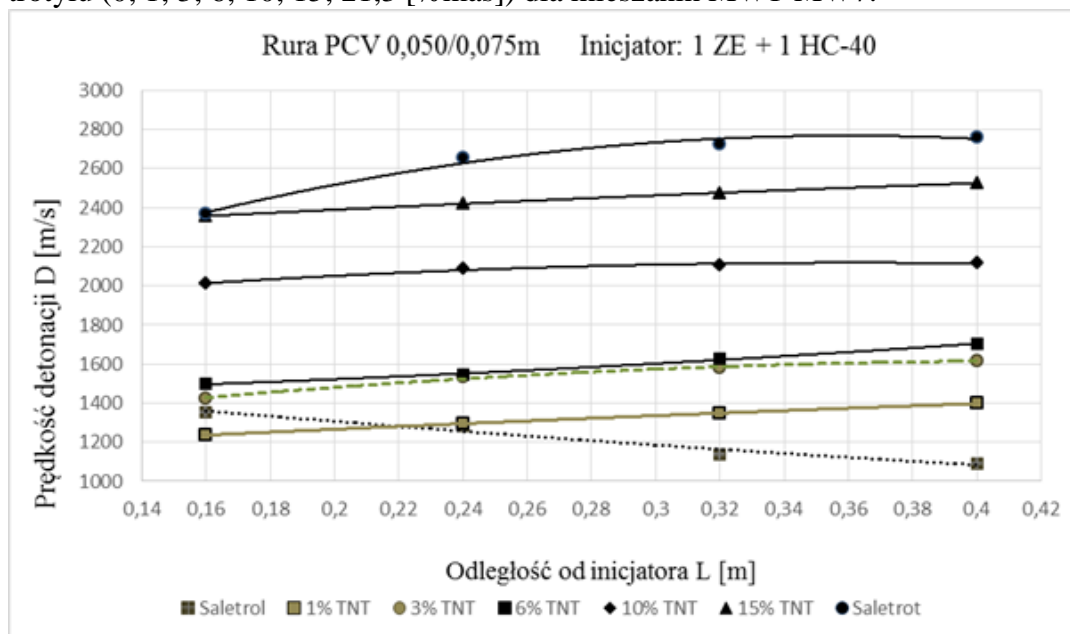
Oznaczenie MW	Objętość właściwa produktów [dm ³]	Ciepło wybuchu [kJ/kg]	Idealna praca wybuchu [kJ/kg]
MW1	975,3	3721,4	3092,9
MW2	970,5	3753,6	3116,8
MW3	963,4	3795,7	3148,5
MW4	951,4	3869,9	3203,6
MW5	937,1	3954,0	3266,7
MW6	918,1	4070,2	3352,9
MW7	892,5	4230,6	3470,1
MW8	976,3	1579,8	1352,0
MW9	968,0	1841,3	1569,3
MW10	955,6	2233,6	1891,1
MW11	939,1	2756,6	2314,7
MW12	918,4	3410,4	2832,6

Analizując zależności teoretycznie wyznaczonych parametrów wybuchowych (objętości właściwej produktów wybuchu, ciepła przemiany wybuchowej oraz idealnej pracy wybuchu) od zawartości procentowej trotylu w składzie materiału, stwierdzono, że pod względem energetyki procesu układy trójskładnikowe o określonej zawartości trotylu charakteryzują się znacznie wyższymi wartościami niż mieszaniny dwuskładnikowe o takiej samej zawartości trotylu. W Tabeli 2 można zaobserwować większe wartości ciepła i idealnej pracy wybuchu aktywowanych saletroli, w

porównaniu z powszechnie stosowanymi saletrotami pomimo takiej samej zawartości TNT. Jedyne objętość właściwa produktów wybuchu MW1-MW7 jest mniejsza w stosunku do objętości produktów MW8-MW12, co można między innymi wytłumaczyć większą ilością niekorzystnych, toksycznych gazów związaną z różnym od zera bilansem tlenowym mieszanin oznaczonych MW8-MW12.

Oznaczono również wpływ ilości trotylu na wartość średniej prędkości detonacji w funkcji odległości od układu inicjującego (1 ZE + 1 HC-40), na długości naboju, dla wszystkich (z bilansem tlenowym równym zero) wyznaczonych składów MW. Ze względu na wpływ zespołu zapalczego na wartość prędkości detonacji na pierwszej sondzie, wartości te zostały pominięte, a wyniki przedstawiono od drugiej sondy. Oznaczenie wykonano wg PN-EN 13631-14:2005 [13]. Zasada oznaczenia polegała na pomiarze czasu przejścia fali detonacyjnej przez określony odcinek ładunku.

Na Rys.1 przedstawiono zależność prędkości detonacji D w funkcji odległości L od inicjatora (na długości naboju) dla materiałów wybuchowych o różnej zawartości trotylu (0; 1; 3; 6; 10; 15; 21,3 [%mas]) dla mieszanin MW1-MW7.



Rys.1. Zależność prędkości detonacji od odległości inicjatora (na długości naboju) dla różnych zawartości trotylu w składzie materiału

Z analizy powyższego wykresu wynika, że prędkość detonacji D badanych MW (w skład których wchodzi trotyl) rośnie nieznacznie wraz ze wzrostem odległości od inicjatora L (wzdłuż naboju), w porównaniu z saletrolem (zerowa zawartość trotylu) gdzie obserwuje się spadek prędkości. W pierwszym przypadku ma to związek ze wzrostem gęstości materiału wybuchowego (wpływ technologii sporządzania). Natomiast w drugim przypadku następuje zanikanie przemiany wybuchowej. Materiały wybuchowe o większej zawartości trotylu wykazują większe wartości prędkości detonacji.

Określona także wpływ ilości trotylu na inne parametry wybuchowe. Badania wykonano dla MW1, MW3 i MW7 oznaczono: względną zdolność wykonywania pracy przy pomocy wahadła balistycznego (wg normy PN-C-86037:2000 [14]), zdolność wykonywania pracy w bloku ołowianym Trauzla (wg normy PN-C-86035:1999 [15])

oraz kruszność metodą Hessa (wg normy PN-C-86033:2000 [16]). Wyniki badań zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki oznaczeń względnej zdolności wykonywania pracy, zdolności wykonywania pracy oraz kruszności dla MW1, MW3 i MW7

Materiał wybuchowy	Względna zdolność wykonywania pracy [%]	Zdolność wykonywania pracy [cm ³]	Kruszność [mm]
MW1	86,65	302	2,89
MW3	88,80	310	2,91
MW7	88,91	327	3,51

Z zamieszczonych danych w Tabeli 3 wynika, że obecność trotylu w materiale wybuchowym zwiększa względną zdolność wykonywania pracy, zdolność wykonywania pracy w bloku ołowianym Trauzla oraz wpływa na podwyższenie wielkości niszczącego działania na otoczenie.

Wykonano również badanie wrażliwości na uderzenie (wg normy PN-EN 13631-4:2004 [17]) dla MW 1 i MW 7, wyniki przedstawiono w Tabeli 4. Podczas badań masa młota wynosiła 10 kg. Symbolem „+” oznaczono wynik pozytywny (reakcja), a „-” wynik negatywny (brak reakcji).

Tabela 4. Wrażliwość na uderzenie MW1 i MW7

Materiał wybuchowy	Wysokość spadku młota [m]	Numer próby						Górna granica niewrażliwości [J]	Dolna granica wrażliwości [J]
		1	2	3	4	5	6		
MW1	0,80	+						49,050	53,955
	0,70								
	0,60	+	-	-	-	+			
	0,55		-	-	+				
	0,50	-	-	-		-	-		
		-			-				
MW7	0,80	+						44,145	49,050
	0,60		-	+					
	0,55	-	-		+				
	0,50	-	-	-					
	0,45	-	-	-	+	-	-		
		-		-					

Wnioski

W porównaniu z dwuskładnikowymi mieszaninami azotanu amonu z trotylem, aktywowane saletrole charakteryzują się znacznie większymi wartościami ciepła przemiany wybuchowej czy idealnej pracy wybuchu. Z analizy wynika, że parametry te przyjmują większe wartości dla saletrolu zawierającego 1% trotylu niż dla saletrotu dwuskładnikowego zawierającego 15% trotylu. Wielkością zmniejszającą swoją wartość wraz ze zwiększeniem zawartości trotylu w składzie jest objętość gazowych

produktów wybuchu. Porównując objętość gazowych produktów wybuchu i idealną pracę wybuchu obserwuje się, w przypadku materiałów o zerowym bilansie tlenowym, że pomimo małej objętości gazowych produktów wybuchu, wykonana przez nie praca jest stosunkowo duża w porównaniu z pracą układów dwuskładnikowych (bez oleju) o takiej samej zawartości trotylu ale różnym od zera bilansie tlenowym.

Z analizy zależności prędkości detonacji D badanych MW (w skład których wchodzi trotyl) wynika, że prędkość detonacji nieznacznie rośnie na długości naboju (wraz ze wzrostem odległości od inicjatora L) w porównaniu z saletrolem (zerowa zawartość trotylu), gdzie obserwuje się spadek prędkości. W przypadku aktywowanych saletroli ma to związek ze wzrostem gęstości materiału wybuchowego (wpływ technologii sporządzania). Natomiast w przypadku saletrolu dwuskładnikowego obserwuje się zanikanie przemiany wybuchowej. Materiały wybuchowe o większej zawartości trotylu wykazują większe wartości prędkości detonacji. Zapewnienie stałości prędkości detonacji już dla niewielkich ilości trotylu (1%) przemawia na korzyść aktywowanych saletroli.

Interpretując doświadczalnie wyznaczone wartości zdolności do wykonywania pracy oraz kruszności należy stwierdzić, że materiały, w skład których wchodzi trotyl, wykazują większe w/w wartości w porównaniu z typowymi saletrolami.

Po analizie powyższych faktów nasuwa się wniosek o zasadności stosowania aktywowanych saletroli, w których jako aktywator występuje trinitrotoluen.

Bibliografia

- 1 Miyake A., van der Steen A.C., Kodde H.H., Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 15, 58-61, 1990
- 2 Cook M.A., Mayfield E.B., Partridge W.S., J. Phys. Chem., 59, 675, 1955
- 3 Taylor J., Detonation in condensed explosives, Oxford-London, Chlerendon Press, 1952
- 4 Fickett W., Davis W.C., Detonation, Berkley-Los Angeles-London, University of California Press, 1979
- 5 Cook M.A., The science of high explosives, New York, Reinhold Publishing Corporation, 1958
- 6 Miejdier Cz., Czislennnoje modielirowanije dietionacji, Moskwa, Mir, 1985
- 7 Fizyka wzrywa, pod redakcją Staniukowicza K.P., Moskawa, Nauk, 1975
- 8 Andriejew K.K, Bielajew A.F., Tiejoria wzrywczatych wieszciestw, Gos. Naucz. Tiejch. Izd., Oborongiz, Moskwa, 1960
- 9 Evans M.W., Ablow C.M., Chem. Rev., 61, nr 2, 129, 1961
- 10 Kamlet M.J., Jacobs J., J. Chem. Phys., 48, nr 1, 23, 1968
- 11 Cook M.A., Keyes R.T., J. Phys. Chem, 58, nr 12, 1114, 1954
- 12 Kaczmarkiweicz A., Niksiński A., Karmiński W., Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 9, 172, 1984
- 13 PN-EN 13631-14:2005 Materiały wybuchowe do użytku cywilnego – Materiały wybuchowe kruszące - Część 14: Oznaczanie prędkości detonacji
- 14 PN-C-86035:1999 Materiały wybuchowe – Oznaczanie względnej zdolności do wykonania pracy za pomocą wahadła balistycznego
- 15 PN-C-86037:2000 Materiały wybuchowe – Oznaczanie zdolności do wykonania pracy w bloku ołowianym
- 16 PN-C-86033:2000 Materiały wybuchowe – Oznaczanie kruszności
- 17 PN-EN 13631-4:2004 Materiały wybuchowe do użytku cywilnego – Materiały wybuchowe kruszące - Część 4: Oznaczanie wrażliwości na uderzenie

PREVENTING NEW BOMB TERRORISM THREATS

A.Wojewódka, T.Jarosz

Silesian University of Technology

Andrzej.Wojewodka@polsl.pl

Abstract

The work is dedicated to preventing the new generation of bomb terrorism threats, stemming from the use of readily available explosives precursors (EP) rather than explosives. The properties of EPs and explosives have been compared, emphasising the easy access to the former. The EU law – Regulation No 98/2013 of the European Parliament and of the Council on the marketing and use of explosives precursors and the 17.04.2018 proposal for changes to this regulation – has been discussed. The importance of peroxy compounds and sensitive nodes of selected chemical technologies has also been underlined.

Explosive precursor – a substance listed in Annex I to the 98/2013 Regulation, in a concentration higher than the corresponding limit value set out therein and includes a mixture or another substance, in which such a listed substance is present, in a concentration higher than the corresponding limit.

Property / feature	Explosives	Explosives precursors	
		EU 98/2013	Not regulated
Effect of action	Explosion	Explosion	Explosion
Manufacture	Governmental concession	Unrestricted	Unrestricted, no oversight
Marketing	Governmental concession	Restricted (15 substances)	Unrestricted, no oversight
Use	Governmental concession	Unrestricted (terrorist)	Unrestricted, no oversight (terrorist)
Explosive properties	Known (published in literature)	Partially known and published	Not investigated (unpublished)

Regulation (EU) no 98/2013 of the European parliament and of the Council of 15 January 2013 on the marketing and use of explosives precursors. Is in effect since the 2nd of September of 2014.

The Regulation (EU) no 98/2013 is mirrored in Poland by the Statue of the 13th of April of 2016 on the safety of marketing explosives precursors. The statute is in effect since the 15th of August of 2016.

Introducing harmonised law restricting the access of common citizens to chemical substances and mixtures, which might be used for illegal manufacture of explosives, is aimed at limiting the possibilities of terrorist actions.

The Regulation (EU) no 98/2013 contains 2 annexes and mentions 15 chemical substances. The substances listed in Annex I are restricted as EPs. The substances listed

in Annex II are not restricted as EPs. Transactions involving the substances listed in both Annexes are required to be reported by companies to a state contact point.

The substances listed in Annex I, including their concentration limit values [% wt.], above which they become EPs and are restricted:

- | | | | |
|----------------------|-------|-------------------------|-------|
| • Hydrogen peroxide | – 12% | • Potassium perchlorate | – 40% |
| • Nitromethane | – 30% | • Sodium chlorate | – 40% |
| • Nitric acid | – 3% | • Sodium perchlorate | – 40% |
| • Potassium chlorate | – 40% | | |

The substances listed in Annex II, in regards to which, suspicious transactions should be reported:

Potassium nitrate,	Urotropin (hexamine),
Sodium nitrate,	Sulphuric acid,
Calcium nitrate,	Acetone,
Calcium-ammonium nitrate,	

Ammonium nitrate (at a concentration of 16% by weight of nitrogen in relation to ammonium nitrate or higher *).

* This corresponds to a NH_4NO_3 concentration of 45,7%. A mixture containing only 37,7% NH_4NO_3 exploded in Oppau, with the rest of the mixture consisting of ammonium sulphate

The European Commission currently proposes supplementing Annex II with three substances:

Powdered aluminium,
Powdered magnesium,
Magnesium nitrate hexahydrate ($\text{MgN}_2\text{O}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Justification

Aluminium and magnesium powders can be used for the illegal manufacture of explosives.

Magnesium nitrate hexahydrate shows similar oxidising properties to those of other nitrates mentioned in Annex II and can be an alternative to them.

The most recent proposal of the European Commission, published on 17.04.2018, lists in Annex I (including the concentration limits) restricted substances in concentrations [% wt.] above the limit:

- | | |
|-----------------------|---|
| Nitric acid | – 3% (10% for a licensed buyer) |
| Hydrogen peroxide | – 12% (35% for a licensed buyer) |
| Sulphuric acid | – 15% (40% for a licensed buyer) |
| Nitromethane | – 16% (40% for a licensed buyer) |
| Ammonium nitrate | – 16% (by weight of nitrogen in relation to ammonium nitrate) |
| Potassium chlorate | – 40% |
| Potassium perchlorate | – 40% |
| Sodium chlorate | – 40% |
| Sodium perchlorate | – 40% |

The most recent proposal of the European Commission lists in Annex II substances, for which suspicious transactions should be reported:

- | | |
|---|-----------------------------|
| • Urotropin (hexamine), | • Sodium nitrate, |
| • Acetone, | • Calcium nitrate, |
| • Potassium nitrate, | • Calcium-ammonium nitrate, |
| • Powdered magnesium (particle size $<200\mu\text{m}$, as a substance or mixture | |

- containing 70% or more of magnesium),
- Magnesium nitrate hexahydrate ($MgN_2O_6 \cdot 6H_2O$),
- Powdered aluminium (particle size $<200\mu m$, as a substance or mixture containing 70% or more of aluminium).

Monitoring large-scale manufacture of chemicals (some stages of those processes cause a large explosion threat)

Chemical substances causing the threat of mass explosions in industry:

- Nitrogen fertilisers; manufacture of ammonium nitrate and mixed fertilisers (hundreds of thousands of tonnes in one facility),
- Manufacture and use of light metals (magnesium, aluminium),
- Manufacture of chlorine; the presence of nitrogen trichloride is extremely dangerous,
- Peroxy compounds; in Poland, more than 1000 tonnes of dibenzoyl peroxide are manufactured annually.

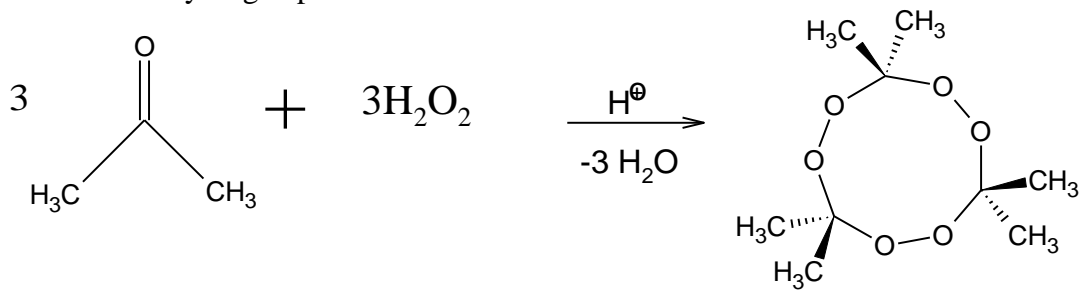
Peroxy compounds as explosive precursors

Officially, such compounds are not listed as precursors, but many have explosive properties that are stronger than those of typical explosives.

	Acetone peroxide:	Explosive:
Impact sensitivity:	0,3 J	2 J
Friction sensitivity:	0,1 N	80 N
Trauzl block test:	$250 \text{ cm}^3/10 \text{ g}$	$150 - 450 \text{ cm}^3/10 \text{ g}$
Detonation velocity:	5290 m/s	2000 - 9000 m/s
(for $\rho=1,2 \text{ g/cm}^3$ and a diameter of 6,3 mm)		

Acetone peroxide trimer (TCAP)

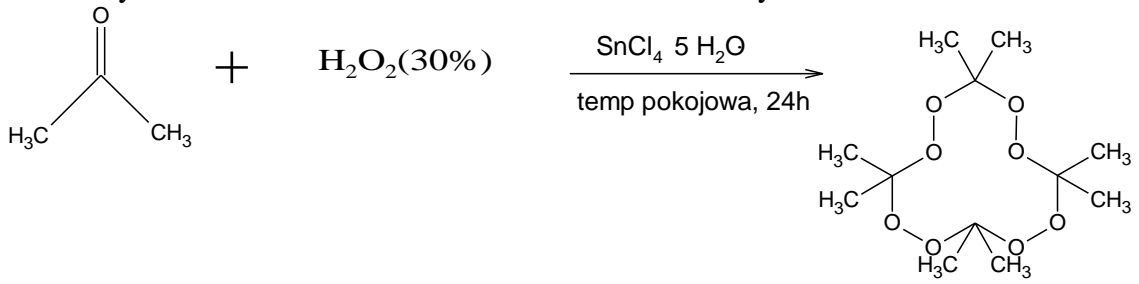
Explodes when exposed to heat or minor friction. Can be synthesised by oxidising acetone with hydrogen peroxide in an acidic medium.



Acetone peroxide trimer synthesis reaction

Acetone peroxide tetramer

Can be synthesised via a similar method to that of TCAP synthesis:



Acetone peroxide tetramer synthesis reaction

Problems to solve:

- Develop criteria for identifying EPs and investigation of their explosive properties, both in the form of pure substances and in mixtures with explosive transition activators,
- Proposed research area is that of peroxy compounds, whose manufacture in Poland exceeds 1000 tonnes annually.

NEW POTENTIAL EXPLOSIVES PRECURSORS

T.Jarosz, A.Wojewódka
Silesian University of Technology
Tomasz.Jarosz@polsl.pl

Abstract:

The work is dedicated to exploring the omissions in the list of high-risk substances given in the EU Regulation no. 98/2013 and the proposal for changing it. Several potentially explosive pyrotechnic components are indicated and a detailed overview of potential explosives precursors in the form of percarbonate and perborate salts is provided.

The EU Regulation no. 98/2013 on the marketing and use of explosives precursors lists a number of „high-risk” substances, which are either restricted for the common citizen (Annex I) or whose purchase should be reported (Annex II). The effect of the Regulation encompasses several of the most common components of mixtures and raw materials for the synthesis of explosives that are often used in improvised explosive devices (IEDs). The list of substances in this Regulation is, however, neither exhaustive nor does it include a number of substances used in civilian pyrotechnics. This fact was one of the bases of the proposed change to the Regulation, focusing on amending the list of high-risk substances and fortifying the relevant supply chains against unlawful actions by unlicensed individuals, aimed at obtaining substances required for the manufacture of IEDs [1]. Despite on-going legislative work, numerous strong oxidising and reducing agents are neither restricted nor is their purchase supervised or recorded in any way. Among such substances are: potassium manganate (VII), powdered iron, silicon and magnesium-aluminium alloys (provided they contain no more than 70% of Mg or of Al), as well as percarbonates and perborates. Interestingly, for most of these substances, reports of their use in pyrotechnic systems or explosives are available in literature [2,3].

Although the direct use of such substances in IEDs is an obvious threat, most of them show relatively mild explosive properties if at all being able to undergo detonation rather than explosive combustion. The less obvious threat is indirect – the use of these unrestricted and unsupervised substances as raw materials for strong explosives. This is particularly relevant to percarbonates and perborates, as they can readily replace hydrogen peroxide in organic syntheses [4]. A particularly interesting example is the

use of sodium percarbonate to convert phenylamine and 4-chlorophenylamine to nitrobenzene and its 4-chloro derivative respectively, with yields up to 84%. Obtaining nitroaromatic-based explosives via this method, while not particularly efficient, can be as straightforward as selecting the “right” amine as a raw material. Not only amines need to be taken into consideration here, as both oxidising agents can convert both amines and oximes to nitro-compounds [5].

Another potentially threatening feature of both percarbonates and perborates is that when dissolved in water or subjected to an acid, both compounds release hydrogen peroxide. Although the attained concentration may be relatively low, it might prove to be sufficient for the synthesis of the “common terrorist” explosives – oligomers (tri- or tetramer) of acetone peroxide – as well as diacetyl peroxide [6] and hexamethylenediamine triperoxide (Fig.1) [7]. As such, the next question to be posed is: What are the sources of both percarbonates and perborates?

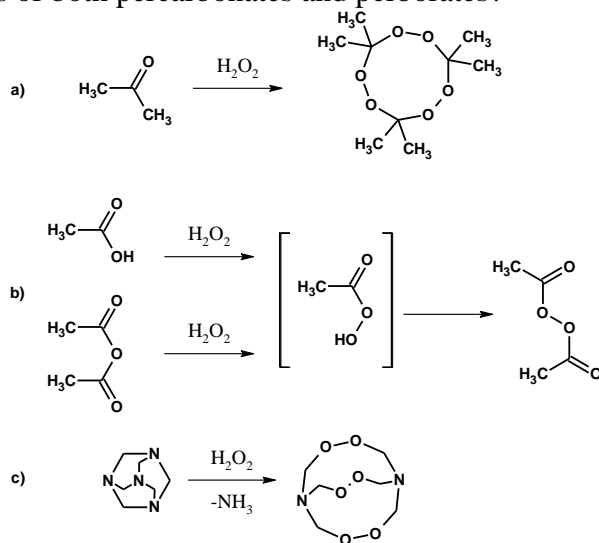


Figure 1 Simplified synthetic scheme for the preparation of a) acetone peroxide tetramer; b) diacetyl peroxide; c) hexamethylenediamine triperoxide

Although perborates have largely been replaced by percarbonates, both are components of numerous household cleaning products, particularly “green” detergents and non-chlorine bleaches, due to the fact that reduction of percarbonates yields water and sodium carbonate. These compounds are most commonly used as their sodium salts, due to their high solubility in water. Even more interestingly, sodium percarbonate in its pure form is available without any supervision from a number of suppliers. This wide commercial application makes them readily available to any unlawful parties, potentially in large amounts. As such, it may be worth taking into consideration even further legal measures for preventing the unlawful use of these chemicals, before they are widely applied for the manufacture of “homebrew” explosives and construction of IEDs.

References:

1. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on the marketing and use of explosives precursors, amending Annex XVII to Regulation (EC) no 1907/2006 and repealing Regulation (EU) no 98/2013 on the marketing and use of explosives precursors, Strasbourg, 17.4.2018, COM(2018) 209 final, 2018/0103 (COD)
2. S. S. Al-Kazraji, G. J. Rees, „The Fast Pyrotechnic Reaction of Silicon and Red Lead Part 1. Differential Thermal Analysis Studies”, *Combustion And Flame*, 31,105-113 (1978)

3. E. C. Koch*, D. Clement, „Special Materials in Pyrotechnics: VI. Silicon – An Old Fuel with New Perspectives”, Propellants, Explosives, Pyrotechnics 32, No.3 (2007)

4. T. Ando, D. G. Cork, T. Kimura, „Sodium percarbonate" (spc) as a hydrogen peroxide source for organic synthesis”, Chemistry Letters, 1986, 665-666

5. J. Muzart, „Sodium perborate and sodium percarbonate in organic synthesis”, Synthesis 1995; 1995(11): 1325-1347

6. X. Zhao, T. Zhang, Y. Zhou, D. Liu, „Preparation of peracetic acid from hydrogen peroxide Part I: Kinetics for peracetic acid synthesis and hydrolysis”, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 2007, 271, 246–252

7. J. M. Campos-Martin, G. Blanco-Brieva, J. L. G. Fierro, „Hydrogen Peroxide Synthesis: An Outlook beyond the Anthraquinone Process”, Angew. Chem. Int. Ed., 2006, 45, 6962–6984

ELECTROSTATIC DISCHARGE SENSITIVITY OF ENERGETIC MATERIALS: EXPERIMENTAL CONSIDERATIONS AND KEY FACTORS

T. Jarosz, A. Wojewódka

Silesian University of Technology, Gliwice, Polska

Tomasz.Jarosz@polsl.pl

Abstract:

The work is dedicated to exploring the considerations for electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing of materials and the recent use of such methods. The importance of sensitivity testing and basic principles of ESD testing is discussed, as well as some considerations for performing such tests. The main factors determining the ESD sensitivity of a material are also mentioned.

The undesirability of accidental initiation of energetic materials and the potential severity of the effects of such an initiation are glaringly obvious. Consequently, numerous regulations and safety procedures have been designed to both prevent such occurrences and to minimise their effects. All such regulations, whether applying to manufacturing, transporting, handling or use of explosives or pyrotechnic compositions, are derived from information about the chemical reactivity of those energetic materials.

In its essence, the decomposition of energetic materials, despite its typically violent and exoenergetic nature, is a sequence of chemical reactions and should be considered as one. From this viewpoint, if a reaction is to take place, two factors are necessary – the reagent (or reagents) and an initial dose of energy, required to induce the reaction. Due to the very nature of energetic materials, we are incapable of removing the reagents without losing their intended functionality. Similarly, once the exoenergetic decomposition reaction is induced, it can be considered self-perpetuating, coming to an end only when the available reagents are entirely consumed.

The only method for preventing the occurrence of such reactions is, therefore, the careful separation of energetic materials from any sources of energy, regardless of its nature. Although numerous such sources exist (thermal, electrical, chemical, mechanical, optical, etc.), most of them can readily be eliminated from the environment, in which energetic materials are present in. The remaining ones, which can be limited, but not truly eliminated, are mechanical stimuli (i.e. impacts and friction) and electrostatic discharge. Limiting the occurrence and magnitude of mechanical and electrostatic energy sources is often complex and cost-intensive. As such, information about the extent, to which these stimuli need to be limited, in order to prevent the occurrence of a decomposition reaction for a particular energetic material is crucial

from a technological viewpoint. Sensitivity (e.g. impact, friction, electrostatic discharge) is the measure of the susceptibility of an energetic material to such stimuli.

The principle of evaluating sensitivity to electrostatic discharge (ESD) is that a sample of the tested substance is placed on a grounded anode and subjected to an electric discharge directed from a capacitor system, through the cathode. The capacitance (C) of the capacitor system is precisely known and can be altered by changing the connections between the individual capacitors. The capacitor system is charged to a set voltage (ΔV), with the total energy stored being given by the following equation:

$$E = \frac{C \cdot \Delta V^2}{2}$$

It is assumed that the entire stored energy is discharged in the form of an electric spark, even though some residual charge typically is retained in the capacitor system, making for minor inaccuracies. This released energy is directly used as the measure of sensitivity. Although this principle is shared by all currently used methods, a variety of experimental setups and methodologies are used [1,2]. Similarly to other methods for testing sensitivity, the reported sensitivity value can be the maximum spark energy that does not cause initiation (E_{MAX}), the minimum energy that causes initiation (E_{MIN}) or an energy that has a 50% chance of initiating (E_{50}) a given explosive or composition. Of those, the E_{50} values appear to be most commonly used in literature.

An interesting consideration for performing ESD sensitivity tests comes from comparing values achieved for a particular material by different Authors. To exemplify, in the case of the ESD sensitivity of RDX, Su et al. [3] report a 0.2J, while Chen et al. [4] report a non-ignition (supposedly E_{MAX}) value of 0.45J and an ignition value of 4.5J (supposedly E_{MIN}). Although a similar methodology is used, significantly different results are obtained (even assuming that the 0.2J value given by Su is the E_{MAX} value).

The experiment by Su et al. was carried out at a relative humidity of 34% and a temperature of 25°C, unlike the experiment by Chen et al. Relative humidity is a crucial factor in terms of the energy transfer via electric spark and possible energy dispersal. Similarly, temperature affects not only the reactivity of chemical species, but may also affect their state and phase. As such, either set conditions should be used for all testing methods or the dependence of sensitivity on the conditions should be investigated in more detail.

Another consideration comes from the report by Lyu et al. [5], dealing with the issue of the fineness of the material (polymer bonded explosives based on 1,3,5-triamino-2,4,6-trinitrobenzene, TATB, in this case) being tested for its ESD sensitivity. The two polymer bonded explosive (PBX) formulations were tested as loose material and as tablets, with a set testing system capacitance of 30500pf. In the case of loose powders, the two formulations showed a sensitivity (E_{50}) of 1.789J and 1.112J respectively, translating to voltages of 10.83kV and 8.54kV for the capacitor system. Interestingly, when dealing with tablets of the two PBX formulations, the capacitors were charged up to 200kV (translating to a spark energy of 610J) without any sustained combustion or detonation taking place for either sample.

In terms of recent progress, much theoretical work has been done, a particularly interesting report being published by Tan et al. [6], focusing on the mechanism of energy transfer from the electric spark to the tested material. Focusing on nitroamines, the Authors investigated 32 different parameters and found the four most strongly

correlated with the ESD sensitivity value of particular nitroamines: the standard deviation of the molecular electrostatic potential, the minimum molecular electrostatic potential, the minimum ionisation energy, and the detonation pressure of the material.

References:

1. M. Suceca, „Testing Methods of Explosives”, 1995, Springer, Heidelberg
2. S. Zeman, M. Jungova, „Sensitivity and Performance of Energetic Materials”, *Propellants Explos. Pyrotech.*, 2016, 41, 426–451
3. H. Su, J. Zhang, Y. Du, P. Zhang, S. Li, T. Fang, S. Pang, „New roles of metal–organic frameworks: Fuels for aluminum-free energetic thermites with low ignition temperatures, high peak pressures and high activity”, *Combustion and Flame*, 2018, 191, 32–38
4. Z. Chen, Z. Li, N. Yao, Q. Lei, D. Wang, „Safety property of FOX-7 and HTPB propellants”, *Chin J Energ Mater*, 2010, 18, 316–319
5. Z. Lyu, X. Long, Z. Li, X. Dai, C. Deng, S. He, M. Li, K. Yao, Y. Wen, „Different Ignition Responses of Powdery and Bulky 1,3,5-Triamino-2,4,6-trinitrobenzene (TATB) Based Polymer-bonded Explosives under Ultra-high Voltage Electrostatic Discharge”, *Cent. Eur. J. Energ. Mater.*, 2018, 15(2), 283-298
6. B. Tan, Z. Li, X. Guo, J. Li, Y. Han, X. Long, „Insight into electrostatic initiation of nitramine explosives”, *J Mol Model*, 2017, 23, 10

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО РОЗРОБКИ АЕРОЗОЛЬНОЇ ПРОТЕХНІЧНОЇ СУМІШІ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У МАСКУВАЛЬНИХ БОЄПРИПАСАХ

В.В. Щербань, О.В. Князь, Є.О. Пономарьов

Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів
ndikhp@ukroboronprom.com

Стрімкий розвиток засобів ураження бронетехніки поставив під питання перспективи бойового застосування танків та бойових машин. Вирішити проблему живучості танка та його екіпажу за рахунок подальшого нарощування товщини броні виявилось неможливим з причини фатального збільшення маси бронезасобу.

Товста та комбінована багатошарова броня перестали бути залогом живучості бронетехніки. Рішенням проблеми стало використання високотехнологічних засобів активних завад з використанням оптико-електронних засобів протидії в комплексі з використанням димових гранат для постановки завіси.

Аналіз стану і тенденцій розвитку протитанкових керованих ракетних систем (ПТКРС), як найбільш ефективного та розповсюдженого засобу боротьби з броньованими цілями показує, що для їх наведення на ціль використовуються напівактивні системи управління з використанням ІЧ-координаторів. Протидія ПТКРС з напівактивними системами управління може бути здійснена як за рахунок розірвання каналу оператор-ціль, так і за рахунок внесення завад в канал координатор-ракета.

У найбільш сучасних ПТКРС використовуються автоматичні системи управління, які після попереднього наведення і пуску ракети забезпечують її подальше наведення на ціль без участі оператора, наприклад на ІЧ-випромінювання цілі.

Для протидії засобам ураження на бронетехніці застосовують системи попередження про лазерне випромінювання, які дають змогу екіпажу своєчасно

відреагувати на загрози, що виникають, а також встановлення різноманітних завад, найбільш розповсюдженою з яких є аерозольна завіса. Освітлювачі встановлення інфрачервоних завад видають хибний сигнал для системи наведення керованої ракети, яка наближається до танка, постійно виробляючи закодовані імпульсні інфрачервоні сигнали – завади. Це приводить до зриву наведення протитанкових керованих боєприпасів, які наближаються до танка.

На даний час практичне застосування отримали чотири типи піротехнічних термохімічних аерозолеутворюючих сумішей: металохлоридні, на основі червоного фосфору, хлоратно-антраценові та нашатирно-хлоратно-антраценові. Найбільш ефективно вимогам маскувального відповідають суміші на основі червоного фосфору, завдяки специфіці аерозолеутворення, що складається з окислення парів фосфору киснем повітря та проходить зі значним виділенням тепла, утворюючи надійну маскувальну завісу у видимому, інфрачервоному та лазерному діапазонах довжин хвиль.



Висновки

Для виконання задач протидії сучасним ПТКРС перспективним напрямком досліджень є створення аерозольної піротехнічної суміші на основі червоного фосфору для використання у маскувальних боєприпасах.

Список літератури

1. И.И.Вернидуб, Г.Н.Вернидуб. Военная пиротехника
2. Б.В.Орлов, Г.Ю. Мазинг. Термодинамические и баллистические основы проектирования ракетных двигателей на твердом топливе. Москва, 1977 г.
3. М.Е.Серебряков. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. Москва, 1962 г.
4. И.А. Силин, А.И. Сидоров, А.П. Озеренский. Основные принципы проектирования пиротехнических боеприпасов на примере аэрозолеобразующих составов и изделий. (Боеприпасы №10, 1990 г.).
5. Под редакцией И.А. Силина. Пиротехнические средства. Москва, 1986 г.

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН
ЭМУЛЬСИОННЫМ ВВ В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ**
М.К. Короленко¹, И.Л. Коваленко², Д.В. Киященко³, С.П. Полторащенко¹

¹ ЧАО «Запорозький залізничний комбінат», г. Запоріжжя

²Український державний хіміко-технологічний університет

³ООО «Іст-Форт», г. Харків

info@zgrk.com.ua, il.kovalenko050@gmail.com, dkiyashenko@gmail.com

Применение наливных эмульсионных ВВ в подземных условиях сдерживается целым рядом факторов [1,2]. В частности, одной из основных проблем формирования скважинных зарядов наливными ЭВВ является их надежное удержание в восходящих и крутонаклонных скважинах. Опыт ведущих зарубежных компаний и, в том числе, «ORICA» показал, что сформировать и удержать заряд эмульсионного ВВ в скважинах диаметром свыше 89 мм чрезвычайно сложно [3,4].

Решение этой проблемы невозможно без использования эмульсионной матрицы с высокой вязкостью. Однако, изготовление (качественная газогенерация) и зарядание высоковязкого ЭВВ предъявляет особые требования к смесительно-зарядному оборудованию, а также предполагает использование запорных устройств.

Задача получения эмульсионной матрицы с заданной вязкостью и дисперсностью потребовала изменить сам подход к технологии эмульгирования. Был разработан аппарат статического эмульгирования [5], принципиально отличающийся от известных. Аппарат в одном корпусе объединил несколько управляемых стадий эмульгирования. Его использование позволило получить эмульсионные композиции заданной вязкости (более 10^3 Па·с) и дисперсности (1-3 мкм), что в сочетании с научно-обоснованным подходом к выбору топливной фазы, обеспечило высокую энергонасыщенность эмульсии. При сенсibiliзации полученной эмульсии введением газогенерирующей добавки было получено эмульсионное ВВ Украинит ПП-2 (ТУ У 20.5-32613399-002:2012) для формирования скважинных зарядов. В качестве сенсibiliзатора эмульсионной матрицы был использован стабилизированный водный раствор пероксида водорода (Добавка газогенерирующая ГГД-У ТУ У 24.6-19436711-005:2006).

Одной из проблем формирования заряда ЭВВ в восходящих скважинах является недостаточная скорость газогенерации высоковязких эмульсий, что связано, как с реологическими параметрами самой эмульсии, так и со сложностью равномерного перемешивания высоковязкой системы с водными растворами газогенерирующей добавки.

Для решения данной проблемы в технологическую схему зарядных машин ведущих зарубежных фирм обязательно входит дополнительная линия подачи специального катализатора разложения газогенерирующей добавки. Это значительно усложняет технологическую схему и требует наличия дополнительного емкостного и насосного оборудования.

Задача обеспечения требуемой скорости газогенерации вязкой эмульсионной композиции Украинита успешно решена с помощью форсунки оригинальной конструкции, работа которой исследовалась на специальном смесительно-зарядном стенде. Форсунка размещается на конце зарядного шланга, и обеспечивает равномерное смешение эмульсионной композиции с ГГД. При этом дополнительно происходит увеличение дисперсности и вязкости конечного ЭВВ. Это достигается за счет больших сдвиговых усилий, возникающих на выходе из сопла форсунки. При этом сама конструкция форсунки предусматривает

размещение на ней патрона-боевика для обеспечения обратного инициирования заряда ВВ.

Проведенный комплекс опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ позволил разработать принципиальную технологическую схему и изготовить подземный зарядный модульный комплекс мод. ПЗМК-500. Комплекс предназначен: для внутришахтной доставки по откаточным горизонтам компонентов ЭВВ Украинит-ПП-2 – эмульсионной композиции ЭК и газогенерирующей добавки ГГД-У, а также насосного и вспомогательного оборудования; изготовления и заряжания полученным наливным ЭВВ скважин в подземных условиях.

Комплекс ПЗМК-500 состоит из зарядного модуля и вспомогательного оборудования (перекачивающего и зарядного шланга, переносного шлангоподатчика). Зарядный модуль устанавливается на железнодорожную платформу, на которой транспортируется по подземным выработкам к месту заряжания. Вспомогательное оборудование транспортируется на отдельной платформе вместе с зарядным модулем. Зарядный модуль может быть также установлен на самоходную технику. Основные параметры зарядного модуля приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные параметры подземного зарядного модульного комплекса ПЗМК-500

Название параметра	Норма
Потребляемая мощность, не более кВт	25,0
Производительность по ЭВВ, кг/мин., не менее	90
Расстояние до заряжаемого блока, м	до 500,0
Максимальная глубина заряжаемых скважин, м	60,0
Вместимость емкости ЭК, при 90% загрузке, кг	1100,0
Вместимость емкостей ГГД при 90% загрузке, л	2×90,0

ПЗМК-500 оборудован автоматической системой управления и пультом дистанционного управления. Система управления комплекса позволяет производить зарядку в ручном и автоматическом режиме, обеспечивая при этом: дозировку компонентов ЭВВ в заданном соотношении; настройку параметров технологических агрегатов; индикацию текущих параметров процесса заряжания на панели оператора; сохранение информации о количестве приготовленного продукта; автоматическое отключение исполнительных механизмов в случае возникновения аварийных ситуаций; управление исполнительными механизмами, в случае возникновения нештатных ситуаций, в ручном режиме. Питание зарядного модуля осуществляется от внутришахтной сети электроснабжения.

Комплекс ПЗМК-500 позволяет качественно изготавливать высоковязкое наливное ЭВВ и заряжать его в скважины с любым углом наклона на расстоянии до 500 м от расположения комплекса.

Промышленные испытания ПЗМК-500 успешно реализуются на шахтах ЧАО «ЗЖРК» (г. Запорожье).

Библиографический список

1. Guang, Wang Xu Emulsion explosives / Wang Xu Guang. – Beijing: Metallurgical Industry Press, 1994. – 388 p.
2. Kovalenko I.L., Kuprin V.P., Savchenko N.V. Principles of emulsion explosives design for sulfide rocks safe breaking// 7TH world conference on explosives & blasting:

Proc. , 2013, Moscow (RU). Part I. – М.: Europ. Feder. of Expl. Eng., 2013. – P. 207–211.

3. Мельник В. Б., Сахаров А. Н., Браунштейн А. А.. Подземная добыча руды в ОАО «Апатит». Современное состояние и перспективы. Глобус (Геология и бизнес), 2013, № 5 (29)., стр. 0350-0351.

4. Соснин В. А., Морозов К.Е., Корунов В. Н. Технологические особенности получения ЭВВ для зарядания и взрывания в подземных выработках. Взрывное дело, 2014, №111/68, стр. 267-273.

5. Kovalenko, I. L. Energycondensed packaged systems. Composition, production, properties./ I. L. Kovalenko, V. P. Kuprin, D. V. Kiyaschenko // Odes'kyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi. – 2015. – Iss.1 (45). – P. 164-170. – DOI 10.15276/opu.1.45.2015.27

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ МАРКИ УКРАИНИТ В ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКАХ

М.К. Короленко¹, И.Л. Коваленко², С.П. Полторащенко¹, И.А. Карапа¹

¹ ЧАО «Запорожский железорудный комбинат», г. Запорожье

² Украинский государственный химико-технологический университет
info@zgrk.com.ua, il.kovalenko050@gmail.com

Повышение эффективности, экологичности и безопасности добычи полезных ископаемых возможно при условии выполнения мировых требований об отказе гражданского применения тротила за счет внедрения технологий гранулированных и эмульсионных промышленных ВВ. Требования максимального отказа от тротила и неводостойких взрывчатых материалов продиктован высокой токсичностью тринитротолуола, образованием значительного количества оксидов азота и угарного газа при взрыве, нитратным загрязнением рудничных вод, т.е. существенным отравляющим действием на здоровье работников и вередом окружающей среде [1].

Наливные эмульсионные ВВ наиболее полно удовлетворяют всем современным требованиям безопасности, предъявляемым к взрывчатым материалам для использования в подземных условиях. При этом, только эмульсионная технология потенциально способна стать базовой для обеспечения безопасности применения ВВ в химически агрессивных сульфидсодержащих породах [2-4].

Неоднократно показано [3-6], что безопасность применения наливных эмульсионных ВВ в сульфидсодержащих породах может быть обеспечена в следующих условиях:

- эмульсионная матрица и само ЭВВ, должны иметь нейтральную или слабощелочную среду (рН=7,0-8,5), что создает условия для инактивации поверхности сульфидов;

- технология получения ВВ и стабильность эмульсионной матрицы должны обеспечивать приготовление ЭВВ на «холодных» эмульсиях (20±10)°С;

- сенсбилизация эмульсионной матрицы должна исключать использование натрий нитрита, который является катализатором разложение пирротина и пирита;

- эмульсионные ВВ не должны содержать добавок гранулированной аммиачной селитры или АНФО, которые способны инициировать неуправляемое экзотермическое разложение ВВ.

В соответствии с данными требованиями были разработаны рецептуры и технология эмульсионных ВВ марки Украинит-ПП-2 (ТУ У 20.5–32613399 – 002:2012). Технология изготовления Украинита предполагает газогенерацию слабощелочной (рН=7,5-8,5) эмульсионной композиции (ЕК) при шахтной температуре растворами неорганических пероксидов. Осуществляется изготовление Украинита-ПП посредством смесительно-зарядной техники в процессе зарядания шпуров и скважин, в результате чего эмульсия наполняется микропузырьками кислорода, которые не только выполняют роль «горячих точек детонации», но и участвуют в химических реакциях взрывчатого превращения системы.

Основными преимуществами технологии наливного ЭВВ Украинит-ПП-2 являются: 1) отсутствие высокотоксичных компонентов, прежде всего нитрита натрия – яда (I класс опасности по ГОСТ 12.1.007); 2) отсутствие токсичных продуктов взрыва за счет сбалансированности состава, и практически 100% завершенности всех химических реакций взрывчатого разложения ЭВВ; 3) возможность «холодной» газогенерации эмульсионной матрицы и отсутствие в составе ЭВВ гранулированной АС; 4) высокая скорость детонации (не менее 5000 м/с), и как следствие – мощное разрушение горных пород любой степени крепости, с качественным дроблением (отсутствием негабаритов и КИШ не менее 95%); 5) образование в продуктах взрыва паров воды и микрочастиц оксида кальция, нейтрализующих вредные выбросы, что особенно актуально для подземных условий; 6) высокая стабильность эмульсионной матрицы и устойчивость к температурам от -50°C до +50°C, неоднократным перекачкам, а также возможность безопасной транспортировки на значительные расстояния (класс опасности 5.1) позволяет осуществлять поставку эмульсии различным потребителям централизованно, без строительства эмульсионных заводов на каждом руднике. 7) обеспеченность процесса зарядания смесительно-зарядной техникой собственного производства: малогабаритные переносные пневмозарядчики для шпуров; подземные зарядные модульные комплексы, позволяющие перекачивать эмульсию на расстояние до 500 м, изготавливать и механизировано заряжать в скважину ЭВВ.

Исследования химической стойкости ЭВВ Украинит к пириту и сульфидсодержащим образцам пород показали его высокую индифферентность к воздействию образцов различной степени агрессивности [7]. Как показали результаты экспериментов с образцами железистых-кварцитов с содержанием пирита 30-70% масс; свинцовой руды, содержащей более 50% галенита; свинцово-цинковой руды, имеющей сфалерит в сростании с галенитом (до 50%) в сидеритовых породах длительная выдержка Украинита-ПП-2 в присутствии сульфидных пород (15 суток, соотношение ЭВВ/порода – 90/10) не приводит к изменениям рН и потере массы системы. Результаты ампульно-хроматографического метода исследования показали отсутствие газовыделения и окислов азота при контакте и выдержке в течение 6 часов Украинита-ПП-2 с сульфидными породами при температуре 600С (соотношение ЭВВ/порода – 90/10). Согласно общему выводу по результатам комплекса экспериментальных исследований ЭВВ марки Украинит химически совместимы и стабильны в смеси с сульфидсодержащей породой в соотношении 90:10 по массе.

Также, были разработаны рецептуры и технология высокоэффективных патронированных эмульсионных ВВ Украинит-П марок П-С, П-СА и П-П. (ТУ У

20.5.-36373037-002:2012). Украинит-П-П предназначен для формирования шпуровых зарядов, а Украинит-П-С и П-СА могут с успехом использоваться как промежуточный детонатор для инициирования зарядов эмульсионных и гранулированных ВВ в скважинах и шпурах любого диаметра, а также для дробления негабаритов. Патронированные ЭВВ Украинит-П не содержат тротил и веществ, которые квалифицируются как взрывчатые, и по своим характеристикам способны полностью заменить патронированные штатные ВВ - Аммонит №6ЖВ и тротилловые пашки, что подтверждается результатами промышленного применения в подземных рудниках ЧАО «ЗЖРК».

Состав эмульсионных ВВ Украинит для подземного применения и их сбалансированность обеспечивают максимальную реализацию потенциальной энергии взрыва и минимизируют количество вредных выбросов при взрыве (табл.1), что чрезвычайно важно в подземных условиях с осложненной вентиляцией и снижает токсическую нагрузку на персонал и окружающую среду. По взрывчатыми параметрами ЭВВ марки Украинит не уступают штатным тротилловым (Граммонит 79/21 и Аммонит №6ЖВ) и бестротилловым (Гранулит АС-4) ВВ, и по параметрам работоспособности (теплота взрыва 3900-4300 кДж/кг, скорость детонации 4900-5100 м/с и критический диаметр 20-23 мм) обеспечивают успешное применение в шпурах и скважинах малого диаметра [8].

Таблица 1 – Сравнение газовой вредности ЭВВ Украинит со штатными ВВ

ВР	NOx, л/кг	СО, л/кг	условное СО, л/кг
Граммонит 79/21	9,8	28	91,8 [9]
Амонит №6 ЖВ	4,0-4,6	34-35	60-65 [9]
Гранулит АС-4 (бестротилловое ВВ, содержит Al)	40,2	35	296 [10]
Наливное ЭВВ Украинит-ПП-2: - <i>металлической трубе</i>	до 0,1	14,4	до 15
- <i>в картонной оболочке</i>	до 0,2	27,1	до 33
Патронированное ЭВВ Украинит П-СА	до 0,1	24,4	до 25

Как показывают данные измерений ВГСЧ, время проветривания забоев после применения ЭВВ марки Украинит уменьшается в 2,0-2,5 раза по сравнению со штатными ВВ (граммонит 79/21 и аммониты №6ЖВ), что существенно увеличивает также производительность труда.

Библиографический список

1. Технология повышения экологической безопасности при добыче железных руд подземным способом: Монография/ А.И.Горова, И.Г. Миронова, М.Н. Кононенко, А.В. Павличенко. _ Днепропетровск: Литограф, 2014.-136 с.
2. Guang, Wang Xu Emulsion explosives / Wang Xu Guang. – Beijing: Metallurgical Industry Press, 1994. – 388 p.
3. Розробка і впровадження емульсійних вибухових речовин на кар'єрах України / під ред. В.П. Купріна, І.Л. Коваленка. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 243 с.
4. Коваленко І.Л., Купрін В.П. Взаємодія емульсійних вибухових речовин і їх компонентів з сульфідними мінералами // Взривне дело.- 2010. – №103/60. – С. 154–170.
5. Купрін В.П., Коваленко І.Л. О возможности применения водонаполненных аммиачноселитренных ВВ для разрушения сульфидных руд //

Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Горная книга, 2010. – №8. – С. 131–137.

6. Kovalenko I.L., Kuprin V.P., Savchenko N.V. Principles of emulsion explosives design for sulfide rocks safe breaking// 7TH world conference on explosives & blasting: Proc. , 2013, Moscow (RU). Part I. – М.: Europ. Feder. of Expl. Eng., 2013. – P. 207–211.

7. Коваленко, И.Л. О взаимодействии аммиачноселитренных взрывчатых веществ с активированными порошками пирита / И.Л. Коваленко, В.П. Куприн, О.В. Колтунов // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. –2014. – №1 (13). – С. 53–62.

8. Cartridged and granulated explosive substances of grade Ukrainit for underground mines / I. Kovalenko, N. Stupnik, M. Korolenko, D. Kiyaschenko, A. Batareev // Metallurgical and mining industry. – 2016. – №8. – P. 59–64.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОХОВЫХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ МАСС МЕТОДАМИ РОТАЦИОННОЙ ВИСКОЗИМЕТРИИ. СДВИГОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ПОРОХОВЫХ МАСС В РЕЖИМЕ ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

В.В. Банишевский, Т.Н. Шевцова

Шосткинский институт Сумского государственного университета
krohv@ishostka.sumdu.edu.ua

Для исследования реологических свойств пороховых пироксилиновых масс (ППМ) методами ротационной вискозиметрии был разработан специальный вискозиметр с коаксиальными цилиндрами, позволяющий осуществить загрузку измерительного зазора вискозиметра без потери растворителя от смесителя-пресса с жесткостью измерителя крутящего момента (ИКМ) $16,5 \times 10^3 \text{ Нм/рад}$. Разработанный ротационный вискозиметр позволял исследовать сдвиговое течение ППМ, для чего имел рифлёные цилиндры (внутреннюю поверхность неподвижного цилиндра и наружную поверхность вращающегося цилиндра) и характеристики скольжения ППМ, для чего был предусмотрен вращающийся цилиндр с полированной поверхностью. Исследования реологических свойств ППМ можно было проводить при давлениях до 25 МПа в двух режимах: при постоянной (регулируемой) скорости вращения - $\Omega = \text{const}$ и постоянном (регулируемом) моменте вращения вращающегося цилиндра (ротора) - $M = \text{const}$.

Обработка данных экспериментов проводилась по следующим известным зависимостям:

$$\tau = \frac{M - M_n}{2\pi \cdot l \cdot R_{cp}}; \quad j = \frac{\Omega \cdot R_B}{R_H - R_B}; \quad J = \Omega \cdot T$$

На рисунке 1 представлена типичная зависимость $\tau = \tau(T)$, полученная в режиме $\Omega = \text{const}$.

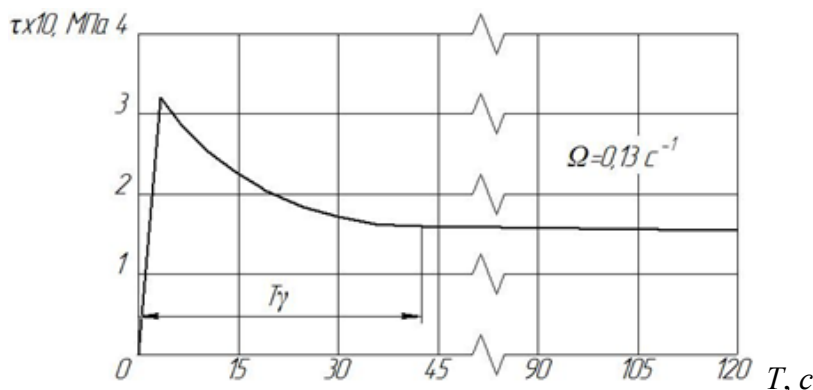


Рис.1 Зависимость напряжений сдвига ППМ от времени деформирования

Как следует из графика, сначала ППМ деформируется упруго, затем, после достижения максимального значения напряжений, они начинают плавно снижаться и через определённый интервал времени T_γ достигают определённой минимальной величины, которая остаётся неизменной. Это значение не меняется и после остановки привода вискозиметра с последующей длительной выдержкой под избыточным давлением ППМ и повторным пуском привода.

Эксперименты с ППМ в режиме $\Omega = \text{const}$ не привели к определению зависимости между скоростью деформирования и величинами установившихся напряжений сдвига.

На рисунке 2 приведены результаты деформирования ППМ при разных скоростях вращения ротора. Никакой связи между скоростями деформирования и установившимися напряжениями нет.

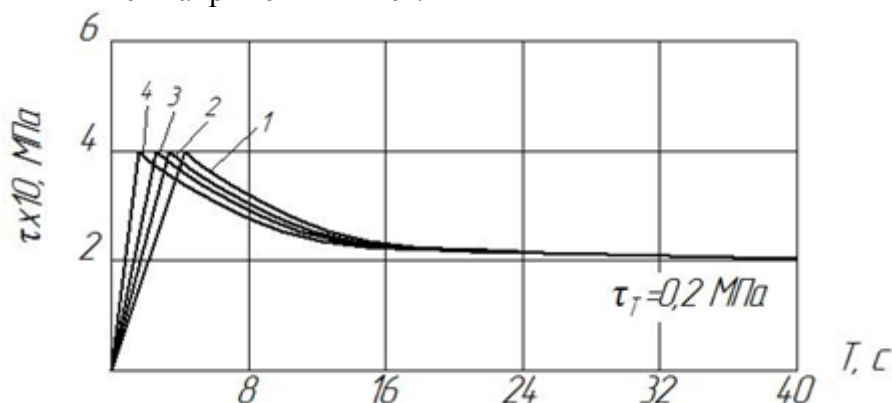


Рис.2 Зависимости $\tau = f(T)$ при разных скоростях деформирования j, c^{-1}
 1) $j = 1,7 \text{c}^{-1}$ 2) $j = 3,0 \text{c}^{-1}$ 3) $j = 6,7 \text{c}^{-1}$ 4) $j = 12 \text{c}^{-1}$

Уровень установившихся напряжений по своей величине близок к значениям напряжений внешнего трения τ_T .

Предоставление данных опытов в режиме $\Omega = \text{const}$ в координатах «напряжение-величина деформации» позволяет констатировать, что у ППМ существует критическое значение величины деформации $j_{\text{пред}}$, в пределах которой происходят интенсивные структурные преобразования, при $j > j_{\text{пред}}$ напряжения от скорости деформирования не зависят. Следует также отметить, что при изменении скорости деформирования уровень максимальных напряжений сдвига, аналогично установившимся напряжениям, изменяется также незначительно.

Выводы.

1. Исследованиями сдвигового течения ППМ на ротационном вискозиметре в режиме $\Omega = \text{const}$ установлено, что ППМ обладают упругими свойствами.

2. При достижении определённого максимума по напряжениям сопротивление ППМ сдвигу уменьшается до достижения установившихся значений.

3. Ни величина максимальных напряжений, ни величина установившихся напряжений от скорости деформирования ППМ не зависят.

4. Величина установившихся напряжений близка по значениям к величине напряжений внешнего трения ППМ.

5. ППМ при сдвиговой деформации обладают пределом по её величине, после которого связь напряжений со скоростью деформации теряется.

Список литературных источников.

1. Белкин И.М., Виноградов Г.В., Леонов А. И, Ротационные приборы. Измерение вязкости и физико-механические характеристики материалов. – М.: Машиностроение, 1968 – 272 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОХОВЫХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ МАСС МЕТОДАМИ РОТАЦИОННОЙ ВИСКОЗИМЕТРИИ. СДВИГОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ПОРОХОВЫХ МАСС В РЕЖИМЕ ПОСТОЯННОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

В.В. Банишевский, Т.Н. Шевцова

Шосткинский институт

Сумского государственного университета

kpohv@ishostka.sumdu.edu.ua

Для исследований сдвигового течения пороховых пироксилиновых масс (ППМ) на ротационном вискозиметре с коаксиальными цилиндрами в режиме постоянного крутящего момента ($M = \text{const}$) применялся вискозиметр с рифлеными поверхностями цилиндров, у которого постоянный момент создавался при помощи диска и свободно опускающегося груза на тросе. Весом груза можно было менять значение крутящего момента в широких пределах. Все опыты, для избежания выдавливания ППМ из измерительных зазоров, проводились при избыточном давлении 10-15 Мпа. Результаты экспериментов представлялись в виде зависимостей «окружная скорость ротора-время» - $U = U(T)$.

Как показали эксперименты, течение ППМ в режиме $M = \text{const}$ отличается от составов других пороховых масс. Течение ППМ начинается только при достижении определенного значения величины крутящего момента (напряжений сдвига). С его превышением подвижный цилиндр (ротор) начинает медленное вращение, и через определённый промежуток времени скорость вращения ротора растёт лавинообразно. На рис.1 представлены результаты одного из экспериментов деформирования ППМ в режиме $M = \text{const}$.

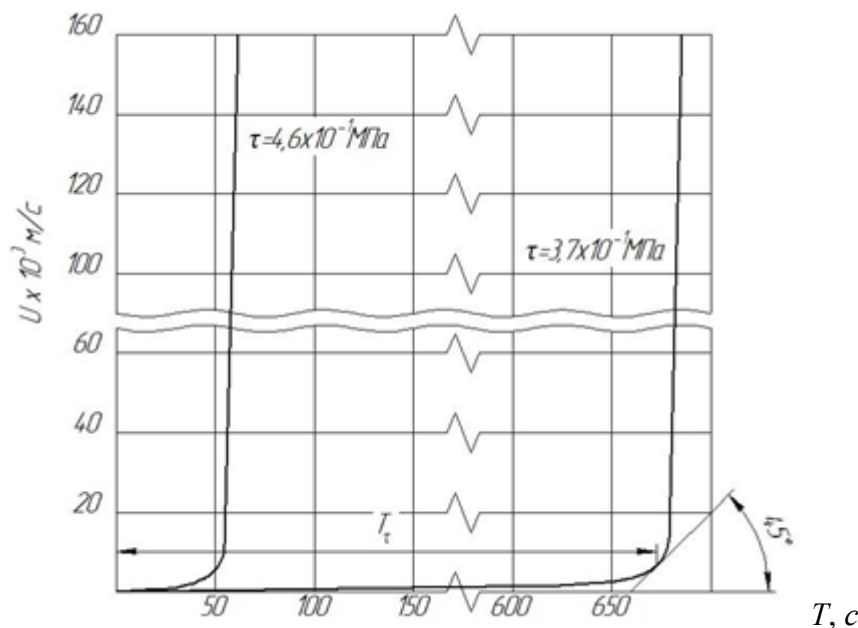


Рис.1 Зависимости $U=U(T)$ при деформировании ППМ в режиме $M=\text{const}$ при различных напряжениях сдвига

Увеличение напряжений сдвига с 0,37 до 0,46 МПа, т. е. на 25% привело к сокращению времени перехода к лавинообразному деформированию T_t в 12 раз.

Методом $M=\text{const}$ исследовалось множество партий ППМ с различным содержанием растворителя при разных значениях приложенных напряжений. Все зависимости $U=U(T)$ имеют одинаковый вид. Во всех случаях деформирование ППМ заканчивается лавинообразным увеличением скорости деформирования.

По результатам исследований в режиме $M=\text{const}$ не удалось дать заключение о величине диапазона течения ППМ по напряжениям сдвига. Если капиллярная вискозиметрия даёт значение интервала напряжений 0,20-0,35 МПа, то ротационная вискозиметрия даёт еще меньшую величину. После первого опыта, когда подбором устанавливали напряжения сдвига, незначительно превышавшие величину предела текучести ППМ, в большинстве случаев последующее увеличение крутящего момента приводило к мгновенному лавинообразному деформированию. Значение T_t измерялось несколькими секундами.

Обобщая результаты сдвигового течения ППМ в режимах $\Omega=\text{const}$ и $M=\text{const}$, имеем, что в обоих случаях происходит снижение сопротивления ППМ её деформированию. В случае $\Omega=\text{const}$ это наблюдается непосредственно, в случае $M=\text{const}$ – косвенно, по увеличению скорости вращения ротора. При достижении величины деформации приблизительно в 400-500% все изменения в ППМ в режиме $\Omega=\text{const}$ прекращаются, а в режиме $M=\text{const}$ наблюдается лавинообразное увеличение скорости деформирования. Также установлено, что ППМ обладает упругими свойствами, пределом текучести, очень малым диапазоном течения по напряжениям сдвига и величине деформации. Сдвиговое течение ППМ заканчивается резким снижением напряжений сдвига при $\Omega=\text{const}$ и увеличением скорости деформирования при $M=\text{const}$. Указанные результаты позволяют классифицировать ППМ как упруго-вязкопластичную или твёрдообразную среду. Её течение аналогично течению пластичных дисперсных систем и связано со структурой ППМ, которая при сдвиге ориентируется по направлению течения с переходом к скольжению волокон пироксилина по дисперсионной фазе. И, если

ориентироваться на результаты капиллярной вискозиметрии, вплоть до потери сплошности на измерительных поверхностях вискозиметров.

Выводы.

1. При деформировании ППМ в ротационном вискозиметре в режиме $M=\text{const}$ установлено, что ППМ обладает пределом текучести, при превышении которого в ППМ начинается сдвиговое течение, которое переходит в лавинообразное.

2. Диапазон сдвигового течения по напряжениям мал и не достигает 0,2 МПа.

3. По результатам исследования ППМ методами ротационной вискозиметрии, ППМ можно классифицировать как упруго-вязкопластичную или твёрдообразную среду.

4. Течение ППМ аналогично течению пластичных дисперсных систем и обусловлено структурными преобразованиями в ППМ при сдвиге.

Список литературных источников.

1. Белкин И.М., Виноградов Г.В., Леонов А. И, Ротационные приборы. Измерение вязкости и физико-механические характеристики материалов. – М.: Машиностроение, 1968 – 272 с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАРЯДІВ КАР'ЄРНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

А.М. Романченко, Р.В. Закусило

Шосткинський інститут

Сумського державного університету

angela.romanchenko@gmail.com

Високопродуктивні динамічні способи відділення блоків природного каменю від масиву традиційно передбачають застосування димного пороху, ниток детонуючого шнура та генератора тиску хімічного «ЛІТОКОЛ» [1]. Наряду з перевагами, приведені засоби мають і ряд недоліків, які приводять до значних технологічних втрат сировини.

Останнім часом в міжнародній практиці для «м'якого» відділення монолітів вибухом використовують метод К-труб, що містять спеціально розроблені та індустріально виготовлені заряди вибухових речовин з низькою швидкістю детонації. Виходячи з досвіду науковців в державах світу, провідних за розробкою буровибухових технологій та отриманих результатів використання зарядів фірми «Форсіт», «Гурит-А», «Гранілен», поставлена задача розробки технології виготовлення безпечних за застосуванням та екологічною оцінкою низькоенергетичних вибухових речовин на місці проведення вибухових робіт і відповідно якісного, безпечного та економічно конкурентного засобу відбивання блочного каменю.

На підставі проведення розрахунків енергетичних і вибухових характеристик, дослідження кінетики розкладання сумішей розроблено рецептури гетерогенних конденсованих систем на основі перхлорату калію із співвідношенням компонентів: 94,5 % перхлорату калію, 5 % дизельного палива і 0,5 % оксиду марганцю (IV) в першому варіанті та 89,5 % перхлорату калію, 10 % нітрометану і 0,5 % оксиду марганцю (IV) – у другому варіанті [2].

При розробці конструкції зарядів врахували можливість просторового розташування зарядів в шпурі. Вибуховий пристрій виконано у вигляді поліетиленової трубки, яка має з'єднувальні елементи, що являють собою пластмасові насадки з гальмівними направляючими крильцями (оперенням) для розміщення трубки просторово по осі шпура, а також з'єднання трубок між собою, подовжуючи заряд за потреби.

Переваги цього пристрою полягають в тому, що при його використанні для видобування блокового каменю можливим стає проведення робіт у тріщинуватих масивах при збереженні міцнісних характеристик каменю в зоні тріщинуватості. Відсутність заряду безпосередньо в зоні тріщинуватості знижує радіальну дію тиску вибуху на цю ділянку і не призводить до подальшого розростання тріщини. Завдяки цьому здійснюється регулювання тиску вибуху по довжині шпуру, з урахуванням тріщин. Видобування блоків пропонованими розосередженими зарядами зменшує утворення тріщин, збільшує вихід якісних блоків і забезпечує збереження його монолітності.

Вибухові заряди виготовляються на місці проведення вибухових робіт шляхом дозування ручним шнековим змішувачем MUNSCH MAK-32 необхідної кількості пального компонента в пластикові трубки, попередньо виготовлені на підприємстві та заповнені сумішшю ПХК з каталізатором розкладання. Оскільки трубки заповнені невибуховим матеріалом, їх відправляють на кар'єри звичайним автомобільним або залізничним транспортом, де вони можуть зберігатися в

звичайних матеріальних складах. Горючі компоненти - дизельне паливо або нітромаган підприємства закупаються на місцевих заводах або АЗС.

Для перевірки якості виготовлення вибухових зарядів на місцях проведення вибухових робіт визначалась швидкість детонації за методом Дотриша. У всіх випадках заряди детонували надійно, швидкість детонації складала 1830 м/с.

На підставі якісного і кількісного аналізу газоутворення при вибуху, визначено, що токсичні гази типу NO_2 , CO і Cl_2 присутні в кількості до 0,13 моль/кг, внаслідок чого розроблені суміші є безпечними для навколишнього середовища, а також для працівників на кар'єрах.

Крім того, застосування методу інфрачервоної спектроскопії на основі перетворення Фур'є дозволило зробити висновок, що розподіл паливного компонента по висоті заряду є рівномірним. Також було встановлено, що для повного просочування перхлорату калію горючим компонентом у трубці діаметром 20 мм та висотою 400 мм необхідна витримка до 15–20 хв.

Проведені контрольні випробування низько енергетичних зарядів кар'єрного виготовлення в порівнянні з використанням димного порошу. Випробування проводили на території ТОВ «Буропідривник» м. Івано-Франківськ за стандартними методиками.

Для проведення експерименту в умовах кар'єру вибрали: метод вибухових робіт – шпурові заряди; висота уступу $H_u=6$ м; розміщення шпурів вертикальне; діаметр пробурюваного шпура $D_{шп} = 42$ мм для димного порошу та $D_{шп} = 32$ мм для низькоенергетичних зарядів; спосіб підривання електровогневий, за допомогою електродетонаторів ЕД – 8Ж; розміри моноліту 6х2х3 м.

Результати розрахункових експлуатаційних параметрів відбивання блокового каменю за допомогою розроблених низькоенергетичних зарядів у порівнянні з димним порохом, підтверджених експериментами, наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри параметрів відбивання блокового каменю

№	Використаний заряд	Довжина шпура, м	Діаметр шпура, м	Вага суміші на шпур, кг	Відстань між шпурами, м	Витрати на моноліт, кг	Кількість шпурів, шт
1	Димний порох	5,7	0,42	1,2	0,5	7,2	6
2	Розроблені заряди (ПХК+ДТ+MnO ₂)	4,0	0,32	1,3	0,6	6,5	5

Очікуваний річний економічний ефект від впровадження методу відбивання блокового каменю розробленими зарядами, що пропонуються виготовляти на місці проведення вибухових робіт, замість застосування димного порошу, складає 27320 грн. на видобування 1000 м³ блокового каменю.

Список літературних джерел:

1. Кравець В. Г., Коробійчук В. В., Зубченко О. А. Руйнування гірських порід вибухом: навч. посібник. Житомир: ЖДТУ, 2012. 328 с.

2. Zakusylo V., Romanchenko A. Potassium perchlorate – the component of the low-speed explosive composition // Metallurgical and Mining Industry, 2014. No 6. PP. 64–70.

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ В КРАЇНАХ НАТО

О.І. Колос, А.І. Березовський, С.Д. Шелепало

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки
Збройних Сил України,
cndi_ovt@mil.gov.ua

В останні десятиріччя в країнах НАТО розгорнута робота щодо подальшого вдосконалення інженерних боєприпасів. При цьому відпрацьовуються як нові типи і класи мін, так і більш досконала тактика встановлення мінних загороджень у всіх видах бойових дій. Їх ефективність перевіряється на навчаннях і штабних іграх. Основними факторами, що впливають на розвиток інженерних боєприпасів є: необхідність ураження важких броньованих гусеничних і колісних машин в борт на відстанях не менше 150 м;

можливість ураження повітряних цілей, що діють на малих і гранично малих висотах, бойових і десантних машин, що висаджуються на необладнаний берег чи форсують водні перешкоди;

розширення можливостей родів військ і видів збройних сил по дистанційному мінуванню за рахунок застосування касетних бойових частин з мінами до балістичних і крилатих ракет, керованих авіабомб касетного типу;

застосування осколкових ППМ, що мають високу ефективність дії, спільно з мінами інших типів з метою ускладнення противнику розвідки і подолання встановлених загороджень.

Аналіз даних і динаміки розробок, які проводилися за останні десятиріччя, показують, що найбільш важливими особливостями сучасного стану та перспективами розвитку інженерних боєприпасів є:

об'єднання зусиль в рамках НАТО по розробці та забезпеченню армій-учасниць блока інженерними боєприпасами та в цілому мінно-вибуховими засобами;

наявність єдиних ТТВ на розробку зразків та проведення спільних розробок виробів;

використання єдиної для всіх армій блоку стандартної документації (обліково-звітної) на використання мінно-вибухових засобів;

значне збільшення номенклатури інженерних боєприпасів, які вироблялись раніше вказаними країнами для продажу за кордон, що в значній мірі вплинуло на створення простих та безпечних у застосуванні мін з достатньою надійністю та низькою вартістю виробництва;

широке застосування сучасної електроніки з використанням мікромініатюрних комплектуючих виробів, мікропроцесорів і малогабаритних джерел живлення великої енергоємності та тривалого терміну зберігання.

Проведений аналіз технічних даних інженерних боєприпасів показав, що характерними напрямками по їх створенню та модернізації є:

а) в області протитанкових мін:

розробка протиднищевих мін, що дистанційно устанавлюються;

оснащення армій основних країн НАТО протитанковими протибортовими мінами другого покоління з використанням в якості основи табельного ручного протитанкового гранатомета. Міни споряджуються електронними неконтактними підриивниками, здатними виявляти броньовані цілі та забезпечувати їх ураження на відстанях не менше 150м;

продовження досліджень по розробці протитанкових протидахових мін третього покоління, які встановлюються дистанційно і здатні виявляти, розпізнавати та уражати броньовані цілі, що рухаються;

б) в області протипіхотних мін:

розробка та серійне виробництво осколкових мін, основну частину яких складають міни направленої ураження;

розробка мін, які встановлюються ЗДМ одночасно з протитанковими мінами;

в) в області протиавіаційних мін:

дослідження по забезпеченню можливості створення МВЗ в повітряному просторі на висотах від 300 до 1000 м;

розробка мін, які дистанційно встановлюються для ураження цілей на аеродромах;

розробка та дослідження ефективності противертолітних мін;

г) в області спеціальних мін:

розробка та створення сучасних протидесантних мін, які встановлюються на узбережжі та на широких водних перешкодах дистанційним способом;

визначення ефективності нових диверсійних мін, призначених для виведення з ладу човнів та інших плавзасобів або бойової техніки, що самостійно долає водну перешкоду;

пошук шляхів збільшення ефективності сигнальних (освітлювальних) мін.

З усього комплексу засобів інженерного озброєння інженерні боеприпаси продовжують залишатися предметом найбільшої уваги. Це особливо характерно для армій основних держав НАТО – США, Німеччини, Великобританії, Франції та Італії.

Із держав, що не входять в блок НАТО, найбільшу активність в їх створенні виявляють Австрія, Швеція, Ізраїль, Росія та Китай. Держави, що володіють меншим промисловим потенціалом, активно вивчають все більш зростаючий ринок мінно-вибухових засобів та закупляють для своїх армій крупні партії сучасних зразків або право на їх виробництво своїми силами.

СУЧАСНІ КУМУЛЯТИВНІ ЗАРЯДИ І ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

Ю.І. Войтенко, П.А. Гонтар

Український державний геологорозвідувальний інститут,

НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського

voytenkou@gmail.com

Переважна кількість застосувань кумулятивних зарядів відноситься до техніки спеціального машинобудування - військової справи. Заряди цивільного призначення застосовують в геологорозвідувальній, нафтовій та газовій галузях промисловості. Інколи – у вибуховій справі, в будівельній та гірничодобувній галузях. В сучасних конструкціях зарядів для виготовлення облицювань, в англомовній літературі і далі за текстом – лайнерів, використовують порошки важких металів, а також лайнери із суцільних заготовок. Переважно – мідь, нікель, молибден, вольфрам, тантал та їх композити. Відомо, що одним із основних параметрів роботи кумулятивного заряду є глибина пробиття мішені. Вона визначається переважно конструкцією заряду, швидкістю детонації вибухової речовини, матеріалом лайнера та точністю виготовлення деталей заряду, зокрема лайнера. Ряд конструкцій кумулятивних зарядів утворюють не

струмені, а ударні ядра (УЯ), які рухаються в декілька разів повільніше, ніж КС і мають масу, яка дорівнює масі лайнера. Основна відмінність між конструкціями, які утворюють КС і УЯ, – форма лайнера. У першому випадку – це конус з гострою вершиною, або тіло обертання за формою наближене до нього (параболоїд, еліпсоїд тощо). В другому випадку – сферичний сегмент, еліпсоїд з меншою віссю вздовж осі симетрії заряду, або конус з тупим кутом у вершині. Можливі проміжні варіанти форми лайнерів для утворення високошвидкісних компактних ударників (КУ), зокрема циліндросферичні лайнери [1].

Дія КС, УЯ або КУ на мішень кінетичною енергією перерахованих об'єктів у вільному польоті, а також додатковою енергією, яка виділяється в осередку взаємодії КС, УЯ або КУ з мішенню. Додаткова енергія при проникненні КС, УЯ або КУ в мішень виділяється завдяки двом чинникам:

- пористості, яка є в матеріалі лайнера і, відповідно, ударника;
- енергетичним добавкам, які є в складі матеріалу лайнера (Al, Mg, B або їх сполуки) [2, 3].

Наявність пористості дозволяє збільшити глибину і об'єм кратера в 1,8 – 1,9 раза в порівнянні із суцільним матеріалом (Al, Cu). Це також підтверджує результат, отриманий в роботі [4]. При ударі пористим ударником із композиту W-Ni-Fe-Co глибина проникнення його в сталеву мішень і об'єм кратера майже в 2 рази більші, ніж при ударі ударником із суцільного сплаву ВНЖ-90 (W-Ni-Fe). Швидкість удару ≈ 2800 м/с.

Наявність енергетичної добавки (Al) в композитах Cu-Al, Ni-Al, W-Cu-Pb-Al дозволяє збільшити об'єм кратера на 20-80%. Виділення додаткової енергії в осередку удару повинно збільшувати за броньову дію заряду. Наявність пористості в матеріалі циліндричного лайнера (ЦЛ) забезпечує кумулятивну течію при сплескуванні в той час, як при сплескуванні ЦЛ із суцільного матеріалу кумулятивна течія не утворюється [5].

Для підвищення ефективності і потужності дії на ціль перспективною є двошарова конструкція заряду, яка дозволяє збільшити лідируючої частини КС на 25 – 30% [6]. Складовими задачами для розробки такого заряду є вибір або розробка вибухових матеріалів (ВМ) для зовнішнього і внутрішнього зарядів, матеріалу і форми лінзи для утворення Махівської хвилі на осі симетрії, оптимізація форми лайнера.

Для підвищення кінетичних характеристик УЯ із низько сферичних лайнерів використовується позацентровий спосіб ініціювання детонації [7, 8]. Резервом підвищення ефективності КЗ є також підвищення швидкості детонації ВМ [9].

Цей короткий огляд дозволяє сформулювати деякі перспективні напрями підвищення ефективності КЗ:

оптимізація складу матеріалу і технології виготовлення лайнерів для отримання стабільних пористих УЯ і КС, а не порошкового потоку часток;

- оптимізація форми лайнера у двошаровій конструкції КЗ, форми і матеріалу лінзи в такому заряді;
- вибір або розробка високоенергетичних матеріалів для такої конструкції КЗ;
- використання інтелектуальних матеріалів в складі лайнера та інертних лінз для двошарових конструкцій, які збільшують потужність дії УЯ і КС на перепону;

- розробка нових вибухових матеріалів з швидкостями детонації, які перевищують найбільш відомі і розповсюджені на сьогодні: тротил, гексоген, октоген.

Для подальшого вдосконалення кумулятивних зарядів, зокрема для військової справи необхідне фінансування НДР і НДДКР в межах програм фундаментальних та прикладних досліджень так, як це робиться в технологічно розвинутих країнах (КНР, РФ та ін.).

Список літературних джерел

1. Федоров С.В., Баянова Я.М., Ладов С.В. Численный анализ влияния геометрических параметров комбинированной кумулятивной облицовки на массу и скорость формируемых взрывом компактных элементов // Физика горения и взрыва. – 2015. – т. 51, №1. – С. 150-164.
2. Войтенко Ю.И. Механическое действие кумулятивных зарядов с пористыми облицовками / Ю.И. Войтенко, С.В.Гошовский, А.Г. Драчук, В.П. Бугаец // Физика горения и взрыва. – 2013. – т. 49, № 1. - С. 125 – 131.
3. Войтенко Ю.И. Бугаец В.П. Влияние алюминия на ударные свойства композитных кумулятивных струй // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»– 2016. - Вып. 30. - С. 36-48.
4. А.Н. Ищенко, С.А. Афанасьева, Н.Н. Белов, В.В. Буркин, К.С. Рогаев, А.Ю. Саммель, А.Б. Скосырский, А.Н. Табаченко, Н.Т. Югов Особенности высокоскоростного проникания ударника из пористого сплава основе вольфрама с упрочняющим наполнителем в стальную преграду // Письма в журнал технической физики. - 2017. – Т. 43, В.17. – С. 41 - 47.
5. Тришин Ю.А, Кинеловский С.А. О влиянии пористости на кумулятивное течение // Физика горения и взрыва. – 2000. – т. 36, №2. – С. 122-132.
6. С. Чжан, Л.Цяо // Физика горения и взрыва. – 2011. – т. 47, №2. – С. 128-136.
7. Тимошенко А.Б., Чепков И.Б. Моделирование функционирования боевых частей, содержащих снарядоформирующиеся элементы // Военно-технический сборник. – 2011. – Вып.2. - №5. – С. 73 – 81.
8. Я.-Д. Ли, Ю.-С. Дун, Ш.-Ш. Фэн Численное исследование влияния на способность стержнеподобной струи к ударному инициированию // Физика горения и взрыва. – 2012. – Т. 48, №6. – С. 64-69.
9. М.Б. Талавар, Р. Сивабалан, С.Н. Астана, Х. Сингх Новые сверхмощные энергетические материалы // Физика горения и взрыва. – 2005. – Т. 41, №3. – С. 29-35.

КОНЦЕПЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ НАВІГАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ, ЯКИЙ ФУНКЦІОНУЄ ТРИВАЛИЙ ЧАС В УМОВАХ ВІДСУТНОСТІ КОРЕКЦІЇ ВІД ГНСС

І.В. Звершховський, М.І. Васьківський, О.В. Зубарєв

Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України
cndi_ovt@mil.gov.ua

У практичних випадках часто зустрічаються приклади, коли неможлива корекція НК снаряду внаслідок тимчасової відсутності сигналу від зовнішнього джерела інформації. Сигнали супутникових навігаційних систем схильні до дій активних і пасивних перешкод. Тому можуть виникнути інтервали польоту снаряду, коли отримувати достовірну навігаційну інформацію неможливо. При відсутності сигналів від системи GPS або ГЛОНАСС для корекції інерційної системи (ІНС) використовуються інші датчики, наприклад датчики кутових прискорень. Велике число різних систем і датчиків навігаційної інформації дозволяє здійснювати комплексну обробку інформації. Спільна обробка інформації від декількох датчиків або систем є її комплексуванням. Сукупність алгоритмічно пов'язаних навігаційних систем і датчиків називається навігаційним комплексом. Навігаційний комплекс являє собою сукупність систем і датчиків, в основу принципу дії яких покладені різні фізичні закономірності. Ці системи об'єднані алгоритмічно. Найбільш поширеною схемою НК повинна бути ІНС, прийнята за базову систему з кілька датчиками зовнішньої інформації, а також з використанням алгоритмів комплексування і оцінювання. Алгоритми комплексування - алгоритми обробки сигналів від використовуваних навігаційних систем і датчиків. Збільшення числа вимірювальних систем теоретично дозволяє з великою точністю отримувати інформацію про навігаційні параметри об'єкта. На практиці при використанні систем з різними точнісними характеристиками і внаслідок недосконалої алгоритмічного забезпечення точність визначення навігаційної інформації знижується. Тому за допомогою алгоритмів комплексування виділяються системи, що дозволяють отримати найбільш достовірну інформацію про навігаційні параметри снаряду РСЗВ, або в процесі спільної обробки сигналів з різних систем виділяється найбільш достовірною інформацією. Точність коректованих ІНС в значній мірі залежить від похибок зовнішнього джерела інформації і похибок використовуваного алгоритму, зокрема від адекватності математичної моделі похибок ІНС. При тривалому функціонуванні ІНС без корекції кути відхилення ГСП наростають, в результаті чого з'являється неадекватність математичної моделі реальному процесу зміни похибок ІНС. Тоді застосовують корекцію ІНС в структурі системи за допомогою алгоритмів управління. Похибки в структурі ІНС, як правило, компенсують за допомогою адаптивних регуляторів. Недоліком цього підходу є висока чутливість схеми до погрешностей визначення ІНС.

Якщо джерела зовнішньої інформації відключені, то корекція навігаційних систем проводиться за допомогою алгоритмів прогнозу. В цьому випадку необхідно скористатися деякою прогнозуючою моделлю або сформулювати модель на борту снаряду РСЗВ в польоті. З використанням моделі здійснюється прогноз похибок навігаційної системи, потім спрогнозовані оцінки похибок застосовуються в відомих схемах корекції.

Для підвищення точності функціонування ІНС в автономному режимі необхідно побудувати математичну модель похибок ІНС в попередньому режимі коригування, здійснити прогноз похибок і використовувати його в вихідній інформації для компенсації похибок. Це завдання доцільно вирішувати алгоритмічно на борту снаряду, так як можна скоротити временні та матеріальні витрати, використовуючи системи сучасного рівня точності. Реалізація алгоритмів на борту снаряду в бортовий цифровий обчислювальній машині (БЦОМ) накладає на них специфічні вимоги, основною з яких є малий обсяг машинної пам'яті, що відводиться для реалізації алгоритмів.

Прогнозуючі моделі використовуються в схемах корекції навігаційних систем при зникненні сигналів від зовнішніх вимірювальних систем. При короткостроковому зникненні вихідних сигналів ІНС, GPS або ГЛОНАСС та інших систем зазвичай застосовуються апріорні моделі для прогнозування корисного сигналу. Для ІНС можуть бути використані апріорні моделі. В умовах тривалої відсутності сигналів від зовнішніх вимірників апріорні моделі з плином часу стають неадекватними реального процесу зміни похибок ІНС. Тому моделі похибок ІНС необхідно формувати в процесі функціонування снаряду. Методи побудови моделей відомі і відрізняються за точністю і обсягом машинної пам'яті, необхідної для реалізації в БЦОМ. Найбільш простими методами є різні модифікації лінійних трендів. До більш складних методів належать різноманітні нейронні мережі, алгоритми самоорганізації і генетичні алгоритми. Які дозволяють побудувати високоточні моделі, але вимагають більшого часу і значного обсягу машинної пам'яті БЦОМ.

Нейронні мережі дозволяють формувати моделі досліджуваних об'єктів з досить високою точністю, але вимагають при цьому тривалого часу для реалізації процесу навчання.

Робота генетичного алгоритму є ітераційним процесом, який триває до тих пір, поки не реалізується задане число поколінь селекції або будь-якої іншої критерій зупинки. На кожному поколінні генетичного алгоритму відбувається відбір, кросинговер і мутація. Використання тільки генетичного алгоритму для вирішення завдання неефективна, так як пошук оптимального значення параметрів апроксимуючої функції проводиться недостатньо цілеспрямовано.

Знайти глобальний мінімум, в загальному випадку, досить важко внаслідок наявності значної кількості локальних екстремумів і таке завдання вимагає великих обчислювальних витрат при практично повному переборі можливих рішень із заданою точністю. Таким чином, перераховані найбільш популярні класичні методи побудови моделей похибок ІНС. З урахуванням особливостей реалізації алгоритмів в БЦОМ перевагу доцільно віддавати алгоритмам самоорганізації. Метод самоорганізації можна використовувати в умовах мінімального обсягу апріорної інформації, а також без урахування деяких істотних факторів. Такий метод можна застосовувати в умовах перевищення (в кілька разів) перешкод корисного сигналу.

Можливість прогнозування без врахування деяких визначальних чинників пояснюється тим, що в складних системах фактори корельовані між собою. Отже, вимір одного фактора містить інформацію про інші фактори, що пов'язані з вимірюваним фактором. У режимі коригування компенсація похибок ІНС здійснюється в вихідному сигналі системи із застосуванням адаптивних алгоритмів оцінювання. При використанні в НК снаряду декількох датчиків

навігаційної інформації необхідно проводити селекцію вимірювальної інформації за допомогою алгоритмів комплексування. Компенсація погрешностей ІНС в автономному режимі на основі інформації, отриманої в попередньому режимі коригування, здійснюється у вихідному сигналі за допомогою прогнозуючих моделей. При короткостроковому прогнозі використовуються апріорні моделі і лінійні тренди. Для довгострокового прогнозу моделі повинні будуватися на борту снаряду.

Таким чином, авторами розглянуті концептуальні алгоритмічні методи підвищення точності навігаційної інформації. Для корекції автономних ІНС доцільно використовувати алгоритми компенсації похибок за допомогою інформації, отриманої з датчиків кутів прецесії.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ

І.Б. Чепков, С.Я. Мосійчук, А.П. Коленніков, С.В. Лапицький

Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України
cndi_ovt@mil.gov.ua

На даний час багато наземних цілей оснащується засобами захисту від ураження КАС. Для захисту від таких снарядів використовуються активні і пасивні методи. Підвищення проти снарядної стійкості броньових конструкцій пов'язують з використанням нових металевих й неметалевих матеріалів, одержуваних на основі сучасних технологій, з подальшим розвитком конструкцій броньових перешкод, зокрема комбінованої броні. На практиці прагнуть застосовувати такі конструкції, які не просто роблять пасивний опір тілу, що проникає (сердечника підкаліберного снаряду, кумулятивного струму), а дестабілізують його, викликають підвищену витрату енергії. Одним із способів досягнення такого ефекту є використання в конструкції броньового захисту зарядів вибухової речовини. Цей спосіб отримав назву «динамічний захист» (іноді зустрічається термін «реактивна броня»). Елементи динамічного захисту можуть встановлюватися зовні танка в навісному виконанні або між броньованими листами. Порівняно новим є підвищення захищеності танків за рахунок застосування так званих систем активного захисту (САЗ). Її суть полягає у впливі будь-яким способом на випущений в танк снаряд, з тим, щоб змінити його траєкторію, утруднити попадання в ціль, різко знизити ефективність дії. До активних методів при використанні оптико-електронних засобів наведення КАС відноситься використання аерозольних і димових засобів, що послаблюють випромінювання, що проходить через них, в 10...12 разів. Аерозольні засоби також мають досить високі маскуючі властивості в ультрафіолетовій, видимій та ближній частині ІЧ спектру електромагнітних випромінювань. Прикладом таких засобів є російська система «Штора» і французька система «Galix», яка забезпечує після підриву спеціальних боєприпасів аерозольне прикриття цілі аерозольною завісою з наступними характеристиками: дальність постановки завіси 50...100 м; ширина завіси 25...40м; висота завіси до 30 м; час формування завіси 2...3 с; час існування завіси 20...30 с. Так комплекс оптико-електронного придушення ТШУ1-7 «Штора-1» захищає танк від протитанкових ракет з командними напівавтоматичними системами наведення («ТОУ», «ХОТ», «Мілан», «Дракон»), ПТУР з лазерним напіваактивним самонаведенням (AGM-65 «Мейєрвік»),

«Хеллфайр» і т.і.) і КАС «Копперхед-2», «Краснополь-2М», «Квітник-Е». Комплекс значно знижує ймовірність попадання в об'єкт, що захищається: ракетами з напівавтоматичними командними системами управління - в 3...5 разів, ракетами з лазерними ГСН, а також КАС - в 4...5 разів, артилерійськими снарядами при використанні ЛЦД під час стрільби - в 1,5 рази. До складу комплексу входить станція оптико-електронної протидії ТШУ-1 і система постановки аерозольної завіси. Станція оптико-електронного придушення є джерелом модульованого ІЧ випромінювання з параметрами, близькими до параметрів теплових трасерів ПТРК типу «Дракон», «ТОУ», «ХОТ», «Мілан». Впливаючи на ІЧ приймач напівавтоматичної системи наведення протитанкового комплексу, вона, перебиваючи поле зору (апаратних і візуальних) систем наведення, зриває наведення ракет. Станція оптико-електронного придушення призначена для організації хибних сигналів в контурі управління протитанкових снарядів з напівавтоматичними командними системами наведення і забезпечує: постановку перешкод у вигляді модульованого інфрачервоного випромінювання в секторі $\pm 20^\circ$ від осі каналу ствола по горизонту і на $4,5^\circ$ - по вертикалі, що впливає на напівавтоматичну систему управління ракетою. Система постановки аерозольної завіси, призначена для зриву атаки таких ракет, як «Мейверик», «Хеллфайр» і артилерійського коригованого 155-мм снаряда «Копперхед», реагує на лазерне випромінювання в межах 360° по азимуту і від -5° до $+25^\circ$ у вертикальній площині та забезпечує автоматичний відстріл аерозолеутворюючої гранати в напрямку джерела лазерного підсвічування і перекриття цього напрямку аерозольною завісою, визначення напрямку на джерело лазерного підсвічування і видачу команди на поворот вежі танка в зазначеному напрямку, світлову і звукову сигналізацію при опроміненні танка ЛЦД, постановку перед танком маскуючої аерозольної завіси. До її складу входять два оптичних блоки прийому лазерного випромінювання й точного цілевказування ТШУ-1-11, два здвоєних оптичних блоки грубого цілевказування ТШУ-1-1 і аерозольні гранати ЗД17, які вистрілюються зі стандартних 81-мм пускових установок системи дистанційної постановки димової завіси «Туча» (12 мортирок укріплені по бортах корпусу з кутом нахилу 12° до горизонту). Оптичні блоки змонтовані на вежі таким чином, щоб забезпечити прийом лазерного випромінювання в секторі 360° . Отриманий сигнал з великою швидкістю обробляється блоком управління, при цьому визначається напрямок на джерело опромінення. Система автоматично визначає оптимальну пускову установку, виробляє електричний сигнал, пропорційний куту, на який слід одвернути вежу танка з гранатометами і видає команду на відстріл гранати, що утворює аерозольну завісу на видаленні 55...70 м через три секунди після відстрілу.

Аерозольна хмара тримається близько 20 секунд. Станція оптико-електронного придушення діє тільки в автоматичному режимі, а система постановки аерозольної завіси - в автоматичному, напівавтоматичному і в ручному режимах. Система «Штора» має наступні тактико-технічні характеристики: ймовірність зриву прицільного наведення протитанкової зброї типів АТЛС, ТАДС, Пейві-СПАЙК - 0,85 днем; ймовірність зриву керованих ракет з лазерної ГСН типу «Мейверик», «Хеллфайр» - 0,8; ймовірність зриву КАС типу «Копперхед-2», «Краснополь-2М» - 0,8; ймовірність зриву наведення ЛЦД з електронно-оптичним модулятором - 0,8...0,9; ймовірність зриву наведення протитанкових керованих ракет з телевізійними головками типу «Мейверик»,

«Хелфайр» - 0,54; ймовірність зриву наведення протитанкових керованих ракет типу «Милан», «Хот» - 0,6; підвищення ймовірності захисту від артилерійських систем з лазерними далекомірами - 1,3...3 рази. Французька фірма «Matra Systimes & Information» розробила спеціальний передавач ІЧ перешкод EIREL, що забезпечує постійний захист від широкої номенклатури протитанкових ракет з ІЧ системами наведення [6]. Ця система, так само як і наша «Штора», стала розгортатися в період війни в Перській затоці. Ізраїльська система протидії POMALS є багато ствольним гранатометом для постановки димових завіс та має станцію активних перешкод Violin Mk 1. POMALS, складається з двох платформ, які можуть бути змонтовані на кожній стороні танка. Вона забезпечує захист в секторі 360°. Кожна платформа містить 6 пускових установок, за допомогою яких можна випускати димові гранати, дипольні перешкоди, ІЧ помилкові цілі і т.і. У стандартному варіанті 3 гранати створюють димовий екран 50 м шириною, 8 м заввишки на відстані 70 м від танка за 2 секунди. Час існування димової завіси від 30 до 90 секунд в залежності від погодних умов. Система POMALS при спрацьовуванні датчика LWS-2 автоматично повертає башту танка «Меркава-МК 3» в потрібному напрямку і виробляє відстріл захисних гранат. Тобто діє аналогічно системі «Штора» танка Т-90С. На танку «Меркава-МК 3» встановлено 16 пускових труб з розворотом осей в секторі 20°. Станція активних (електрооптичних) перешкод Violon Mk 1 ефективна проти таких ракет (ПТУР), як «ТОУ» і здатна працювати в умовах бою. Комплекси індивідуального захисту від ВТЗ з лазерною системою наведення включають в себе наступні елементи: датчик лазерного опромінення; датчик швидкості і напрямку вітру; засоби постановки локальних перешкод підсвічуванню цілей і голівкам самонаведення КАС. На практиці ідея активного захисту реалізується за трьома напрямками. По-перше, це створення перешкод оператору, який веде вогонь, і системі управління ракетою (снарядом); по-друге, це відведення керованих, в тому числі самонавідних, снарядів за допомогою швидко встановлюваних помилкових цілей і, нарешті, вплив на снаряд, що підлітає до танку, з метою його руйнування. На даний час фахівцями провідних країн світу інтенсивно розробляються САЗ броньованих об'єктів. Найбільш активно НДДКР зі створення таких систем ведуться в Ізраїлі, ФРН і США.

Ураження КАС у відомих САЗ проводиться осколками спеціального боеприпасу, який вистрілюється назустріч снаряду, що підлітає, або вибуховою хвилею заряду, що підриває вибухову речовину на об'єкті; при цьому уражається, як правило, БЧ або вибуховий пристрій. Ураження КАС з кутами пікірування більше 15° подібними САЗ малоймовірно внаслідок вражаючої дії САЗ переважно в горизонтальній площині на невеликих відстанях від об'єкта (до 10 м), на яких ураження системи наведення практично не впливає на ймовірність попадання КАС в об'єкт, а також через недостатню уразливість осколково-фугасної БЧ і вибухового пристрою в товстостінному корпусі.

Більш небезпечною для пікіруючих КАС є протиракетна САЗ TAMS (Tank Anti-Missile System), що розроблена фірмою «Марконі» (Великобританія) для захисту танків і інших броньованих об'єктів. Мінімальне завдання системи TAMS - збивати з курсу керовані снаряди, що підлітають до танка [7]. При цьому коефіцієнт захищеності танка системою TAMS складає 0,75 [4]. У зв'язку з цим стає актуальною задача обліку впливу систем типу TAMS на ефективність вражаючої дії КАС по броньованих цілях.

Автономна система TAMS розміщується на башті танка і включає два спарених 7,62-мм кулемети із загальним темпом стрільби 20с^{-1} , РЛС виявлення снаряда, РЛС управління вогнем міліметрового діапазону (94 ГГц) та конструктивно виконана у вигляді легкої автономної вежі з кулеметами і антенами РЛС. Система TAMS за даними робіт [110, 113] забезпечує ефективну дальність стрільби по КАС 600...900 м і відкриває вогонь автоматично по будь-якому боеприпасу, що наближається до танку в діапазоні кутів пікірування $0...90^\circ$. Боекомплект системи має 400 патронів на 20 черг. Загальна скорострільність 1200 постр./хв. Для реальних значень ефективної площі розсіювання 152-мм КАС ($0,01...0,1\text{м}$, $NF=100$, $L=4$) і оцінок енергетичних характеристик САЗ, очікуване значення дальності захоплення КАС типу «Краснополь» складе 300...500 м. При цьому ймовірність подолання САЗ буде дорівнювати 0,6...0,95, що відповідає коефіцієнту захищеності танка 0,05...0,4. Для підвищення ймовірності подолання подібних САЗ доцільно знижувати ефективну площу розсіювання з метою зменшення дальності виявлення і захоплення КАС, що підлітає, шляхом нанесення спеціальних покриттів на відсік управління, а також обстрілювати танки з САЗ змішаним залпом з некерованих і керованих артилерійських снарядів для зниження ймовірності захоплення КАС. Ізраїльська САЗ передбачає установку датчиків на верхній поверхні корпусу танка. Датчики, через центральний мікропроцесор з'єднані з мортирками, що розміщені зовні танка. При підльоті снаряда до танку мікропроцесор подає команду на одну з мортирок для здійснення пострілу захисного снаряда. TAAS - Israel Industries продемонстрували активну систему захисту (DAS) від протитанкової керованої зброї - ARPAM (активний броньовий захист проти керованих протитанкових ракет). Технологія ARPAM складається з двох ключових елементів: системи раннього попередження і детектора; системи реагування для прийняття контрзаходів. Система раннього попередження являє собою індикатор лазерного опромінення LWS-2, два детектора і пасивну електрооптичну систему Piano виробництва TAAS - Israel Industries. Індикатор лазерного опромінення LWS-2 проводиться фірмою AMCORAM і є складовою частиною стандартного устаткування танка «Меркава-МК 3». На башті танка встановлено три таких системи, що забезпечують огляд 360° . Цей індикатор попереджає не лише про лазерне, а й електромагнітне опромінення. Система Piano розташовується навколо вежі і може сканувати 360° . Вона виявляє підлітаючі снаряди (ракети) і визначає напрямки атаки. Оскільки система працює в пасивному режимі, її неможливо виявити звичайними засобами. Крім того, система Piano може також бути використана для виявлення снарядів (ракет) класу "повітря - повітря" і "земля - повітря". Шведська фірма «Бофорс» провела дослідження із створення сімейства модулів самозахисту бронетанкової техніки від ракет. Ракета, що підлітає, виявляється інфрачервоним, лазерним або радіолокаційним датчиком і уражається снарядом калібру 90...100 мм, які мають відповідний датчик виявлення. У США роботи із створення САЗ велися в 80-90 роках під керівництвом управління перспективних досліджень, а основним розробником була фірма «Дженерал дайнемікс». У 1995 році в рамках програми МО США «Засоби підвищення живучості БТТ» фірма «Юнайтед дефенс» розробила САЗ IDS (Integrated Defense System) для танка M1A1 «Абрамс», призначену для знищення ПТУР, що підлітають до танка, а також для постановки перешкод системам їх наведення. САЗ IDS встановлено на БМП M2A3, БТР

AAAV (Advanced Amphibious Assault Vehicle) і перспективні зразки бойових розвідувальних машин й основні бойові танки. В даний час в США розроблена САЗ APS (Active Protection System) в рамках програми перспективної бойової системи FCS. APS, що повинна забезпечити протидію ПТУР противника на підльоті, а також засобам ураження з верхньої півсфери, таким як самонавідні артилерійські суббоєприпаси. Проведено випробування кілька типів систем APS, здатних вражати кумулятивні снаряди і снаряди кінетичної дії шляхом запуску контр боєприпасів.

Американська фірма «Рокуелл» провела дослідження в області створення протиракет SLID, здатних вражати ракету або артилерійський снаряд, що підлітають до танку. Протиракета SLID - це радіоелектронний комплекс, що містить блок виявлення цілі, блок стеження за ціллю та управління, двигун і потужну бойову частину, здатну вражати ракету, міну або артилерійський снаряд, що наближаються до об'єкту, який захищається. В даний час в рамках програми FCS відпрацьована САЗ повного спектра FSAP (Full Spectrum Active Protection). У 2000 році на міжнародній виставці «Євросаторі» німецька фірма «Діль» вперше представила САЗ танка AKESS, здатну вражати підлітають боєприпаси з кумулятивною БЧ (HEAT) і бронебійні підкаліберні оперені снаряди з піддоном, що відокремлюється (APFSDS). До складу системи увійшли дві РЛС, розташовані на вежі танка поруч з двома пристроями для пуску осколково-фугасних гранат. Вибухова хвиля повинна викликати відхилення боєприпасу противника від оптимального кута атаки і, відповідно, зниження його бронепробивного дії. САЗ AKESS пройшла випробування в 1999 році. Французька фірма «Жіат» спільно з фірмою «Тейлс» розробила САЗ «Спатем» для оснащення танків «Леклерк» і AMX-30B2. САЗ «Спатем» включає комплекс електромагнітних та ІЧ датчиків, які здійснюють контроль пуску протитанкових ракет, а також систему управління й протидії снарядам і ПТУР, що підлітають. Протидію надає протиракетна система, що представляє собою систему фрагментарних зарядів і металевих модулів, що захищають танк.

Вперше принцип активного захисту танків в СРСР був сформульований в Центральному конструкторському бюро (ЦКБ-14) (м. Тула) на початку 60-х років. До російських САЗ танків відносяться комплекси «Арена», «Дрозд», «Азот», «Шатер» і «Дош».

На виставках озброєнь «УралЕкспоАрмз» неодноразово демонструвався комплекс «Арена-Е», розміщений на БМП-3. Його параметри: ймовірність ураження ПТУР - 0,85; дальність виявлення ПТУР - 50 м; сектор дії - 270°; дальність ураження - 33...36 м; тип боєприпасу, що вражає - осколковий; час від виявлення до ураження - 70 мілісекунд; час готовності до повторної атаки - 0,2 сек.; час перезарядження - 15 хвилин.

Комплекс «Арена» (рис. 1) призначений для установки на танки та має наступні характеристики: сектор виявлення цілей - 300°, (за даними «Військового параду» сектор захисту по азимуту до 270°); час автоматичної активації системи - 0,05 сек.; дальність виявлення цілей в заданому діапазоні швидкостей - 50 м; дальність до цілі при видачі команди на ураження - 7,8...10,6 м;



Рис. 1. Комплекс активного захисту танків «Арена»

Типи цілей, що уражаються, - ПТУР, протитанкові гранати. Виявлення цілей радіолокаційне, режим роботи автоматичний. Сектор захисту за азимутом $\pm 90^\circ$. Маса з врахуванням проти кульного бронювання зовнішніх елементів – біля 1000 кг. Час реакції – 0,05 с; відстань підриву захисного боеприпасу від цілі - 1,3...3,9 м; тип захисного боеприпасу - аналогічний міні Claymore; розмір небезпечної зони для піхоти супроводу – 20...30 м; діапазон швидкостей цілей, що уражаються – 70...700 м/с; вартість комплексу «Арена» - близько 300000 доларів США.

САЗ 1030М «Дрозд» встановлена на танку Т-55 в 1983 році. «Дрозд» має 8 напрямних, по 4 з кожного боку башти. Захисний сектор забезпечується по азимуту 80° та розі місця 20° . Ракета калібром 107 мм важить 9 кг, початкова швидкість 190м/с. Підрив захисної ракети відбувається на відстані від 7 до 8 метрів від танка. Система дозволяє забезпечити перехоплення ракет, що летять зі швидкістю від 70 до 700 м/с. При підриві БЧ ракети утворюється осколкове поле в куті $\pm 30^\circ$.

Швидкість осколків 1600 м/с, вага осколка близько 3м. Щільність осколкового поля 120 осколків на кв. метр на відстані 1,5м. Час супроводу цілі 0,35 с, час готовності до відбиття повторної атаки 0,35 с, час перезарядження системи 15 хв. Частотний діапазон локатора - СВЧ. Вартість системи «Дрозд» становить близько 30000 доларів США. В Афганістані система «Дрозд» дозволяла протидіяти протитанковим засобам типу ручного протитанкового гранатомета (РПГ) з вірогідністю близько 80%, що підвищує виживаність танка на поле бою в 1,2...1,5 рази. Екранна характеристика ПТУР з бронепробивальністю 700 мм показана на рис. 2.

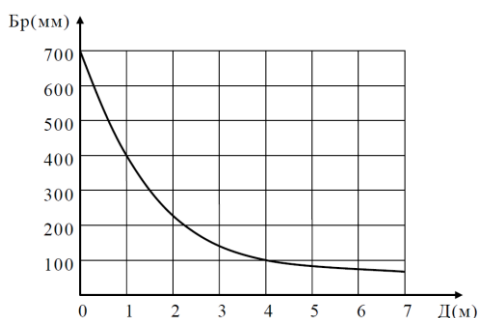


Рис. 2. Екранна характеристика ПТУР з бронепробивальністю 700 мм

З рисунка видно, що при дистанції спрацьовування осколково-фугасного снаряду в 6м, залишкове броне пробиття становить менше 100 мм. Таким чином, всі наведені пасивні системи захисту призначені для оборони в основному від ПТУР і звичайних артилерійських снарядів. На відміну від них системи активного захисту призначені для оборони об'єктів від КАС. Слід зазначити, що стаціонарні

неброньовані цілі найімовірніше будуть захищені системою пасивного захисту, або САЗ з танків охорони об'єктів. Класифікація розглянутих систем захисту наведена на рис. 3.



Рис. 3. Класифікація систем захисту

«Заслон» - український комплекс активного захисту (КАЗ) для бронетанкової техніки. Розроблений ДП БЦКТ «Мікротек» спільно з іншими українськими підприємствами. Комплекс призначений для захисту бойових машин від тонкостінних протитанкових засобів, зокрема, протитанкових керованих ракет (ПТКР) та протитанкових гранат (РПГ), кумулятивних засобів ураження танкових і протитанкових гармат, а також бронебійних оперених підкаліберних снарядів. На рис. 4. показаний КАЗ «Заслон» на польському танку «Anders».



Рис. 4. Польський танк «Anders» з КАЗ «Заслон»

Комплекс активного захисту «Заслон» під час створення був спроектований та мав позбутись недоліків попереднього покоління комплексів активного захисту радянського «Дрозд» та російського «Арена». Станом на 2016 рік комплекс не був на озброєнні української армії через брак державного фінансування. Від початку в комплексах активного захисту «Заслон» та «Шершень» частка складових російського походження становила до 80%. З початком російсько-української війни взимку 2014 року їхнє постачання припинилось. Розробникам довелося шукати заміну від інших постачальників і в результаті їм вдалось замінити на складові американського виробництва цивільного призначення. Роботи над новим приймально-передавальним модулем були завершені в 2017 році. Під час міжнародної виставки «Зброя та безпека-2017» з турецькою компанією Aselsan був підписаний перший експортний контракт на поставку цих комплексів для Туреччини. Тут вони будуть відомі під назвою Pulat для обладнання ними танків М60-А3 Sabra. В травні 2018 року на фірмі Aselsan з'явилися модернізовані танки М60 із вже встановленими комплексами активного захисту. Комплекс активного захисту «Заслон» створює на безпечній відстані від об'єкту, що захищається, активну зону захисту, в якій знешкоджуються атакуючі об'єкт реактивні протитанкові гранати (ПГ-7, ПГ-7ВР, ПГ-9 тощо), протитанкові керовані ракети -

ПТКР, артилерійські кумулятивні снаряди калібром до 125 мм (на швидкостях до 1200 м/с), бронебійні підкаліберні снаряди та інші протитанкові засоби. Встановлення комплексу «Заслон» не погіршує бойових та експлуатаційних характеристик носія, дозволяючи підвищити безпеку екіпажу більш ніж в два рази. Модулі можуть бути розташовані по периметру бойової машини для кругового захисту, а також встановлені на башті. Навісне розміщення модулів дозволяє легко пристосувати комплекс до різних типів танків, бронемашин чи стаціонарних об'єктів. Зросла кількість модулів на одну машину до шести штук (раніше можна було встановлювати лише один модуль на борт). Була усунута проблема одночасного спрацювання декількох модулів. Оновлений комплекс активного захисту підходить як для танків, так і для легкої бронетехніки. Для легкої бронетехніки, при цьому, зменшена маса заряду аби не руйнувати борти. Також оновлена радіолокаційна установка не конфліктує з іншими локаторами. «Заслон» може працювати в комплексі з будь-яким динамічним захистом. Комплекс «Заслон» доповнює динамічний захист «Ніж» або «Дуплет» можливістю перехоплення протитанкових керованих ракет та артилерійських снарядів з тандемними бойовими частинами, що атакують танк з усіх напрямків. Комплекс «Заслін» складається з пульта управління, розміщеного всередині об'єкта захисту та автономних експлуатаційних модулів, які змонтовані зовні. Пульт управління інформує про працездатність основних блоків, готовність комплексу до відбиття цілей, що атакують. До складу кожного експлуатаційного модуля входять радіолокаційна станція, відповідна електроніка та два осколково-фугасні боєприпаси. Обидва боєприпаси із заготовленими елементами ураження закріплені на двох змінних автономних висувних штангах з електричним приводом. В режимі бойового чергування одна зі штанг висувається за межі модуля, а інша – резервна - знаходиться всередині. Після вмикання комплексу автоматично проводиться само тестування складових частин, висуваються штанги із захисними зарядами, вмикається радіолокаційна система. Радіолокаційна станція комплексу безперервно випромінює електромагнітні хвилі в радіусі 2...2,5 м, скануючи простір навколо танка. У разі появи в цій зоні атакуючого засобу ураження, здійснюється його ідентифікація та видається команда на підлив захисного боєприпасу, який створює кругове поле осколків і потужну ударну хвилю. Під впливом вибухової хвилі і високошвидкісного ешелонованого потоку осколків, кумулятивні боєприпаси детонують з одночасним зниженням бронепробивності до безпечного рівня. Засоби ураження з цільним металевим корпусом (КС, БОПС) після детонування боєприпасу змінюють свою траєкторію, зустрічаючись з основним бронюванням під не вигідним кутом або відхиляючись за межі зони ураження. Протитанкові засоби ураження, які мають тонку обшивку корпусу (моноблочні та тандемні протитанкові гранати, ПТКР), детонують під впливом осколків та вибухової хвилі, не досягаючи основної броні об'єкта захисту або відкидаються силою вибуху за межі зони ураження. «Заслон-Л» («Шершень») - полегшена модифікація комплексу, що характеризується вигіднішою конструкцією та наявністю лише одного заряду в кожному автономному модулі. Призначена для встановлення на БМП та легку бронетехніку. В експортному варіанті комплекс називається «Шершень». Комплексами активного захисту «Заслон» («Szerszeń») оснащуються польський легкий танк LC-08 «Anders» та БТР «Rosomak» - ліцензійна копія фінського Patria AMV, поставки були здійснені.

Таким чином, із зазначеного матеріалу можна зробити висновок, що провідні країни світу (Україна тощо) активно працюють над створенням і виробництвом систем захисту від керованих артилерійських снарядів (ракет) та мають усі необхідні для цього технології. Такий стан справ ставить дуже складне завдання перед розробниками керованої зброї щодо подолання сучасного активного та пасивного захисту об'єктів. На жаль в існуючих джерелах є незначна кількість робіт, які надають результати дослідження з цієї проблеми.

**ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕЗАХИСТУ І ГАСІННЯ
ЗАГОРЯНЬ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ТАРИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ,
ВИКЛИКАНИХ ЗАПАЛЮВАЛЬНОЮ ЗБРОЄЮ**

М.С. Мошковський, С.Я. Мосійчук, Н.М. Сидоренко, А.В. Беспалов

Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України
cndi_ovt@mil.gov.ua

В умовах військової агресії питання надійного зберігання військових запасів є ключовими, а проблеми які пов'язані з функціонуванням системи живучості та вибухопожежобезпеки арсеналів, баз та складів озброєння, ракет і боєприпасів стали різко виходити на перший план. Свідченням цьому є ряд резонансних надзвичайних ситуацій в містах Сватове, Балаклея, Калинівка, Ічня. Особливо це актуально у зв'язку зі змінами у військово-політичній обстановці в державі і необхідністю надійного всебічного ракетно-артилерійського забезпечення в зоні проведення Операції Об'єднаних сил.

В мирний час проблема запобігання та створення умов профілактики пожеж, що час від часу мають місце на територіях арсеналів, баз та складів зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України завжди була в центрі уваги служб пожежної безпеки, живучості та вибухопожежобезпеки. В сучасних умовах для всіх воєнних формувань і силових структур нові виклики вимагають постійного вдосконалення існуючих та розробки нових способів боротьби з вогнем. При цьому важливим є розробка прийомів і способів гасіння пожеж в залежності від характеристик джерел запалювання, що характерно під час застосування противником запалювальної зброї різних груп:

- на основі горючих металів Mg і Al, а також їх сплавів (термітні, електронно-термітні), що згоряють за рахунок власних кисневмісних сполук і кисню повітря ;
- на основі рідких органічних палив, що згоряють за рахунок кисню повітря;
- на основі загущених нафтопродуктів (типу напалм);
- на основі самозапалюючихся (фосфоровмісних) запалювальних сумішей.

Запалювальні суміші у свій час широко застосовувалися як засоби ураження не тільки для тилових промислових об'єктів але і фронтових об'єктів та бойової техніки. Ця загроза останнім часом знову вийшла на перший план в зоні проведення Операції Об'єднаних сил через нові аспекти їх застосування з допомогою безпілотних авіаційних комплексів.

Штабелі з боєприпасами, що містяться в дерев'яній тарі дуже легко можуть бути уражені такими сумішами під час можливих диверсійних актів на арсеналах, базах, складах. Особливо це характерно для польових складів де боєприпаси зберігаються у штабелях на майданчиках відкритого зберігання. Останнім часом для складів боєприпасів велику загрозу становлять безпілотні літальні комплекси. У лютому 2016 р. в Запорізькій обл. були зафіксовані неодноразові випадки

скидання безпілотними літальними апаратами подібних запалювальних сумішей. Послідуюче гасіння таких пожеж є проблематичним так як завдяки своїй желеподібній консистенції напалм добре прилипає до об'єктів ураження, в тому числі до внутрішніх вертикальних поверхонь дерев'яної тари. Температура горіння напалму становить $800-1000^{\circ}\text{C}$, а алюміній - магнієвих сплавів досягає 2500°C .

Типовим зразком такої запалювальної зброї є ЗМГ (запалювальна міна-граната), що призначена для створення осередку пожежі на складах зберігання боєприпасів, техніки, майна, пально-мастильних матеріалів та інш. Час горіння запалювального складу запалювального заряду – 20 сек.; піротехнічного уповільнювача спалахувального пристрою – 8 – 15 сек. запалювального заряду з корпусом із магнієвого сплаву – 7 – 15 хв. Температура горіння міни – $2000 - 2300^{\circ}\text{C}$ (рис. 1).



а)



б)

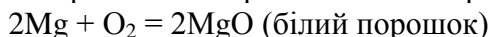
Рис. 1. Запалювальна міна-граната (а), яка була знайдена у військовій частині А1352 (м. Балаклея) після спрацювання (б). Білий порошок це оксид магнію, що утворився після згоряння магнію

При зіткненні таких запалювальних боєприпасів з предметами (грунтом) спостерігалось яскраве сяйво білого кольору з розкиданням в сторони крапель палаючої рідини, гасіння якої водою результатів не дало. При спробах гасіння піском або за допомогою ґрунту результат був позитивним, при умові, що місце горіння речовини повністю не засипалось (лише при обсіпанні місця горіння рідини з залишенням доступу повітря), при повному засипанні місця горіння (перекривання доступу повітря) спостерігалось самостійне викидання рідини на зовні. Повне затухання наступало після 4-5 хвилин гасіння осередку пожежі.

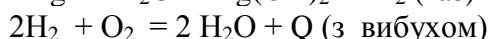
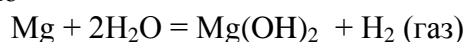
Для гасіння напалму можна застосовувати всі вогнегасні речовини які використовуються для гасіння пожеж класу В це: багатоцільові вогнегасні порошки, компактна і тонко розпилена вода, піна середньої і високої кратності, плівко утворювальні піноутворювачі спеціального призначення на основі фторованих поверхнево-активних речовин, зріджена вуглекислота, хладони, в окремих випадках пожежна кошма.

Гасіння запалювальних засобів на основі горючих металів відноситься до пожеж класу Д. Для гасіння таких пожеж розроблені спеціальні вогнегасні порошки на основі хлориду калію, розширеного графіту, можуть також застосовуватись сухі молоті доменні шлаки, сухий пісок, ґрунт. Подаються порошки з вогнегасників через спеціальні насадки – заспокоювачі, а ефект гасіння проявляється, в основному, через ізолювальну дію. При цьому слід мати на увазі,

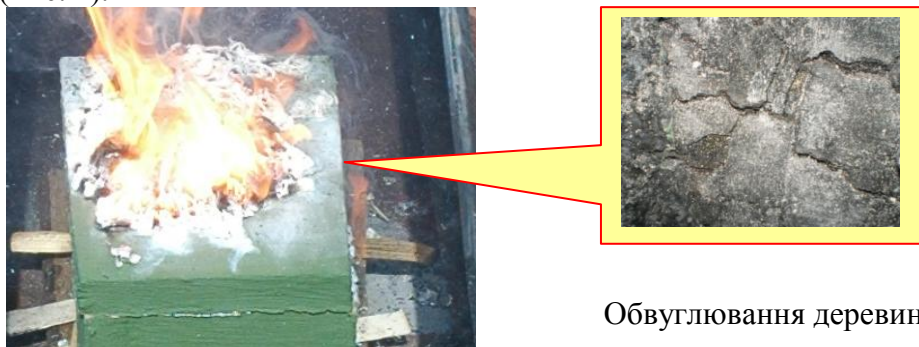
що горіння не завжди буде ефективним, так як електронно-термітні суміші при горінні відбирають кисень від кисневмісних сполук в кількості, що забезпечує повне горіння. Пряме попадання води або вологих сумішей до великої кількості металу, що горить, призводить до бурної взаємодії так як магній виділяє з води атомарний водень, інтенсифікуючи процес горіння. Запалювальна зброя із застосуванням магнію є ефективним і небезпечним засобом запалювання, який має певну специфіку. На повітрі магній згорає за хімічною реакцією



У випадку попадання води, снігу або сирі землі на палаючий магній відбувається його інтенсивне спалахування внаслідок реакції із виділенням вибухонебезпечного водню



Була проведена серія пожежно-технічних експериментів із модельними зразками дерев'яної тари для зберігання боєприпасів без обробки і з обробкою вогнезахисними покриттями на орґано-мінеральній і неорґанічній основі з ефектом спучування для визначення вогнезахисної ефективності від полум'я магнію (Рис. 2).



Обуглювання деревини під покриттям

Рис. 2. Результати випробувань модельного зразка обробленого вогнезахисним покриттям на неорґанічній основі.

Критерієм визначення ефективності вогнезахисту тари слугували відсутність прогорання матеріалу з якого вона була зроблена, обуглювання внутрішньої поверхні ящиків, втрата їх механічної цілісності, значення показників температури, отриманих по закінченню випробувань, а також час спрацювання імітаторів боєприпасів – піропатронів. Показано, що вихідний зразок тари не оброблений захисним покриттям легко піддається загоранню, поширенню полум'я по його поверхні і повному руйнуванню тари за час-15-16 хв. В той же час в аналогічних умовах експерименту зразки тари захищені вогнезахисним покриттями не зазнали загорання, в них відсутнє прогорання деревини і піропатрони не спрацювали.

Організоване гасіння пожеж проводиться особовим складом штатних (позаштатних пожежних підрозділів) та визначеними черговими пожежними розрахунками і підрозділами, групами особового складу не менше ніж по 2 чоловіка, оснащених засобами індивідуального захисту (бавовняні одяг і рукавиці, бронежилет, каска) та відповідними інструментами шляхом:

- засипання піском, землею, снігом;
- використання вогнегасників, пожежних автоцистерн;

- накривання брезентом, мішковиною, наметовим полотном, щільними азбестовими тканинами (пожежною кошмою);
- збивання полум'я свіжозрубаними гілками листяних порід дерев;
- не рекомендовано гасіння великої кількості горючої речовини компактними струменями води, що може призвести до її розбризкування (розтікання);
- загашена запалювальна речовина за наявності в ній фосфору може займатися знов, для цього слід віддаляти загашені шматки (залишки) з об'єкта в спеціально відведені місця або засипати (піском) ґрунтом;
- під час гасіння запалювальних речовин та ліквідації наслідків їх застосування необхідно охолоджувати поверхні ящиків штабелів з наступним їх розбиранням та переукладкою;
- водночас з гасінням необхідно вести спостереження за повітряним простором, можливою появою дронів та зміною обстановки (напрямку вітру, розповсюдження пожежі та ін.);
- дотримуватись розосередження особового складу, не дозволяти його скупчення;
- у разі займання трав'яного покриву місцевості особовий склад розташовують по фронту пожежі з інтервалом 3 – 5 м один від одного та засипають лінію вогню, створюючи смугу шириною 1 м. Інженерною технікою верхній шар ґрунту зрізують на відстані 3 – 4 м, переміщують його до осередку пожежі і відсипають на лінію вогню. Слабкі степові пожежі (при швидкості вітру до 3 м/с) гасять захлестами та заливають лінію пожежі водою. При верхових пожежах створюють протипожежні смуги шириною не менше подвійної висоти дерев. Після ліквідації пожежі необхідно виставити пости спостереження для своєчасного дотушування можливих повторних загорянь, особливо на торф'яних ґрунтах та можливого тління коріння дерев.

Термітні і електроно-термітні запалювальні авіабомби малої потужності, знайдені відразу після їх падіння, викидають за допомогою лопати з приміщення на вулицю або занурюють в ємність з водою, на дні якої укладено шар піску. Запалювальні бомби, що застрягли в даху, стінах і перекриттях слід видаляти з приміщення чи занурювати у воду.

Для гасіння запалювальних засобів, що горять, може застосовуватись вогнегасний порошок, пісок, земля, а також глина (у разі гасіння магнію застосовувати тільки сухі речовини і засипати осередок пожежі від країв до центру).

Гасіння напалму і пірогелю виконується потужними струменями (суцільними або розпиленими) води, піском, піною (рис. 3).

Слід враховувати, що за наявності білого фосфору погашений напалм і пірогель можуть самозайматись, тому згустки, що залишились, потрібно ретельно прибрати із горючих предметів, збирати і закопувати в землю чи спалювати у безпечному місці.

Невелику кількість запалювальної суміші, що горить, яка попала на обмундирування, загасити шляхом накривання місця, що горить, щільною тканиною, вологою глиною чи піском.

Прибирати суміш, що горить, витиранням не рекомендується, тому що це призводить до збільшення площі горіння.

У разі попадання великої кількості суміші, що горить, на людину, її необхідно щільно накрити підручним матеріалом (землею, піском тощо).

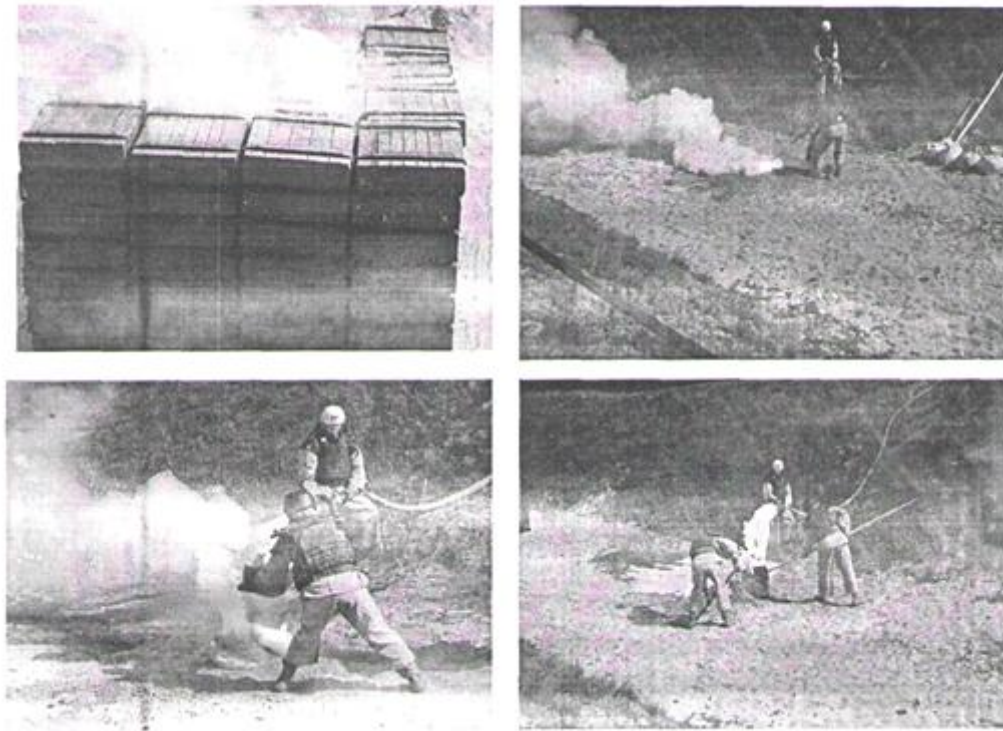


Рис. 3 Натурні полігонні випробування по гасінню пожеж викликаних запалювальною зброєю

У всіх випадках у першу чергу ліквідуються пожежі, які ускладнюють виконання бойового завдання чи створюють загрозу особовому складу, озброєнню, транспорту, бойовій техніці і військовому майну. Після ліквідації пожежі виставити спостережні пости для запобігання повторному займанню.

Результатом зазначених вище заходів по застосуванню практичних рекомендацій, профілактичних вимог і результатів досліджень повинно стати покращення стану техногенної безпеки, живучості та вибухопожежобезпеки у Збройних Силах України, у першу чергу недопущення виникнення надзвичайних ситуацій на арсеналах, базах і складах озброєння, ракет і боєприпасів, пально-мастильних матеріалів Збройних Сил України, особливо при оснащенні тимчасових (польових) складів в зоні збройного конфлікту, а також створення необхідних умов для безпеки військовослужбовців і надійного збереження матеріальних засобів у військах (силах).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ, ФОРМИРУЕМАЯ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ ПИРОКСИЛИНОВЫХ ПОРОХОВ

Т.В. Четвертак, М.Ф. Буллер

Государственный НИИ химических продуктов
ndikhp@ukroboronprom.com

Одним из важнейших показателей технологической и экологической безопасности при переработке и хранении пороха является количество и состояние находящегося в нем дифениламина и N-нитрозо- и

мононітропроизводных дифениламина, являющихся по своей сути также признанными стабилизаторами химической стойкости, Наличие ди- и тринитропроизводных дифениламина, в разной мере указывает на то, что запас химической стойкости пороха исчерпывается или уже исчерпан.

Проводились опыты по выяснению изменения химической стойкости пороха в процессе его хранения, с применением физико-химических методов тонкослойной и жидкостной хроматографии. Сроки жизненного цикла порохов (сроки хранения) моделировали искусственным так называемым «форсированным» старением образцов порохов при повышенной температуре на измерительно-вычислительном комплексе «Вулкан-В» с фиксированием давления, развиваемого в мембранных датчиках газообразными продуктами разложения компонентов пороха.

Экспериментально было показано, что даже при полном расходовании дифениламина, исходно введенного в состав пороховой массы при производстве пороха, последний еще сохраняет значительный запас химической стойкости, превышающий лимитирующее значение по нормативным требованиям, а также, что при старении пороха последовательно образуются различные производные дифениламина, а некоторые из них также являются хорошими стабилизаторами, и по исчезновению ДФА нельзя утверждать, что порох потерял химическую стойкость.

Были проведены исследования изменения концентрационного профиля дифениламина по максимально возможному количеству слоев единичного порохового элемента в процессе термостатирования, имитирующего «форсированное» старение пороха.

Было предложено порох после утилизации боеприпасов, имеющий ненормативные характеристики, но обладающий при этом достаточной химической стойкостью, который может быть, в перспективе, использован как компонент промышленных взрывчатых веществ.

У пороха, перешагнувшего рубеж хранения (9 ч термостатирования – более 100 лет «нормального» хранения) теряется и экологическая безопасность. Не исключена вероятность уменьшения этого срока и при «ненормальном» хранении боеприпасов (под открытым небом, под влиянием солнечных лучей, разгерметизация, повышение влажности).

Экологическая опасность пироксилинового пороха проявляется в двух аспектах:

- появление в окружающей среде при разложении пороха оксидов азота и минеральных кислот;
- возникновение условий воспламенения пороха и перехода горения в детонацию (что особенно опасно при нахождении пороха в составе боеприпаса).

Показано, что при хранении боеприпасов (пороха) экологическая опасность, истекающая от самого пороха, связана только с первым аспектом – низкотемпературным разложением пороха с выделением оксидов азота и кислот. Этот процесс регулируется как общим содержанием активных стабилизаторов, так и профилем их распределения по объему порохового элемента.

МОДЕЛІ ПОЗИЦІЙНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ

О.Б. Попков, С.Я. Мосійчук, С.В. Лапицький

Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України

cndi_ovt@mil.gov.ua

Як відомо, аеродинамічні властивості літальних апаратів характеризуються сукупністю позиційних і демпфуючих характеристик. До позиційних відносяться характеристики сил і моментів, визначені за відсутності обертання літального апарата.

Демпфуючі характеристики виявляються при обертаннях.

Основним способом визначення позиційних аеродинамічних характеристик (АДХ) керованих артилерійських снарядів (КАС) є експериментальні дослідження в аеродинамічних трубах (АДТ) на моделях, що відображають форму повномасштабних літальних апаратів.

Для будь-якої компоновки КАС його аеродинамічні властивості повинні бути не тільки визначені, але і математично формалізовані, оскільки це необхідно для досліджень динаміки просторового руху, синтезу законів управління, формування алгоритмів, зон можливого застосування, оцінок точності і ряду інших задач.

Існуючі закордонні і вітчизняні КАС мають аеродинамічні схеми з хрестоподібним розташуванням стабілізаторів і керма. Деякі КАС мають змінну геометрію оперення. У процесі польоту ці вироби послідовно міняють свою конфігурацію:

- все оперення складено;
- розкрито хвостове оперення, стабілізатори складені;
- розкрито оперення і стабілізатори.

Аеродинамічні характеристики таких засобів повинні бути визначені для кожної польотної конфігурації.

При синтезі КАС із збільшеними маневреними властивостями і дальністю польоту першорядне значення набуває підвищення точності подання АДХ у математичній моделі просторового руху. Це пов'язано з тим, що точність визначення АДХ для цих КАС значною мірою впливає на розсіювання величини дальності польоту, тобто на точність наведення в ціль.

Враховуючи широкий діапазон зміни АДХ для КАС по числах Маху, а також нелінійний характер їх зміни по кутах атаки та відхилення керма, важливим моментом з погляду підвищення точності подання АДХ є дослідження аеродинамічних перехресних зв'язків між каналами управління і крену. З урахуванням їх взаємовпливу рух виробу набуває просторового характеру. Це важливо, оскільки при традиційному аналізі ізольованих рухів тангажу, пошуку і крену АДХ визначаються недостатньо достовірно.

Через вказані причини для успішного вирішення задач синтезу КАС і дослідження динаміки польоту, проведено достатньо повне моделювання просторового руху. Це стало можливо завдяки наявності математичних моделей АДХ, що визначають діючі на виріб аеродинамічні сили і моменти в робочих діапазонах зміни кінематичних параметрів.

Подання АДХ у вигляді математичних моделей і створення на їх основі відповідних програмних модулів окрім підвищення точності моделювання

динаміки просторового руху виробу дозволяє також вирішити такі важливі питання, що виникають в процесі роботи:

- можливість порівнювати результати моделювання на єдиній основі;
- прискорення процесу обробки результатів льотних випробувань;
- зменшення числа натурних пострілів за рахунок більш якісного математичного моделювання процесів наведення.

При дослідженні КАС використовувалася методика математичної формалізації залежності аеродинамічних коефіцієнтів від кінематичних параметрів оперених літальних апаратів. На підставі цієї методики створені математичні моделі коефіцієнтів аеродинамічних сил і моментів КАС, в яких функціональна залежність цих коефіцієнтів від кінематичних параметрів представлена поліномами спеціальної структури з урахуванням виду симетрії об'єкта управління. При побудові цих поліномів як опорні точки використовуються дискретні значення аеродинамічних коефіцієнтів, отриманні в результаті експериментів, що проводяться в АДТ.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЬБИ СНАЙПЕРСЬКОЇ ЗБРОЇ НА ВЕЛИКІ ВІДСТАНІ

В.Г. Трофименко

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та
військової техніки Збройних Сил України

cndi_ovt@mil.gov.ua,

У Збройних Силах України основною снайперською зброєю є 7,62-мм самозарядна гвинтівка Драгунова (СВД). Зазначена гвинтівка була розроблена та прийнята на озброєння в 60-х роках минулого століття. На той час гвинтівка, як комплекс «зброя-патрон-приціл», повністю відповідала завданням, що ставилися перед снайпером, а саме: ураження найбільш важливих цілей типу кулеметна обслуга, гранатомет, протитанкова керована ракета, офіцер (та ін.) за вказівкою командира мотострілецького відділення (у складі якого знаходився снайпер), або цілей, що він виявляв самостійно. Така тактика бойових дій визначала умови застосування снайпера: стрільба по малорозмірним цілям на дальності до 600 метрів, по великорозмірним – до 1300 метрів, що визначалось бойовими порядками ймовірного противника. Фактично снайпер знаходиться у бойовому порядку відділення та здійснює високоточну інтенсивну стрільбу

Враховуючи таку специфіку стрільби, гвинтівка СВД була обладнана оптичним прицілом ПСО-1, у якому дальність стрільби до цілей вводилася з дискретністю 100 метрів. Така велика дискретність введення дальності до цілі компенсувалася на невеликих відстанях пологістю траєкторії польоту кулі, а на великих відстанях – великими розмірами цілей.

За умов обставин що склались, це призвело до необхідності виведення снайперів зі складу механізованих відділень Збройних Сил України у окремі підрозділи та, відповідно, до зміни тактики дій (стрільби по малорозмірним цілям на великі відстані). В таких умовах характеристики оптичного прицілу ПСО-1 не забезпечують точного введення поправки стрільби на дальність, що не відповідає дискретності введення дальності прицілу (наприклад на 560 метрів), що у свою чергу призводить до значного зміщення середньої точки влучення куль від центру цілі та як наслідок – до значного зменшення ефективності стрільби. В результаті ситуації, що склалася, найбільш досвідчені снайпери почали замінювати оптичні

приціли PSO-1 на своїх гвинтівках оптичними прицілами іноземного виробництва, поправку на дальність стрільби у яких вводиться кутом (дискретність введення поправок – не більше 0,1Mil або 0,25MOA). Такі приціли забезпечують точне введення поправки на дальність стрільби зі снайперської зброї.

Метою досліджень є аналіз підходів щодо визначення поправок стрільби на дальність при стрільби зі снайперської гвинтівки та їх вплив на ефективність стрільби.

Основним недоліком існуючих методів та підходів щодо визначення поправок стрільби зі снайперської зброї на дальність є:

для експериментальних – велика дискретність (100 метрів) основних балістичних таблиць стрільби, що робить неможливим ефективну стрільби на дальності, що перевищують дальність прямого пострілу та не відповідають дискретності таблиць;

для теоретичних – застосування методу коректування застарілих законів опору повітря (Сіачи та 1943 року) постійним балістичним коефіцієнтом, що робить неможливим ведення ефективної стрільби на дальностях де швидкість кулі наближається до звукового бар'єру та перетинає його.

Для підвищення ефективності стрільби зі снайперської зброї (на дальностях, що не відповідають дискретності введення поправок стрільби, наприклад 600...700 метрів, 700...800 метрів і т.д., а також на відстанях, де швидкість кулі наближається до звукового бар'єру та перетинає його) необхідно застосовувати або змінний балістичний коефіцієнт, або закон опору повітря для конкретної кулі.

Подальшим напрямом досліджень є розробка методики визначення змінного балістичного коефіцієнту або закону опору повітря для конкретної кулі на основі вихідних даних, які можливо отримати без застосування коштовних радіолокаційних станцій (в умовах військової експлуатації).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЦЕНТРАЛИТА-II В БАЛЛИСТИТНЫХ ПОРОХАХ

В.А. Роботько, М.Ф. Буллер

Государственный НИИ химических продуктов
ndikhp@ukroboronprom.com

Баллиститные пороха при хранении подвергаются медленному химическому разложению. Для повышения химической стойкости порохов, а, следовательно, и сроков безопасного хранения, используют стабилизаторы, которые препятствуют автокаталитическому ускорению процессов разложения, которое может привести к самовоспламенению.

Принцип действия стабилизаторов химической стойкости основан на возможности быстро связывать первичные продукты распада нитроэфиров (оксиды азота, азотная и азотистая кислоты). В результате этого образуются различные нитрозо- и нитропроизводные стабилизаторов.

В качестве стабилизаторов в отечественных рецептурах баллиститных порохов используют централит-II (N,N'-диметил-N,N'-дифенилмочевина). Последовательность образования продуктов стабилизации централита-II и их стабилизирующее действие мало изучены. Поэтому для более подробного изучения процесса стабилизации таких порохов необходимо иметь методы

качественного и количественного определения продуктов превращения централита-II.

Наиболее приемлемым методом изучения процесса стабилизации является высокоэффективная жидкостная хроматография. Из-за отсутствия некоторых производных централита-II в продаже, их получение осуществляли искусственным старением баллиститного пороха. Для этого порох марки НБ выдерживали в термостате при температуре 80 °С в течение нескольких суток.

Полученные образцы экстрагировали не менее 4 часов 1 % раствором метанола в метилхлориде. Экстракты хроматографировали на жидкостном хроматографе со спектрофотометрическим детектором.

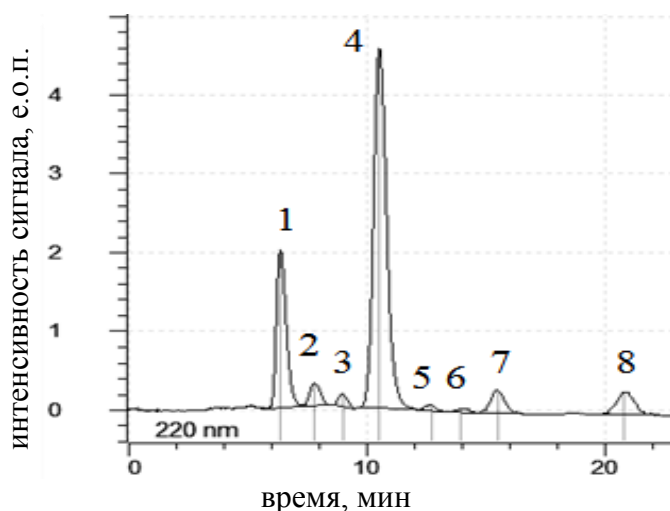


Рис. 1 Хроматограмма экстракта баллиститного пороха:

- 1 – ацетанилид; 2 – метилхлорид и 4-нитро-N-нитрозо-N-метиланилин; 3 – N-нитрозо-N-метиланилин; 4 – нитроглицерин; 5 – динитропроизводные централита-II; 6 – 2-нитроцентралит-II; 7 – 4-нитроцентралит-II; 8 – централит-II

Разделение компонентов проводили при комнатной температуре. В качестве подвижной фазы исследовались смеси метанол : вода, ацетонитрил : вода и метанол : ацетонитрил : вода в различных соотношениях.

В результате были подобраны оптимальные условия разделения анализируемых компонентов (рис. 1):

- колонка 2 × 100 мм Silasorb C 18 зернением 5 мкм;
- подвижная фаза – метанол 45 % об., ацетонитрил 15 % об., вода 40 % об.;
- скорость потока подвижной фазы 60 мкл/мин;
- длина волны детектора 220 нм;
- длительность анализа 25 мин.

Для идентификации неизвестных компонентов получали их УФ-спектры (рис. 2) и сравнивали со спектрами, представленными в литературе [2]. Таким образом были идентифицированы 4-нитроцентралит-II (рис. 2 а) и 2-нитроцентралит-II (рис. 2 б). Недостаточно разделенные пики идентифицировали по временам удерживания [3] с использованием спектральных соотношений.

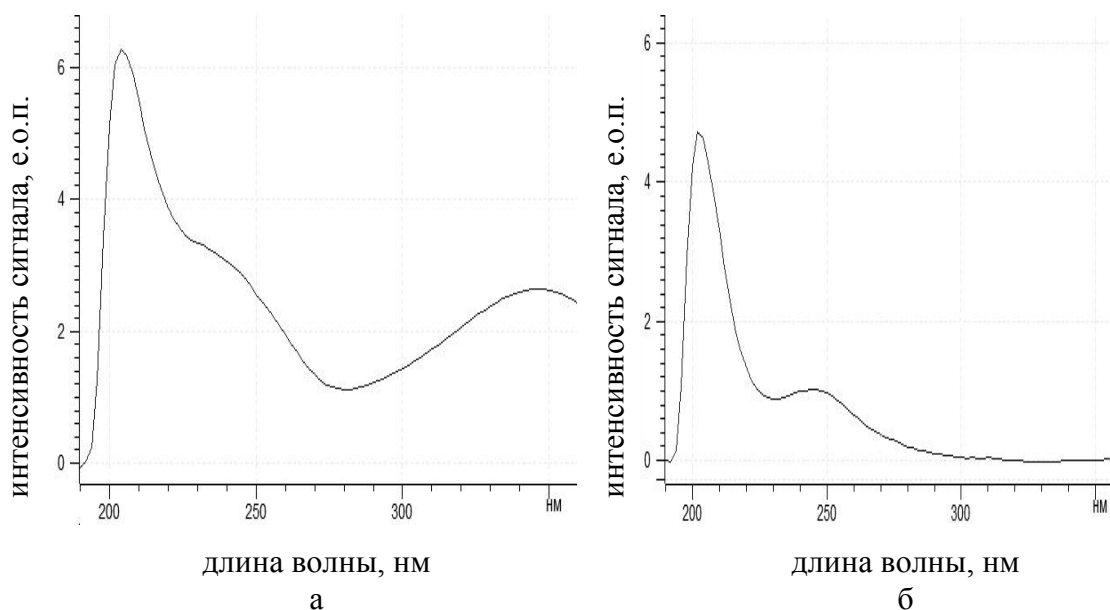


Рис 2. Спектры продуктов превращения централита-II:
а – 4-нитроцентралит-II; б – 2-нитроцентралит-II

Представленная методика позволяет проводить качественное или количественное (при наличии чистых реактивов) определение продуктов превращения централита-II при старении баллистических порохов.

Список литературы:

1. Межевич Г. В. Пороха баллистические. Подготовка пробы к хроматографическому анализу / Г. В. Межевич, М. Ф. Буллер, В. А. Роботко, В. Г. Закотей // Вісник Сумського державного університету. Серія «Технічні науки» – 2011. – №1. – С. 143–146.
2. Curtis N. J. Syntheses and characterisations of derivatives of ethyl centralite / N. J. Curtis // Technical report WSRL-0563-TR. – December 1987. – Australia. – 37 p.
3. Lussier L. S. Development of modern methods for determination of stabilizers in propellants / L. S. Lussier, H. Gagnon // DREV R-9511. Unlimited Distribution. – April 1996. – Quebec. – 128p.

ВПЛИВ СКЛАДУ НІТРУВАЛЬНОЇ КИСЛОТНОЇ СУМІШІ НА ВМІСТ АЗОТУ В НІТРАТІ КРОХМАЛЮ

С.Д. Тищенко, В.І. Серета, В. К. Лукашов

Шосткинський інститут Сумського державного університету
khtms@ishostka.sumdu.edu.ua

Нітрат крохмалю являє собою енергонасичену полімерну речовину, яка використовується при виготовленні вибухових речовин та порохів [1].

Енергетичні та вибухові характеристики нітрату крохмалю залежать від вмісту в ньому азоту.

Основним способом отримання нітрату крохмалю є нітрування крохмалю сумішшю азотної та сірчаної кислот, у склад якої також входить вода. При нітруванні відбувається заміщення гідроксильних груп макромолекул крохмалю на нітратні групи, механізм якого полягає в тому, що утворені в такій нітрувальній суміші катіони нітронію NO^{2+} атакують атоми кисню гідроксильних груп з відщепленням протону [2]. Кількість катіону нітронію в нітрувальній

суміші залежить від її складу. Тому в залежності від складу нітрувальної суміші можна одержати нітрати крохмалю з різним вмістом азоту, а відповідно і з різними енергетичними характеристиками.

Дослідження проводилися в лабораторних умовах з використанням нітрувальних сумішей різних складів, які характеризували відношенням кількості азотної та сірчаної кислот (H_2SO_4/HNO_3), а також масових часток води в нітрувальній суміші (% мас).

В підготовану нітрувальну суміш певного складу занурювали наважку попередньо висушеного до постійної маси крохмалю, відповідну заданому модулю нітрування, та перемішували впродовж певного часу. Модуль, температура та час нітрування в усіх випадках були постійні. По завершенню процесу нітрування утворений нітрат крохмалю відокремлювали від нітрувальної суміші, промивали та піддавали стабілізації, аналогічній до стабілізації нітратів целюлози [3]. Отриманий нітрат крохмалю просушували та визначали в ньому вміст азоту ферсульфатним методом [4].

За даними аналізів будували залежності вмісту азоту в нітраті крохмалю від відношення (H_2SO_4/HNO_3), (рис.1) та вмісту води (рис.2) в нітрувальній суміші.

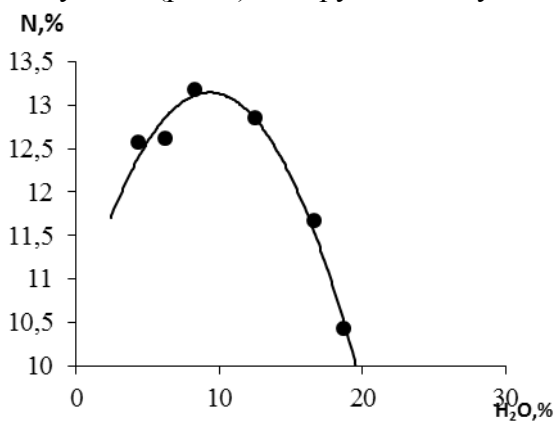
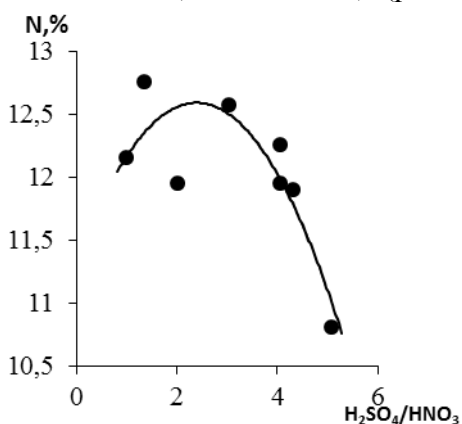


Рис 1. Залежність вмісту азоту в нітраті крохмалю від відношення кислот в нітрувальній суміші

Рис 2. Залежність вмісту азоту в нітраті крохмалю від вмісту води в нітрувальній суміші

Результати дослідження показали, що, як і у випадку нітрування целюлози, зі збільшенням відношення (H_2SO_4/HNO_3), та вмісту води в нітрувальній суміші вміст азоту в нітраті крохмалю спочатку збільшується, досягає максимального значення, потім зменшується. Як впливає з графіків, представлених на рисунках 1 та 2, максимальний вміст азоту відповідає відношенню (H_2SO_4/HNO_3), = 2.0-3.0 та вмісту води 8-10% при режимних параметрах процесу нітрування аналогічних нітруванню целюлози (3).

Література:

1. Орлова Є.Ю. Хімія та технологія бризантних вибухових речовин. – Л.: Хімія, 1981. – 312 ст.
2. Роговін З.А. Хімія целюлози. – М.: Хімія, 1972. – 520 ст.
3. Лукашов В.К. Технологія виробництва нітратів целюлози. – Суми: Сумський державний університет, 2012. – 227 ст.
4. С.Д.Тищенко, В.К.Лукашов. Розробка методики визначення вмісту азоту в нітраті крохмалю / Матеріали III Всеукраїнської науково-методичної конференції. – м. Шостка 19 квітня 2018 року – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 230

ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬО-БАЛІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ

О.Б. Стеля, Л.І. Потапенко, І.П. Сіренко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Oleg.stelya@gmail.com, lpotapenko@ukr.net, i.sirenko@gmail.com

Метою роботи є проведення моделювання піродинамічних процесів в залежності від параметрів заряджання за допомогою розробленої комп'ютерної моделі.

Найуживанішою формою запису математичної моделі внутрішньої балістики є модель, що містить шість рівнянь: три диференціальні і три алгебраїчні.

Відповідно до [1] система записується у вигляді

$$\psi = \chi z(1 + \lambda z), \quad (1)$$

$$p = fw \frac{\psi - \frac{\theta \phi q v^2}{2fw}}{s(l_\psi + l)}, \quad (2)$$

$$\phi q \frac{dv}{dt} = sp, \quad \frac{dl}{dt} = v, \quad \frac{dz}{dt} = \frac{p}{I_k}, \quad (3)$$

$$l_\psi = l_0 \left[1 - \frac{\Delta}{\delta} - \left(\alpha - \frac{1}{\delta} \right) \Delta \psi \right]. \quad (4)$$

Рівняння (1) описує процес утворення порохових газів. Тут ψ – відносна маса згорілого пороху, z – відносна товщина шару згорілого пороху, χ, λ – коефіцієнти форми порохового зерна, для яких справедливе співвідношення $\lambda = (1 - \chi)/\chi$. Рівняння (2) – основне рівняння піродинаміки, яке описує процес розширення порохових газів. Тут p – тиск порохових газів, f – сила пороху, w – маса порохового заряду, θ – параметр розширення порохових газів, ϕ – коефіцієнт фіктивності, q – маса снаряда, v – швидкість руху снаряда, s – площа поперечного перерізу камори, l_ψ – приведена довжина вільного об'єму камори, яка визначається співвідношенням (4), l_0 – приведена довжина камори, l – поточне положення, снаряда у стволі ($0 \leq l \leq L$, де L – загальний шлях, пройдений снарядом у стволі), δ – густина пороху, α – коволюм порохових газів, Δ – щільність заряджання, I_k – кінцевий імпульс тиску порохових газів. Величини I_k, Δ, l_0 обчислюються за формулами:

$$I_k = \frac{e_1}{u_1}, \Delta = \frac{w}{W_0}, e_0 = \frac{W_0}{s}$$

де e_1 – товщина палаючого шару пороху, u_1 – коефіцієнт швидкості горіння пороху, W_0 – об'єм камори.

При доповненні системи початковими умовами вона є замкнутою і використовується для визначення піродинамічних параметрів у будь-який момент часу t .

За нульовий момент часу приймається момент початку руху снаряда. При цьому система рівнянь (1)–(4) розв'язується при таких початкових умовах

$$v = 0, l = 0, z = z_0, t = 0.$$

Для розв'язування звичайних диференціальних рівнянь (3) використовується метод Кутта-Мерсона. У відповідності до побудованого алгоритму було розроблено програмне забезпечення.

Проведено серію обчислювальних експериментів, в одній з яких вивчався вплив товщини порохової стрічки на характеристики зброї.

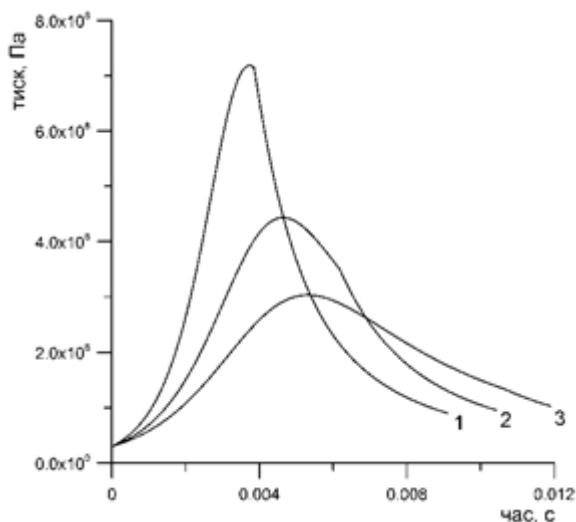


Рис. 1. Залежність тиску порохових газів в заснарядному просторі від часу при пострілі для різної товщини порохової стрічки

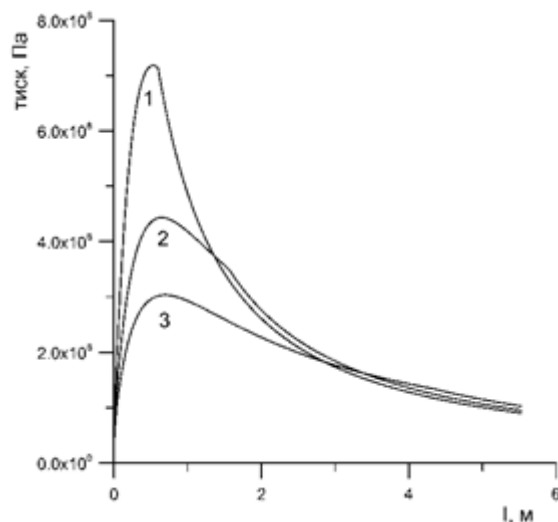


Рис. 2. Залежність тиску порохових газів в заснарядному просторі від положення снаряда у стволі при пострілі для різної товщини порохової стрічки

На рисунках 1,2 наведено піродинамічні криві, які відповідають різній товщині порохової стрічки. Номери кривих на графіках відповідають рядкам Таблиці 1.

Таблиця 1

Значення піродинамічних характеристик для різної товщини порохової стрічки

№	Товщина стрічки $2e_1$, мм	Максимальний тиск, Па	Дульна швидкість, м/с	Тривалість першого піродинамічного періода, с	Загальний час руху снаряда в стволі, с
1	1,5	$0,71839 \cdot 10^9$	1135,2	$0,3855 \cdot 10^{-2}$	$0,9101 \cdot 10^{-2}$
2	2,0	$0,44335 \cdot 10^9$	1070,0	$0,6180 \cdot 10^{-2}$	$0,1043 \cdot 10^{-1}$
3	2,5	$0,30337 \cdot 10^9$	974,6	$0,1064 \cdot 10^{-1}$	$0,1192 \cdot 10^{-1}$

Аналіз проведених розрахунків та їх порівняння з розрахунками за таблицями внутрішньої балістики дозволяє зробити висновок, що для балістичного проектування артилерійських систем необхідно використовувати математичну модель та відповідне програмне забезпечення. Безпосереднє використання математичної моделі дає більш точні результати у порівнянні з таблицями внутрішньої балістики та більші можливості для варіації вихідних параметрів при проведенні розрахунків.

Список літературних джерел

1. Серебряков М. Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет – Москва: Оборонгиз, 1962. – 705 с.

СЕКЦІЯ 2

Загальна хімічна технологія, екологія
та проблеми утилізації

SECTION 2

General chemical technology, ecology
and recycling problems

CARBON NANOMATERIAL USE FOR THE EXTRACTION OF MYCOTOXINS

I. Reinholds¹, E. Bogdavova^{1,2}, I. Pugajeva¹, S. Gaidukovs³, V. Bartkevics^{1,2}

¹Institute of Food Safety, Animal Health and Environment “BIOR”,

²Faculty of Chemistry of University of Latvia,

³Institute of Polymer Materials, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry,
Riga Technical University,
Ingars.Reinholds@bior.lv

Carbonaceous nanomaterials (CNMs) such as multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs), graphene (G) or G-related analogues synthesized by affordable oxidation of graphite nanoparticles (i.e., obtained graphene oxide (GO) and the reduced form of it (rGO)) have expanded for their advanced applications in analytical chemistry. Recent trends of instrumental methods have indicated extensive testing of CNTs over the last decade as solid phase extraction sorbents for the enrichment of inorganic and organic compounds from environmental or food matrices [1]. The arrangement of carbon atoms in planar graphene sheets provides unique properties: high mechanical strength, good thermal and chemical stability, and high specific surface area (SSA), which may range from 100 to 1000 m²/g for most of the carbonaceous nanomaterials, such as G and its tubular forms (MWCNTs) [2].

Mycotoxins are highly toxic naturally occurring secondary metabolites of fungi that cause significant concerns due to their presence in plant-based foods and animal feed. The determining factors for fungal growth include the temperature, atmosphere with low oxygen and high carbon dioxide content, high moisture in the substrates and relative humidity of the surroundings [3].

The production of mycotoxins in most food samples especially cereal based products raises challenges to determine contamination levels due to the complexity of matrix components influencing detection and quantification. However, the conventional procedures of sample treatment within mycotoxin analysis may include solid phase extraction (SPE) or more commonly the dispersive-SPE (d-SPE) based on extraction with acetonitrile in the presence of QuEChERS salt mixture and the clean-up by graphitized carbon black (GCB), C18, and / or primary-secondary amine (PSA) based sorbent materials, but the analysis is commonly performed based on high performance liquid chromatography (HPLC) combined with tandem mass spectrometry (MS/MS), time of flight- mass spectrometry (TOF-MS) or Orbitrap-MS.

The applications of CNMs as sorbents for the analysis of mycotoxins in such complex matrices is a rather new topic. The number of studies in this area has rapidly increased only in last two years [4, 5]. Most of the commonly reported procedures included single or one class mycotoxin isolation or separation based on CNM sorbents, while the recent trends have indicated some trails to apply such procedures as alternative or at least comparative technique to conventional SPE or d-SPE methods for multi-mycotoxin analysis, whereas the magnetic separation based on CNT compositions with magnetite (Fe₃O₄) have raised promising outcomes [6, 7].

Our research was dedicated for the evaluation of pristine and magnetic CNMs, which were used for the extraction of mycotoxins from organic solutions that could be later applied to the method development based on the real sample tests.

In the present study, we tested pristine multi-walled carbon nanotubes (CNTs) and graphene (G), as well as GO, which was synthesized in laboratory by modified Hummers method [8]. The magnetized composites containing 60 wt.% of magnetite were produced by conventional solvothermal method based on sonication technique at alkaline conditions (pH = 11). The structure of all tested CNMs was based sp² bonded carbon atoms arranged in a hexagonal lattice characterized by large specific surface area (SSA), adjustable dimensional porosity, high length-to-width ratio. The theoretic SSA for G sheet is 2630 m²/g. However, the experimental SSA values determined by the Brunauer–Emmett–Teller method for all of tested samples ranged between 100 to 720 m²/g. The X-ray diffractometry (XRD) allowed to determine and confirm the presence of magnetite and characterise differential structures of tested CNTs. The structural characterisation of the tested samples ins provided in Figure 1, which shows both SSAs and the XRD data (it should be noted that due to the low crystallinity, the GO showed no adjustable SSA that is why the only data for magnetic GO are provided).

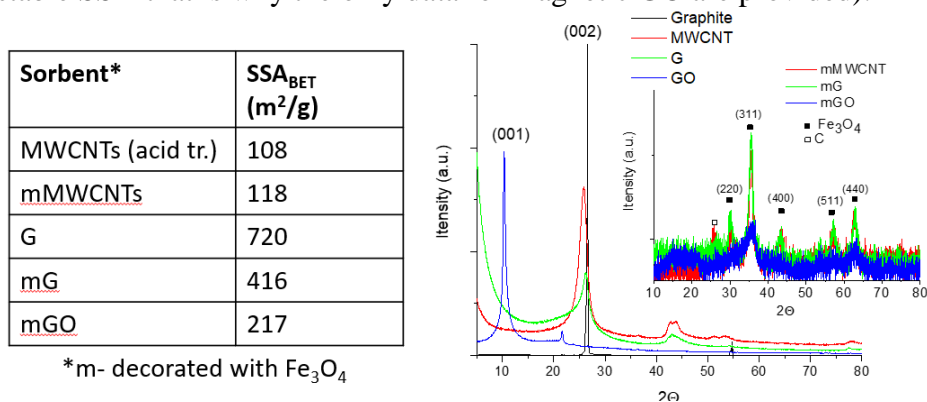


Figure 1. PP Characterization of pristine and magnetic carbonaceous sorbents (mMWCNTs, mG and mGO).

Those samples were tested as the solid phase extraction sorbents for the enrichment of ten mycotoxins from standard solutions and real cereal extracts, followed by analysis using HPLC-TOF-MS (data of mycotoxins and test conditions shown in Figure 2).

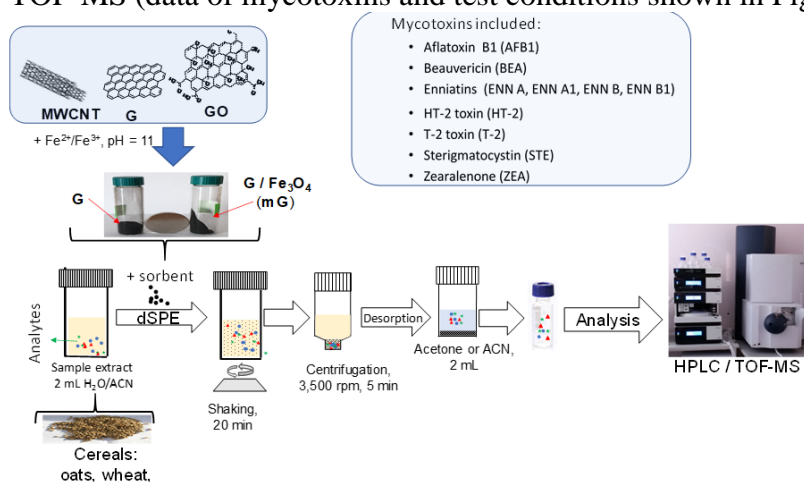


Figure 2. Characterization of the test sample preparation, testing and analysis

First of all, the different acetonitrile concentrations were evaluated in order to determine adsorption efficiency (Figure 3A). According to an enrichment study, 95–100% of the less polar mycotoxins (beauvericin, enniatins) were adsorbed on m-G (5 mg), whereas the adsorption effectiveness was >50% in the case of very polar

compounds (HT-2 and T2-toxins). In the case of CNTs, the adsorption efficiency was below 50% for most of the compounds, unless higher amounts of sorbent (>20 mg) were used. The superiority of G compared to CNTs for the enrichment of analytes can be primarily attributed to the larger surface area indicated by BET diagrams.

One of the tests included evaluation of method repeatability, which is one of the potential benefits of such sorbents as compared to the conventional sorbents, which was approved by the experimental data, showing quite sufficient efficiency at some extent (Fig. 3B). The final study of the adsorption from the grain extracts still indicated some limitation on the capacity due to the matrix interferences (Fig. 3C).

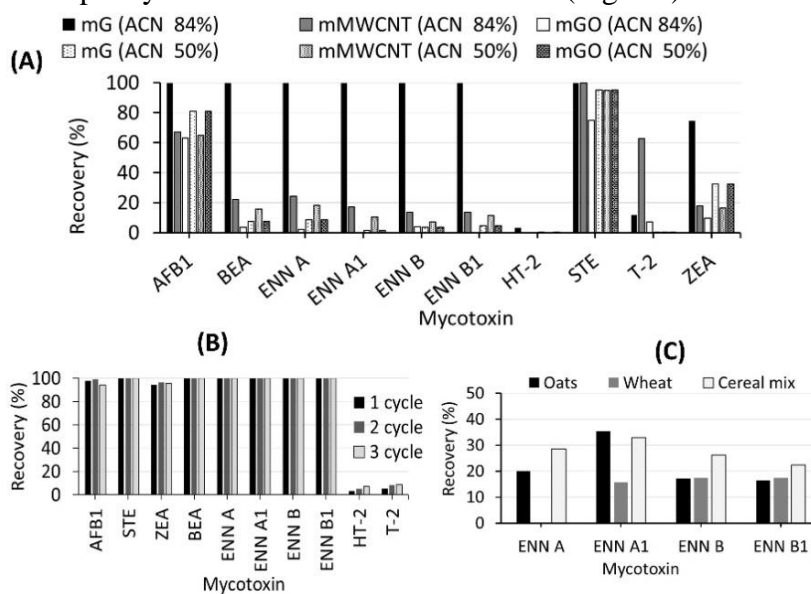


Figure 3. Adsorption experiments from standard solutions using different (ACN/H₂O) solution mixtures and 84:16 v/v and different CNMs (A), recyclability tests of the sorbents, example by using 5 mg of GO-60%Fe₃O₄ (B), adsorption studies of ENNs from different extracts of cereals (2 mL ACN/H₂O 50/50 (v/v) solution, sorbent: mG, 50 mg (C).

The desorption procedures reported in the literature were tested, while some improvements should be done in order to rise the capacity of performance (Fig. 4).

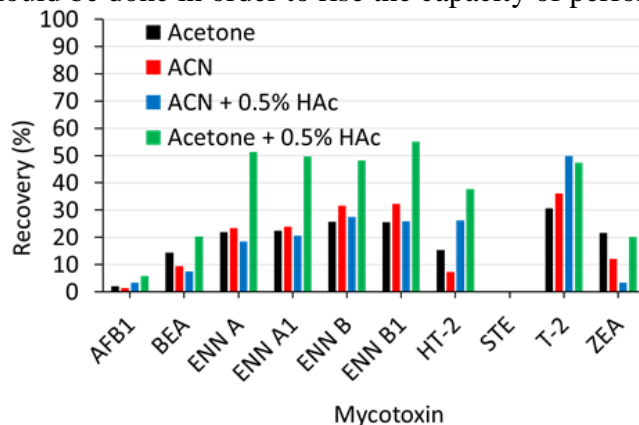


Figure 4. Application of desorption solutions for the elution of the mycotoxins (example of the mG sorbent, 10 mg, ACN – acetone, Hac – acetic acid).

The study showed several possibilities to modify CNMs and their application for the dispersive solid phase extraction (dSPE) of 10 mycotoxins isolated from cereals

combined with their determination by liquid chromatography - time of flight mass spectrometry (HPLC-TOF-MS).

While some new knowledge was gained, the preliminary tests with the real matrix samples indicated to several issues to deal with caused by the co-extraction of matrix interferences with analytes.

The adsorption tests of standard solutions indicated notable role of SSA and sorbent polarity both promoting the adsorption of mycotoxins – while high SSA of pristine G determined the best efficiency for all the compounds, the interactions between mGO or mMWCNTs with rather polar planar mycotoxins (AFB1 and STERIG) were determined.

The reduction of acetonitrile content in extraction solution showed notable improvement on the adsorption of ZEN by mGO compared to pristine adsorbent.

The studies of real sample extracts indicated to rather limited adsorption efficiency of ENNs on CNMs, due to the influence of matrix components, some adjustments of the method are in the progress.

Decrease of pH of acetone solution enhanced the desorption performance, whereas the lower polarity of this eluent compared to acetonitrile also showed some perspective for further optimisation.

The research was supported by the European Regional Development Fund, within the Project activity 1.1.1.2 “Post-doctoral Research Aid” (project no. 1.1.1.2/VIAA/1/16/219).

References

1. Ersan G, Kaya Y, Apul OG, Karanfil T (2016) Adsorption of organic contaminants by graphene nanosheets, carbon nanotubes and granular activated carbons under natural organic matter preloading conditions. *Sci Total Environ* 565:811–817.
2. Sitko R, Zawisza B, Malicka E (2013) Graphene as a new sorbent in analytical chemistry. *TrAC, Trends Anal Chem* 51:33–43.
3. Smith MC, Madec S, Coton E, Hymery N (2016) Natural co-occurrence of mycotoxins in foods and feeds and their in vitro combined toxicological effects. *Toxins* 8: 94.
4. Dong M, Si W, Jiang K, Nie D, Wu Y, Zhao Z, De Saeger S, Han Z (2015) Multi-walled carbon nanotubes as solid-phase extraction sorbents for simultaneous determination of type A trichothecenes in maize, wheat and rice by ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A* 1423:177–182.
5. Moreno V, Zougagh M, Ríos Á (2016) Hybrid nanoparticles based on magnetic multiwalled carbon nanotube-nano C₁₈ SiO₂ composites for solid phase extraction of mycotoxins prior to their determination by LC-MS. *Microchim Acta* 183:871–880.
6. Qian M, Yang H, Li Z, Liu Y, et al. (2018). Detection of 13 mycotoxins in feed using modified QuEChERS with dispersive magnetic materials and UHPLC–MS/MS. *J Sep. Sci* 41:756–764.
7. Li WK, Zhang H, Shi YP (2018) Simultaneous determination of aflatoxin B₁ and zearalenone by magnetic nanoparticles filled amino-modified multi-walled carbon nanotubes. *Anal Meth* 10:3353–3363.
8. Dimiev AM, Tour JM (2014) Mechanism of graphene oxide formation. *ACS Nano* 8:3060–3068.

PREPARATION OF OXIDIZED MESOPOROUS CARBON ADSORBENT

V. G. Rudenko, O. O. Tkachuk, I. M. Ivanenko

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",

irinaivanenko@hotmail.com; veronika.rudenko.98@gmail.com

In recent investigations, the most commonly used adsorbents are carbon materials such as activated carbon, mesoporous carbon and graphene oxide [1]. In general, activated carbon is a widely used adsorbent because of its high surface area and porous structure. However, activation treatment usually generates micropores on its carbon surface, which generally resulting a relatively low absorption capacity due to the size exclusion effect [1]. Graphene oxide, which has a hexagonal network with oxygen-containing functional groups, can act as absorption sites for heavy metals or dyes, and therefore is considered as a suitable adsorbent in water purification. Mesoporous carbon has attracted increasing attention for the removal of pollutants from aqueous medium, due to its high specific surface area, well-developed pore structure, narrow pore size distribution, large pore volume and excellent thermal stability. Unfortunately, graphene oxide usually possesses lower accessible specific surface area and porosity due to the p-p stacking of graphene sheets, while mesoporous carbon is insoluble and hard to disperse in solvents due to strong van der Waals interactions, which would bring adverse effects on adsorption. So their adsorption performance has not been satisfactory, which is usually less than 500 mg/g for dyes or 200 mg/g for metals cations. In addition, the applications of graphene oxide and mesoporous carbon for wastewater treatments are limited by some problems like poor adsorption selectivity, small-scale preparation or high cost. Based on the above discussion, it is meaningful to fabricate a cost effective mesoporous carbon material, which inherits both the advantages of mesoporous carbon and graphene oxide for achieving excellent adsorption performance with improved adsorption selectivity. To date, oxidized carbonaceous materials with oxygen containing functional groups can be prepared by many methods (e.g., dry oxidation and wet oxidation), and which has been widely used as adsorbents [1].

In the present work, the oxidation of mesoporous active carbon was carried out by wet method. To do this, 25 g of the initial carbon material was mixed with 200 cm³ of concentrated nitric acid; the same amount of distilled water was added and boiled with a reflux for 2 hours. The resulting oxidized carbon was repeatedly washed with distilled water to neutral reaction and dried to a constant mass.

The comprehensive thermal analysis of initial active carbon is shown in Fig. 1. As can be seen from Fig. 1, the humidity of the initial carbon is about 10,5 %, what corresponds to the mass loss during heating to 100 °C. The main exothermic process and the greatest mass loss occur in the temperature range from 400 to 760 °C, what corresponds first to the destruction of the peripheral functional groups, and then the oxidation of the main carbon matrix. The residue unburned after heating above 900 °C mass corresponds to ash, which does not exceed 1,3 %. The oxidized active carbon has a similar form of DTG, DTA and TG curves, which indicates the absence of significant changes in the qualitative composition, but does not give the represent about quantitative changes in the surface composition.

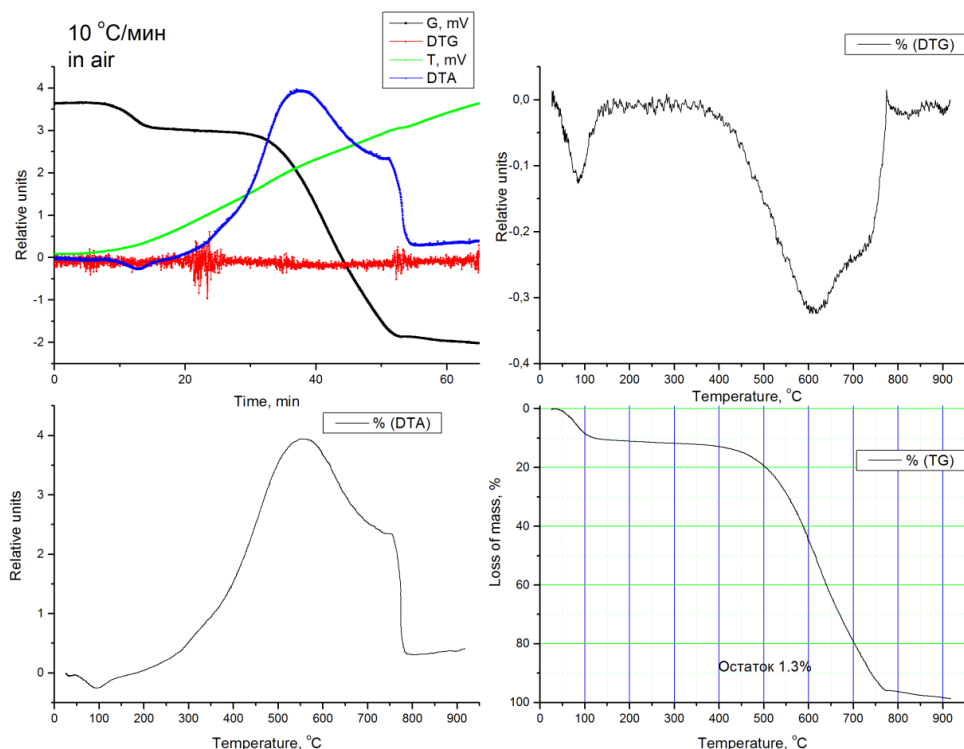


Fig. 1. Comprehensive thermal analysis of initial active carbon.

The crystal structure of initial active carbon and obtained oxidized carbon were characterized by X-ray diffraction. Fig. 2 presents the XRD pattern of the both samples. As can be seen from the diffraction patterns presented in Fig. 2(a,b), both the initial and oxidized carbon is X-ray amorphous. There is only one weakly pronounced maximum for initial active carbon, and there are two more visible peaks for oxidized carbon (Fig. 2b), which both belong to the Carbon according to Standard Card of JCPDS 00-026-1077.

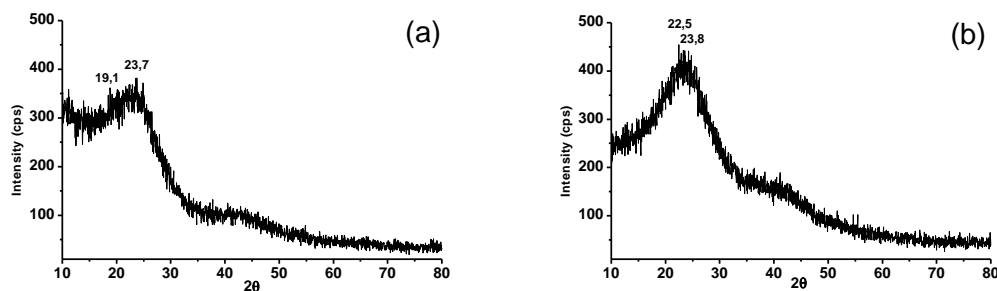


Fig. 2. XRD pattern of initial active carbon (a) and oxidized active carbon (b).

The resulting oxidized active carbon is planned to be used as an adsorbent for the removal of iodine anions and phosphate ions, as well as for the extraction of metal cations from wastewater.

References

1 Zhang X, Lin Q, Luo S, Ruan K, Peng K. Preparation of novel oxidized mesoporous carbon with excellent adsorption performance for removal of malachite green and lead ion / *Appl. Surf. Scie.*, 2018. – Vol. 442. – P. 322-331.

МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ ВУГЛЕКИСЛОТНОЇ РІВНОВАГИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ЗАСОБАМИ МАТНСАД

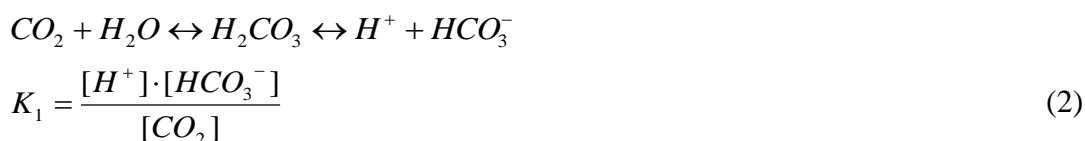
А.Л. Концевой, С.А. Концевой

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
kontsev@xtf.kpi.ua

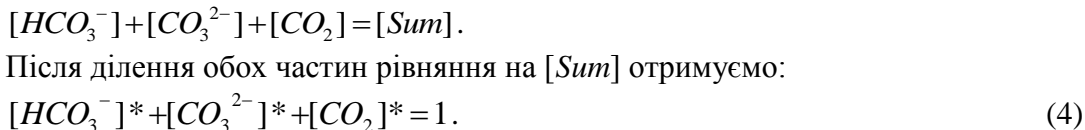
Природна рівновага між різними формами вугільної кислоти сумарно відображається рівнянням [1]:



Вуглекислотна рівновага за стадіями описується наступними рівняннями та відповідними константами рівноваги [2]:



Розмірність концентрацій іонів в рівняннях (1 – 3) виражено у моль/дм³. Вираз для суми концентрацій іонів [Sum]:



В останньому рівнянні []* - відносна концентрація відповідного іону. У рівняннях (2) і (3) співвідношення концентрацій іонів $[\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_2]$ та $[\text{CO}_3^{2-}]/[\text{HCO}_3^-]$ (розмірність концентрації моль/дм³) дорівнює співвідношенню відносних концентрацій відповідних іонів (розмірність концентрації молярна частка). Таким чином надалі визначаються значення відносних концентрацій $[\text{HCO}_3^-]^*$, $[\text{CO}_3^{2-}]^*$, $[\text{CO}_2]^*$ (розмірність у частках, при виводі графіку – у %). В подальших розрахунках для спрощення індекс * опущено.

З рівняння (2) рівноважна концентрація HCO_3^- :

$$[\text{HCO}_3^-] = \frac{K_1 \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{H}^+]}. \quad (5)$$

З рівняння (3) рівноважна концентрація CO_3^{2-} :

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_2 \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}^+]}. \quad (6)$$

Підставимо вираз (5) у вираз (6):

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_2}{[\text{H}^+]} \cdot \frac{K_1 \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{H}^+]} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{H}^+]^2}. \quad (7)$$

Підставимо вирази (5) та (7) у рівняння (4):

$$\frac{K_1 \cdot [CO_2]}{[H^+]} + \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot [CO_2]}{[H^+]^2} + [CO_2] = 1,$$

$$[CO_2] \cdot \left(\frac{K_1}{[H^+]} + \frac{K_1 \cdot K_2}{[H^+]^2} + 1 \right) = 1.$$

Звідси:

$$[CO_2] = \frac{[H^+]^2}{[H^+]^2 + K_1 \cdot [H^+] + K_1 \cdot K_2}. \quad (8)$$

Концентрація йонів водню у воді:

$$[H^+] = 10^{-pH}. \quad (9)$$

Залежність йонного добутку води, першої та другої констант дисоціації вугільної кислоти від температури виражається наступними рівняннями:

$$K_w := 10^{\left(\frac{-4780.13}{T} - 0.019559 \cdot T + 7.8560 \right)}$$

$$K_1 := 10^{\left(\frac{-2513.98}{T} - 0.023122 \cdot T + 8.9632 \right)}$$

$$K_2 := 10^{\left(\frac{-3287.20}{T} - 0.028377 \cdot T + 9.1324 \right)}$$

Вихідні дані: температура, К: $T := 298.15$. Значення водневого показника змінюється в діапазоні від 4 до $-\log(K_w)$, крок зміни водневого показника 0.1.

Наступний алгоритм визначення відносних рівноважних концентрацій (частки або %) CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} в залежності від рН розчину полягає в покрокових розрахунках за рівняннями (9), (8), (5) та (7). Можливий варіант: (9), (8), (5) та (6).

1. Розрахувати іонний добуток води K_w .
2. Розрахувати першу константу дисоціації вугільної кислоти K_1 .
3. Розрахувати другу константу дисоціації вугільної кислоти K_2 .
4. Задати межі зміни значення рН від 4 до $-\log(K_w)$ з кроком 0.1.

У середовищі MahtCad межі зміни параметра задаються з допомогою панелі інструментів Matrix кнопкою m..n (Range Variable) у вигляді:

$$pH := 4, 4.1 .. -\log(K_w)$$

По краях задаються межі зміни параметра (4 та $-\log(K_w)$ - відповідно нижня та верхня межі значень рН), через кому задається 2-ге значення в числовому ряду з врахуванням зміни параметра - 4.1. Отже, з подібним записом межі зміни значення параметра, рН буде приймати значення відповідно: 4; 4.1; 4.2; 4.3 і т.д. до значення $-\log(K_w)$. Зауважимо, що отримані числові значення параметра не утворюють матрицю, тому з ними не можливі дії, що застосовуються до матриці.

5. Запрограмувати розрахунок рівноважного вмісту CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} .

Програмування розрахунку відбувається з наступною послідовністю дій:

– вводиться назва функції, якій буде привласнюватись значення розрахунку, в дужках зазначаються параметри від яких вона залежить, ставиться знак

привласнювання (:=) та на панелі інструментів Programming натискується кнопка Add Line:

$$f(\text{pH}) := \left| \begin{array}{l} \blacksquare \\ \blacksquare \end{array} \right.$$

– проводиться привласнення величин згідно рівнянь (9, 8, 5, 6) з використання оператора локального привласнення « ← », який знаходиться на панелі інструментів Programming:

$$f(\text{pH}) := \left| \begin{array}{l} \text{H} \leftarrow 10^{-\text{pH}} \\ \blacksquare \end{array} \right.$$

Важливо! У тілі програми неможливе використання знаку привласнення «:=». Також важливо розрізнити знак локального привласнення « ← » та оператор символічного обчислення « → », який знаходиться на панелі інструментів Symbolic.

Важливо! Риска, що відокремлює тіло програми, не продовжується автоматично. Для її продовження необхідно додатково натискати клавішу Add Line на панелі інструментів Programming. Варто також зауважити, що використання клавіші Add Line можливе лише у випадку наявності хоча б одного вільного поля:

$$f(\text{pH}) := \left| \begin{array}{l} \text{H} \leftarrow 10^{-\text{pH}} \\ \blacksquare \\ \text{H} \leftarrow 10^{-\text{pH}} \\ \blacksquare \\ \blacksquare \end{array} \right.$$

Для організації виводу результатів розрахунку після привласнення величини CO_3^{2-} залишають лише одне вільне поле:

$$f(\text{pH}) := \left| \begin{array}{l} \text{H} \leftarrow 10^{-\text{pH}} \\ \text{CO}_2 \leftarrow \frac{\text{H}^2}{\text{H}^2 + \text{K}_1 \cdot \text{H} + \text{K}_1 \cdot \text{K}_2} \\ \text{HCO}_3 \leftarrow \text{CO}_2 \cdot \frac{\text{K}_1}{\text{H}} \\ \text{CO}_3 \leftarrow \text{HCO}_3 \cdot \frac{\text{K}_2}{\text{H}} \\ \blacksquare \end{array} \right.$$

– вивід результатів розрахунку здійснюється у матричному вигляді:

$$f(\text{pH}) := \begin{cases} \text{H} \leftarrow 10^{-\text{pH}} \\ \text{CO}_2 \leftarrow \frac{\text{H}^2}{\text{H}^2 + \text{K}_1 \cdot \text{H} + \text{K}_1 \cdot \text{K}_2} \\ \text{HCO}_3 \leftarrow \text{CO}_2 \cdot \frac{\text{K}_1}{\text{H}} \\ \text{CO}_3 \leftarrow \text{HCO}_3 \cdot \frac{\text{K}_2}{\text{H}} \\ \begin{pmatrix} \text{CO}_2 \\ \text{HCO}_3 \\ \text{CO}_3 \end{pmatrix} \cdot 100 \end{cases}$$

6. Вивід результатів розрахунку програми у вигляді графічної залежності.

На панелі інструментів Graph обираємо двомірний графік (X–Y plot @). По осі Y у полі, що відповідає значенню функції (середнє поле) через кому вводимо назви функцій, які необхідно зобразити на графіку $f(\text{pH})_0$, $f(\text{pH})_1$, $f(\text{pH})_2$ (при натисканні коми сам знак коми не відображається, натомість утворюється рядок нижче) – рисунки 1, 2.

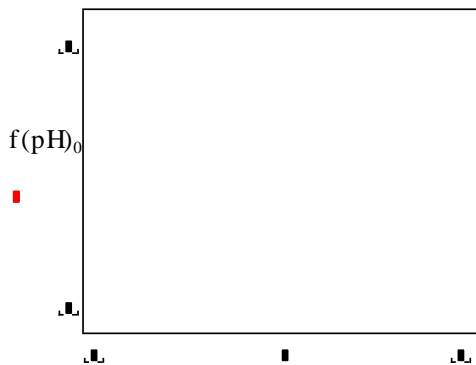


Рисунок 1 – Перший крок побудови графіку.

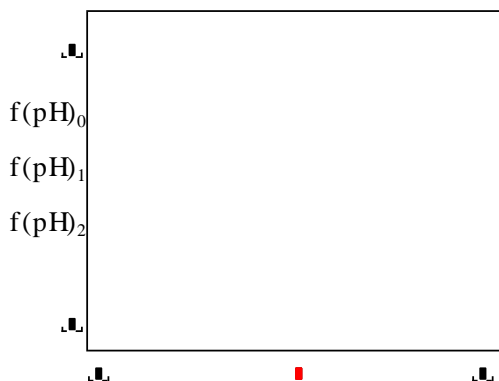


Рисунок 2 – Другий крок побудови графіку.

На осі ординат у полі що відповідає аргументу (середнє поле), вводимо значення змінної величини pH - рисунок 3:

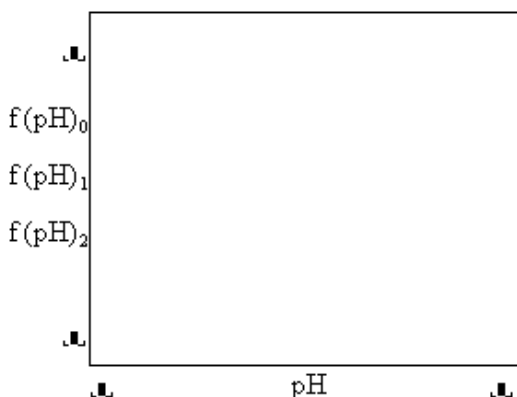


Рисунок 3 – Третій крок побудови графіку.

У крайніх полях можна вказати інтервали значень функції (від 0 до 100) та аргументу (від 1 до 14), які необхідно зобразити на графіку (у випадку не заповнення цих полів MathCad автоматично виведе графік з усім інтервалом варіювання значень аргументу та функції) – рисунок 4:

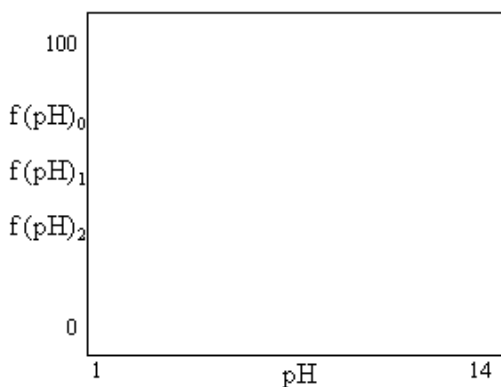


Рисунок 4 – Четвертий крок побудови графіку.

Графік набуде вигляду:

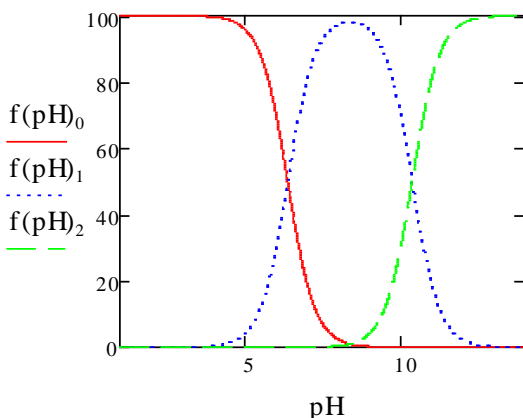


Рисунок 5 – П'ятий крок побудови графіку.

7. Форматування графіку – змінити ціну поділки на осі рН на 1; скрити назви функцій та аргументів, за якими будувався графік; привласнити лініям в легенді відповідні назви ($f(\text{pH})_0$ – CO_2 , $f(\text{pH})_1$ – HCO_3 , $f(\text{pH})_2$ – CO_3); вивести легенду; навести назву графіку та назви осей.

Форматування графіку виконується наступним чином:

- натискуємо праву кнопку миші на графіку та вибираємо format;

- у вікні, що відкрилося обираємо закладку X-Y Axes для зміни ціни ділення на осях X та Y відповідно знімаємо «прапорець» навпроти Auto grid та змінюємо число поруч з Number of grids (кількість поділок), для забезпечення ціни поділки 1 необхідно виставити кількість поділок 13;

- у закладці Traces можна змінити назву лінії, що відповідає значенню функції (подвійний клік на trace 1(2 або 3) і вводиться нова назва, що відобразиться в легенді), частоту маркерів на ліній (Symbol Frequency) тип маркеру (Symbol), товщину маркера та ліній (Symbol Weight, Line Weight), тип лінії (Line), колір лінії (Color). Якщо поставити «прапорець» навпроти Hide arguments, то на графіку не будуть виводитися назви функцій та аргументів, які вводилися для побудови. Для виводу легенди необхідно зняти «прапорець» навпроти Hide legend, після цього можна обрати місце розміщення легенди на графіку;

- назви осей та графіка можна ввести у закладці Labels. Для виводу назви графіка необхідно поставити «прапорець» навпроти Show Title.

Після форматування графік набуде вигляду:

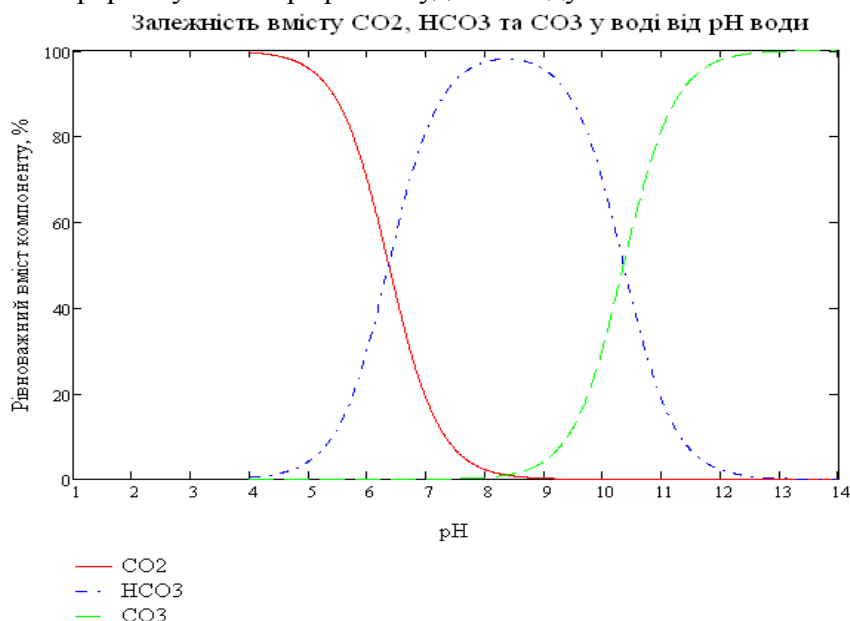


Рисунок 6 – Залежність рівноважного вмісту CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} від pH води.

8. Знаходження координат точок на графіку

Для знаходження координат точок на графіку на області побудови графіка нажимають праву клавішу миші та обирають Trace. Потім лівою клавішею мишки роблять клік на необхідній точці на графіку і у вікні X-Y Trace виводяться координати точки.

Запропоновані методика і покроковий алгоритм дозволяють їх адаптувати для використання у навчальному процесі, а також удосконалити вміння роботи у MahtCad.

Список літературних джерел

1. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 310 с.
2. Kontsevoi A.L. Unified Water Chemistry for Circulation Heat-Transfer Systems / A.L. Kontsevoi, S.A. Kontsevoi // Thermal Engineering. – 2006. – V. 53. – № 8. – С. 639–643.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ СТІЧНОЇ ВОДИ ЛІКУВАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Д.Е. Самойленко, Н.М. Толстопалова

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
d.samoylenko96@gmail.com

Завантаження водного середовища залишками лікарських засобів, їх можливий подальший вплив на довкілля, кількісна оцінка шляхів забруднення і розвиток стратегій щодо мінімізації цього впливу є на сьогодні актуальною проблемою. З точки зору водного середовища стічні води лікарень повинні бути оцінені як проблематичні в декількох аспектах, оскільки мають вищу концентрацію залишків медпрепаратів та інших специфічних речовин, що використовуються в лікарській практиці. Деякі препарати демонструють високу стійкість і не повністю або взагалі не розкладаються на комунальних очисних спорудах, тому стоки лікарень насичені мультірезистентними забруднювачами ніж комунальні стічні води, які можуть у подальшому опинитися в природних водах. Також різноманітні токсичні і мутагенні ефекти були виявлені для стічних вод лікарень в певних дослідженнях [1].

Ліки, що використовуються в медицині та ветеринарії, зазвичай виділяються як кон'югати після перетворення та деградації в організмі людини або тварини. Фармацевтичних речовини, призначені для людей потрапляють у стічні води через природні екскреції, такі як сеча або фекалії, а пізніше - у очисні споруди, а в разі недостатньої деградації - в поверхневі води. У муніципальних очисних спорудах чи, можливо, вже в неперевіренних стічних водах згадані кон'югати частково розщеплюються, а вихідні активні фармацевтичні інгредієнти або їх метаболіти знову звільняються. Крім того, частка невикористаних лікарських засобів, які утилізуються з побутовими відходами, може відігравати важливу роль у навантаженні водного циклу, оскільки недостатньо герметичні звалища забезпечують введення залишків лікарських речовин у поверхню або безпосередньо в ґрунтові води. Специфічні скиди забруднених стічних вод від компаній фармацевтичної промисловості або звалища в ґрунті також можуть сприяти забрудненню водних ресурсів, таких як рібні господарства. Та частина фармацевтичних препаратів, які були викинуті як сміття, структурно не змінюються в навколишньому середовищі, а ліки, що приймаються в контексті медичного лікування, зазнають деяких структурних змін під час процесів в організмах людей та тварин. Отже, при плануванні очисних споруд необхідно враховувати не тільки можливі вихідні речовини, а й їх метаболіти. Рентгеноконтрастні засоби, цитостатики і деякі види антибіотиків, хоча і є дуже токсичними і небезпечними речовинами, грають лише незначну роль в стічних водах, оскільки процедура їх утилізації є специфічною і, як правило, ці води не потрапляють до цивільних водоочисних споруд. Крім того, лікарні вважаються одним з головних шляхів введення антибіотикорезистентних патогенів у міську каналізаційну мережу. Через високий селекційний тиск на хвороботворні бактерії з одного боку, і часто пацієнтів з слабким імунітетом (що призводить до збільшення використання протизапальних речовин), з іншого боку, бактерії в районі окремих лікарняних палат знаходять найкращі умови для розвитку резистентних властивостей. Наскільки механізми передачі резистентності (плазмідного перенесення між бактеріями) також мають місце в потоці стічних

вод або на установці очистки стічних вод, це питання, на яке не може бути дано відповіді [2].

Метою дослідницької роботи було визначити, чи є проба стічної води лікарського закладу токсичною. Проба була взята в лікарні Святого Ансгара (м. Хьокстер, Німеччина), лабораторні тести проводились на базі Вищої Школи Оствестфален-Ліппе (Німеччина). Токсичність визначалась з використанням двох методик: визначення за інгібування споживання кисню організмами *Pseudomonas putida* та за флюоресценцію хлорофілу зелених водоростей роду *Scenedesmus*, всі лабораторні тести проводились згідно вимог DIN 38 412 [3]. Зразок стічної води та серія розведень з дистильованою водою (1:8, 1:4, 1:2) були перевірені за двома аналізами, виявилось, що стічна вода не має токсичних властивостей – навпаки, спостерігається інтенсифікація розвитку організмів. Це можливо пояснити тим, що окрім вод, що використовувались безпосередньо в лікувальних цілях, загальний потік розбавлений водами з інших відділів лікарні, такі як, наприклад, їдальня чи приміщення персоналу, що містять значну кількість поживних речовин.

Наступним рішенням було проведення серії дослідів з модельними розчинами – в якості основного «забруднювача» обрано лікарський засіб диклофенак, який є розповсюдженим протизапальним засобом у Німеччині. Модельний розчин представляв собою нерозбавлену пробу стічної води лікарні, в яку додали певну кількість диклофенаку. Концентрація була розрахована на кількість місць у лікарні та приблизній кількості води, котру використовує пацієнт за добу. За «100% розчин» прийнятий такий, при якому кожен пацієнт приймає добову норму таблеток (75 міліграм), враховуючи, що за добу в середньому пацієнт використовує 100 літрів води, концентрація диклофенаку становила 0,75 міліграм на літр. Потім була зроблена серія розбавлень (50% та 25%) та проведена серія дослідів за тестом з псевдомонатами та з зеленими водоростями. За отриманими результатами можна зробити висновок, що в модельному розчині спостерігається «конкуренція» між процесами інгібування та інтенсифікації – в 25%-вому розчині переважає інтенсифікація, в 50%-вому - відносна рівновага між цими двома процесами, 100%-вий розчин вже можна вважати дійсно токсичним (ступінь інгібування перевищила 20%).

Отже, за результатами лабораторних досліджень виявилось, що сама по собі стічна вода лікарського закладу не є токсичною через велику ступінь розбавлення. З іншого боку, резистентність певних залишків фармацевтичних препаратів, неможливість точно прогнозувати їх метаморфози в організмі людини та результати їх взаємодії один з одним вже в водному середовищі залишаються проблемою стічних вод лікарських установ актуальною по всьому світу. З урахуванням змішаних витоків води та витоків у каналізаційних мережах, роздільний збір та очищення стічних вод лікарень можуть зробити суттєвий внесок у захист водного середовища. Однак слід зазначити, що роздільний збір та очищення стічних вод у лікарнях є лише одним із кількох заходів для захисту вод від залишків фармацевтичних засобів та стійких бактерій, оскільки вони мусять бути усунені також і в комунальному секторі.

Список літературних джерел

1. Mauer, Christian “Technische und ökonomische Aspekte der separaten Erfassung und Behandlung von Krankenhausabwasser“, 2011

- Feldmann, Dirk F., „Modellberechnungen zum Verhalten und Verbleib von Arzneimittelrückständen im Krankenhausabwasser und Beurteilungsmöglichkeiten ihres ökotoxikologischen Gefährdungspotentials“, 2005
- DIN 38 412

ПРОЦЕСС СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭПОКСИУРЕТАНОВОГО КАУЧУКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИГИДРАЗОНА ДИАЦЕТИЛФЕРРОЦЕНА

Т.Ю. Смольникова, О.Ю. Нестерова

Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
kafedra.vms@gmail.com

Экологический аспект повышения стабильности полимерных композиционных материалов связан с увеличением сроков их эксплуатации, а также уменьшением загрязнения окружающей среды продуктами их деструкции.

Низкомолекулярные каучуки с функциональными группами благодаря комплексу ценных свойств (высокой адгезии, ползучести под нагрузкой, морозоустойчивости и т.д.) находят все более широкое применение при создании композиционных материалов для эксплуатации в различных сферах с дифференцированными технологическими задачами. Свойство полимерных материалов с использованием функциональных олигомеров в значительной степени определяются природой самого олигомера и агента их сшивания. Для создания новых полимерных материалов с заданными свойствами можно реализовывать различные комбинации химической структуры олигомерного каучука и отвердителя, размеров фрагментов, функциональных групп и т.д. Наличие концевых функциональных групп в олигомерных каучуках увеличивает вероятность создания сетки, которая не содержит реакционноспособных групп по сравнению с функциональными группами, распределенными статистически вдоль цепи олигомера.

Известно, что получение структурированных композиционных материалов из низкомолекулярных функциональных каучуков может осуществляться в широком температурном интервале от комнатной температуры до 200° С.

Производство клев, заливочных и пропитывающих компаундов требует низкотемпературной вулканизации, для которой перспективными являются диеновые каучуки с функциональными группами, например, эпоксиуретановые рис 1. Анализ реакции структурирования эпоксиуретановых каучуков показывает, что для этой цели могут применяться соединения, содержащие amino-, гидразидные, карбоксильные, ангидридные группы и т.д. При невысоких температурах отверждения 50-80° С наиболее целесообразными структурирующими агентами являются аминоксодержащие соединения.

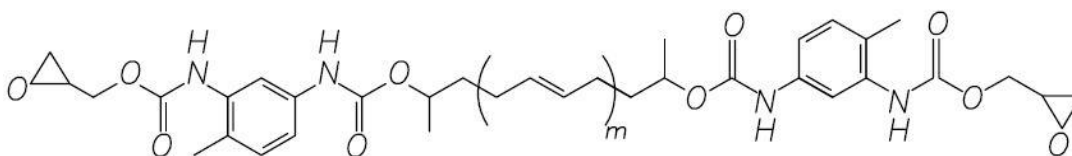


Рис. 1 – Эпоксиуретановый каучук на основе бутадиенового каучука с концевыми гидроксильными группами НТРВ

К недостаткам образующихся композитов на основе низкомолекулярных эпоксиуретановых каучуков относится их низкая устойчивость к действию

кристаллическое вещество для его растворения использовали пластификатор диоктилсебацинат (ДОС) в минимальном количестве.

Реакция отверждения проходила по схеме 5.

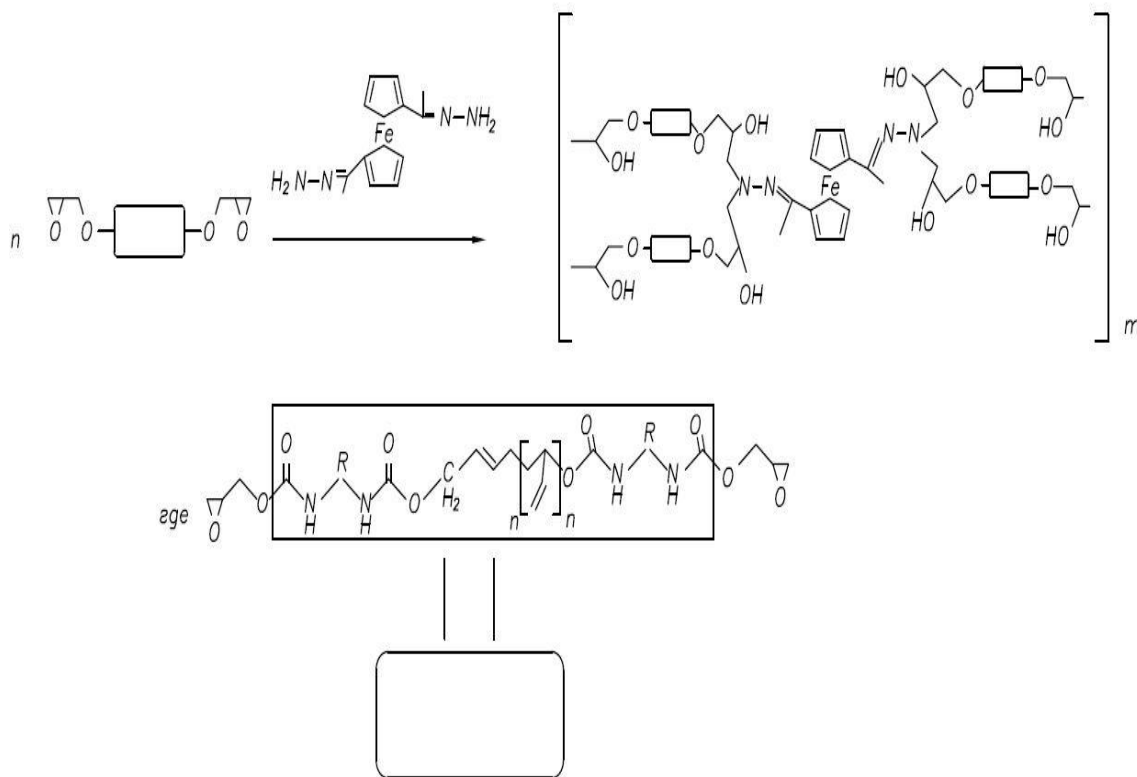


Схема 5. Структурирование олигомерного эпоксиуретанового полибутадиенового каучука под действием ДГДАФ.

Нами было найдено, что процесс структурирования олигомерного эпоксиуретанового каучука с концевыми эпоксидными группами происходит под действием ДГДАФ в условиях долгосрочного нагревания с образованием резиноподобного эластического полимера, который имеет структуры редко сшитой сетки.

Закрепление таким образом фероценильного фрагмента в полимерной матрице приведет к повышению термостабильности полимерных материалов, которые смогут выдерживать более длительный нагрев без заметных признаков деструкции.

Список литературных источников:

1. А.Н. Несмеянов, Н.С. Кочеткова, В.Д. Вильчевская, Ю.Н. Шейнкер, Л.В. Сенявина, М.И. Стручкова. - Изв. АН СССР, ОХН, 1962, 1911
2. Перевалова Э.Г. Железоорганические соединения. Ферроцен / Э.Г. Перевалова, М.Д. Решетова, К.И. Грандберг. – М.: Наука, 1983. – С. 41 -54.

ТЕОРЕТИЧНА ОЦІНКА СУМІСНОСТІ ПОЛІМЕРІВ

І.А.Тихомирова, Е.О.Спорягін

Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
tihomirova-21@mail.ru

В наш час широко використовують і активно досліджують полімерні композиційні матеріали. Особливий інтерес проявляють до двох- і багатокомпонентних полімерних сумішей і сплавів [2]. У формуванні властивостей таких сумішей велику роль грає термодинамічна сумісність полімерів один з одним.

Використання простих фізичних сумішей полімерів, що складаються з інгредієнтів з взаємодоповнюючим комплексом властивостей, не завжди приводить до бажаних результатів через термодинамічні несумісності більшості пар полімерів, яка викликана малою ентропією їх змішування [4].

Тому композиції в тій чи іншій мірі розпадаються на окремі фази, які характеризуються слабкою адгезією, що й обумовлює погіршення властивостей композиції.

Пари полімерів вважаються добре сумісні, якщо вони володіють близькою полярністю, включають подібні функціональні групи або ж здатні взаємодіяти в умовах змішування з утворенням донорно – акцепторних, водневих та інших зв'язків, а також, якщо вони відповідають один одному за будовою і розчинності [3].

Термодинамічною умовою мимовільного змішування є від'ємне значення енергії Гіббса змішування, яка представляє собою алгебраїчну суму двох внесків, ентальпійного (ΔH) та ентропійного ($T\Delta S$):

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (1)$$

Для багатьох сумісних пар полімер – полімер спостерігають негативні значення ΔH і ΔS , на підставі чого були сформульовані термодинамічні вимоги, виконання яких необхідно для того, щоб полімери добре поєднувалися один з одним:

1. Ентропія змішування полімерів $\Delta S < 0$. Це означає, що макромолекули в суміші розташовуються більш впорядкованим способом, ніж серед собі подібних макромолекул, тобто утворюються спільні впорядковані полімерні структури.

2. Ентальпія змішування полімерів $\Delta H < 0$, що можливо, якщо енергія взаємодії між різнорідними молекулами більше, ніж між однорідними.

3. Алгебраїчна сума абсолютних величин ΔH і ΔS повинна бути негативною, тобто $[\Delta H] > [T\Delta S]$ [2].

Розрахунок розчинності за Аскадським [1]: структуру полімерів визначають на молекулярному рівні конформаціями, конфігурацією і способами взаємної упаковки макромолекул. Чинний обсяг атома кожного виду залежить від його оточення, тобто від природи валентно – пов'язаних з ним атомів і від коефіцієнтів упаковки молекул речовини, в які входить даний атом.

Коефіцієнт молекулярної упаковки може бути оцінений з співвідношення:

$$V_i = \Delta V_i / K \quad (2)$$

де ΔV_i – Ван-дер-Ваальсові обсяги атомів i -го виду; K – коефіцієнт упаковки.

Для енергії когезії можна аналогічно записати, що

$$K\Delta E_0 = \Delta E^* \quad (3)$$

Тут ΔE^* являє собою енергію когезії рідини, зменшену в стільки разів, у скільки Ван – дер – Ваальсів обсяг молекули менше мольного обсягу. Значення ΔE^* – величина адитивна.

Тому

$$\Delta E^* = \sum_{i=1}^n \Delta E_i^* \quad (4)$$

де ΔE_i^* – внесок кожного атома і типу міжмолекулярної взаємодії в ΔE^* [1].

Тоді,

$$\delta^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta E_i^*}{N_A \sum \Delta V_i} \quad (5)$$

де N_A – число Авагадро.

Інкремент обсягу розглянутого атома обчислюють як обсяг сфери цього атома за вирахуванням обсягу кульових сегментів, що відсікаються на цій сфері сусідніми валентно – пов'язаними атомами, тобто:

$$\Delta V_i = (4/3)\pi R^3 - \sum (1/3)\pi h_i^2 (3R - h_i) \quad (6)$$

де R – Ван – дер – Ваальсів радіус розглянутого атома; h_i – висота сегмента, яку обчислюють за формулою,

$$h_i = R - (R^2 + d_i^2 + R_i^2)/2d_i \quad (7)$$

де d_i – довжина зв'язків між двома атомами; R_i – Ван – дер – Ваальсові радіуси сусідніх з розглянутими валентно – пов'язаними атомами [1].

1. Розрахунок сумісності ПВХ та толилнафтилметану за методом Аскадського.

Для початку розрахуємо Ван – дер – Ваальсовий об'єм атомів ΔV та енергію когезії ΔE для ПВХ. Для елементарної ланки полімерного ланцюга маємо:

$$\Delta E_1 = 2\Delta E_c^* + 3\Delta E_H^* + \Delta E_{Cl}^* + \Delta E_d^* \quad (8)$$

$$\sum_1 \Delta E = (2 \times 550,7) + (3 \times 47,7) - 222,7 + 1623 = 2644,8 \text{ кал/моль.}$$

Знаходимо мольні об'єми різних атомних угруповань:

$$\sum \Delta V_1 = \Delta V_{CCl} + \Delta V_{CH_2C} + \Delta V_{CH-CCl} + \Delta V_{CH_2-CH_2} \quad (9)$$

$$\sum \Delta V_1 = 19,8 + 12,6 + 10,1 + 13,1 = 55,65 \text{ А}^3.$$

Тоді параметр сумісності розраховують за формулою:

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{\sum \Delta E}{N_A \times \sum \Delta V}}$$

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{2644,8}{6,02 \times 10^{23} \times 55,65 \times 10^3 \times 10^{-24}}} = 8,85 \text{ (кал/см}^3\text{)}^{0,5}.$$

Розрахуємо енергію когезії ΔE та Ван – дер – Ваальсовий об'єм атомів ΔV для толилнафтилметану. Для елементарної ланки полімерного ланцюга маємо:

$$\Delta E_2 = 18\Delta E_c^* + 16\Delta E_H^* + 3\Delta E_{\odot}^*.$$

$$\sum \Delta E_2 = (18 \times 550,7) + (16 \times 47,7) + (3 \times 713) = 12815 \text{ кал/моль.}$$

знаходимо мольні об'єми різних атомних угруповань:

$$\sum \Delta V_2 = 11\Delta V_{C-CH=C} + \Delta V_{C-CH_2} + 2\Delta V_{C-C-C} + \Delta V_{C-CH_2-C} = (11 \times 13,1) + 16,9 + 12,6 + (2 \times 8,4) = 190,4A^3$$

Тоді параметр сумісності розраховують за формулою:

$$\delta_2 = \sqrt{\frac{\sum \Delta E}{N_A \times \sum \Delta V}}$$

$$\delta_2 = \sqrt{\frac{12815}{6,02 \times 10^{23} \times 190,4 \times 10^{-24}}} = 10,53 \text{ (кал/см}^3\text{)}^{0,5}.$$

Порівнявши величини δ_1 та δ_2

$$\delta_1 - \delta_2 = 10,53 - 8,85 = 1,68 \text{ (кал/см}^3\text{)}^{0,5},$$

що менше 2,0 (кал/см³)^{0,5}. Отже ПВХ теоретично сумісний з толилнафтилметаном.

Запропонована розрахункова схема для прогнозування сумісності полімерів дозволяє проводити таку оцінку на підставі хімічної будови повторюваних ланок.

Список літературних джерел:

1 Аскадский, А.А. Компьютерное материаловедение – М.: Научный мир, 1999 – 544 с.

2 Спорягін Е.О. Навчальний посібник до вивчення курсу «Технологія енергонасичених матеріалів» – Дн – ск: РВВ ДНУ, 2011. – 136 с.

3 Тугов, И.И. Химия и физика полимеров: учебное пособие для хим. – техн. вузов – М.: Химия, 1989. – 432 с.

4 Кахраманлы Ю.Н. Несовместимые полимерные смеси и композиционные материалы на их основе / Баку: «ЭЛМ», 2013. – 152 с.

REGULARITIES OF COAGULATION PURIFICATION OF WATER BY IRON COAGULANT

L.Yu. Miakushko, Yu.M. Fedenko

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

fedenkoyura@ukr.net

Coagulation (from Latin coagulatio-coagulation, condensation), the combination of particles of a dispersed phase in aggregates due to adhesion (adhesion) of particles in their collisions. Collisions occur as a result of Brownian motion, as well as sedimentation, movement of particles in the electric field (electrocoagulation), mechanical action on the system (mixing, vibration), etc [1].

Characteristic features of coagulation are an increase in turbidity (intensity of scattered light), the appearance of flocculent formations - floccula hence the term flocculation, often used as a synonym for coagulation), the separation of the initially stable to sedimentation system (sol), with the separation of the dispersed phase in the form of coagulum (sediment, cream). With a high content of dispersed phase particles, coagulation can lead to the curing of the entire volume of the system due to the formation of spaces, a grid of coagulation structure (see gels, structure formation) [2-4].

So, the aim of presented work was to research regularities and scientifically substantiate coagulation purification of real samples of natural lake water from Kyiv.

The solution of (FeCl₃) of different concentrations (25, 50,100, 200, 300, 400 mg/L) had been used as coagulant. The sample of salt FeCl₃·6H₂O (ch.p.,

manufacturer - China) had been dissolved in distilled water for preparation of working solution of the coagulant. Working solution of FeCl_3 had the concentration 1 g/L. Iron coagulant had been used because it works at the widest range of pH (4÷11)

Sample of water for coagulation had been taken from one of lakes in Kyiv. The investigated water had been researched without pH correction.

Figure 1 illustrates the dependence of the transparency of water on dosage of the coagulant.

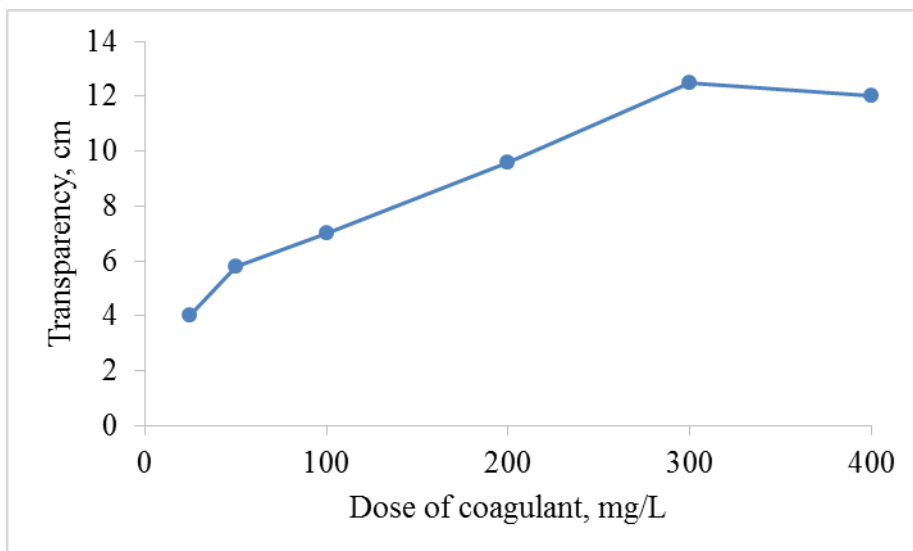


Figure 1 – The dependence of the transparency of water on dosage of the coagulant.

As can be seen from fig. 1, the transparency of water is obviously increased and maximum of it is observed at the dose of coagulant 300 mg/L. If the concentration of coagulant exceeds 300 mg/L, the transparency of water begins to decrease. This connects with additional water pollution by the solution of coagulant and shows that coagulation of investigated samples should be conducted at concentrations of the coagulant 300 mg/L. So, investigated water is related to the category of high-muddy waters.

Figure 2 shows the dependence of the time of formation and beginning of sedimentation of flakes on dosage of the coagulant.

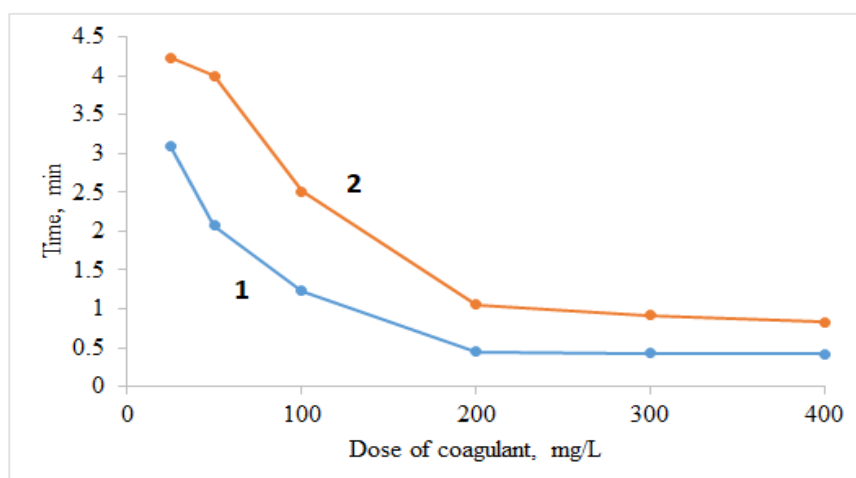


Figure 2 - The dependence of the time of formation and beginning of sedimentation of flakes on dosage of the coagulant (1 – time of formation; 2 – time of sedimentation).

According to the data, presented in figure 2, time of formation and sedimentation are decreased at increasing of the dose of coagulant. Time of formation and sedimentation isn't changed in case of doses of coagulant 200 mg/L and more. In comparison with the data in figure 2, the optimal dose of iron coagulant from economic point of view is 300 mg/L.

Literature

1 Зонтаг Г., Штрэнге К. Коагуляція и устійчивость дисперсных систем, пер. с нем., Л., 1973;

2 Дерягин Б. В. Теория устійчивости коллоидов и тонких пленок, М., 1986;

3 Запольский А. К., Баран А. А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды, Л., 1987.

4 Vieno N., Tuhkanen T., Kronberg L. Removal of Pharmaceuticals in Drinking Water Treatment: Effect of Chemical Coagulation // Environmental Technology, 2006. – Vol. 27. – p. 183–192.

THE EFFECT OF DOSAGE OF IRON COAGULANT ON CLARIFICATION OF NATURAL WATER

I. Yu. Pechonchyk, Yu. M. Fedenko

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

fedenkoyura@ukr.net

The commonly used metal coagulants fall into two general categories: those based on aluminum and those based on iron. The aluminum coagulants include aluminum sulfate, aluminum chloride and sodium aluminate. The iron coagulants include ferric sulfate, ferrous sulfate, ferric chloride and ferric chloride sulfate. Other chemicals used as coagulants include hydrated lime and magnesium carbonate.

The effectiveness of aluminum and iron coagulants arises principally from their ability to form multi-charged polynuclear complexes with enhanced adsorption characteristics. The nature of the complexes formed may be controlled by the pH of the system [1,2].

When metal coagulants are added to water the metal ions (Al and Fe) hydrolyze rapidly but in a somewhat uncontrolled manner, forming a series of metal hydrolysis species. The efficiency of rapid mixing, the pH, and the coagulant dosage determine which hydrolysis species is effective for treatment.

So, the aim of presented work was to research the effect of dosage of iron coagulant on clarification of real samples of natural lake water from Kyiv.

The solution of (FeCl₃) of different concentrations (25, 50, 100, 200, 300, 400 mg/L) had been used as coagulant. The sample of salt FeCl₃·6H₂O (ch.p., manufacturer - China) had been dissolved in distilled water for preparation of working solution of the coagulant. Working solution of FeCl₃ had the concentration 1 g/L. Iron coagulant had been used because it works at the widest range of pH (4÷11)

Sample of water for coagulation had been taken from one of lakes in Kyiv. The investigated water had been researched without pH correction.

The dependence of the height of precipitate on the time of coagulation at different doses of iron coagulant is presented in figure 1.

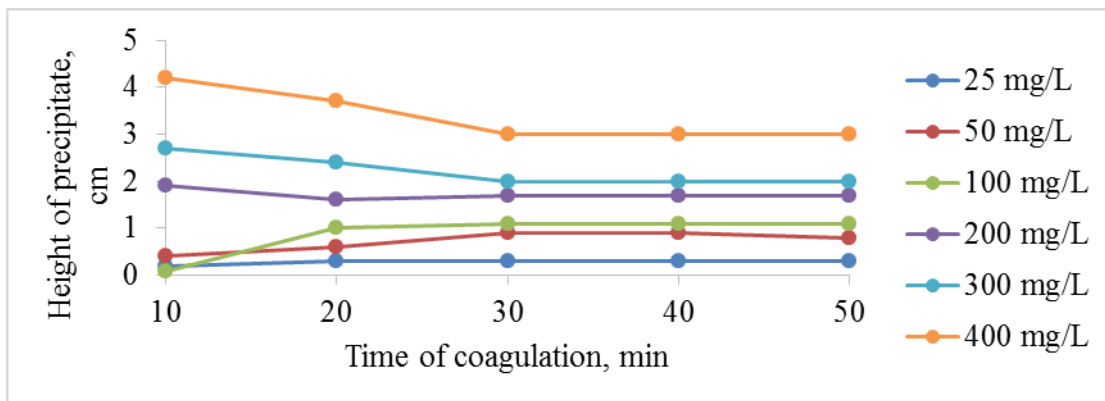


Figure 1 – The dependence of the height of precipitate on the time of coagulation.

The increasing of dosage of coagulant causes the increasing of the height of precipitate, as can be seen from figure 1. The height of precipitate is decreased after 30 minutes for concentrations of the coagulant in water 300 and 400 mg/L. It shows that the concentration of flakes in water suspension is high at high concentration of coagulant and flakes aggregates sediments with higher rate. Sedimentation is finished during 30 minutes after addition of the coagulant.

The dependence of the height of transparent layer from the time of coagulation is shown in figure 2. Presented data are agreed with figure 1.

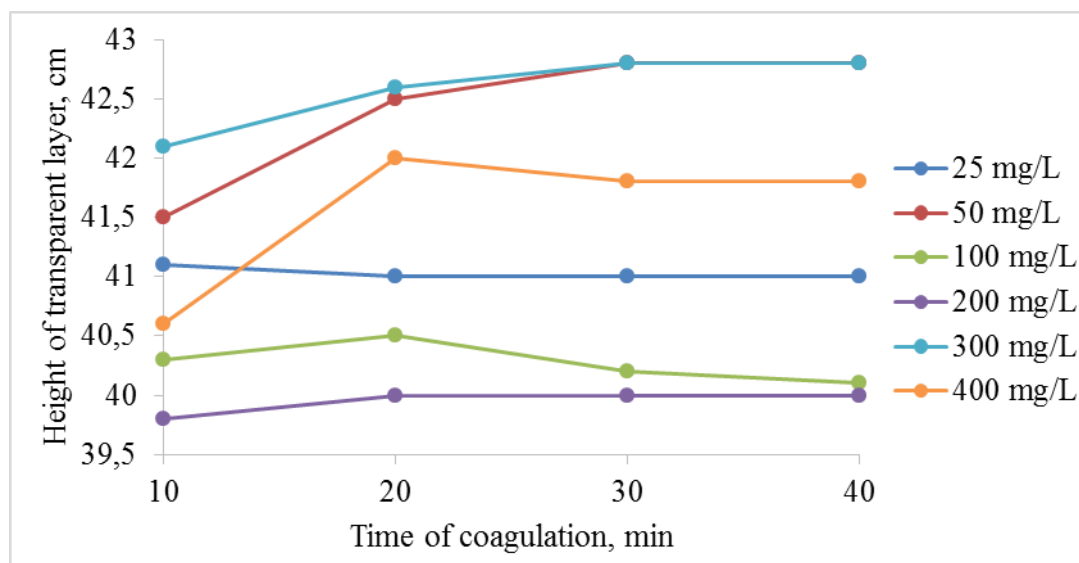


Figure 2 – The dependence of the height of transparent layer on the time of coagulation.

The height of transparent layer is the biggest at the concentration of coagulant 300 mg/L, as showed in figure 2. The rational time of the coagulation is 30 minutes. Total finishing of sedimentation is reached at 30 minutes. It can be noted, that the height of transparence is higher in case of the dose of coagulant 25 mg/L than in case of 400 mg/L at the time of coagulation 10 minutes. On our opinion, it can be connected with spatial obstacles for ions of coagulant at high concentration of it, which prevent rapid formation of micelles and continuous aggregation [3]. The regularities of coagulation are kept at other researched concentrations of iron coagulant.

Literature

- 1 Vieno N., Tuhkanen T., Kronberg L. Removal of Pharmaceuticals in Drinking Water Treatment: Effect of Chemical Coagulation // *Environmental Technology*, 2006. – Vol. 27. – p. 183–192.
- 2 Cheng Y. L., Wong R. J., Lin J. C. Water Coagulation Using Electrostatic Patch Coagulation (EPC) Mechanism // *Driving Technology (An International Journal)*, 2010. – Vol. 28. – Issue 7. – p. 850–857.
- 3 Liu G., Zhang X., Talley J. Effect of Copper (II) on Natural Organic Matter Removal During Drinking Water Coagulation Using Aluminum-Based Coagulants // *Water Environment Research*, 2007. – Vol. 79. – № 6. – p. 593–599.

ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВОДОСТІЙКОЇ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ

А.О.Єфименко

Шосткинський інститут Сумського Державного Університету
ann_89u@ukr.net

Існуючий асортимент промислових вибухових речовин дає можливість застосовувати їх у різних умовах навколишнього середовища. Для добування корисних копалин у обводнених свердловинах та підземних шахтах найбільш поширеними є промислові вибухові речовини (ВР) на основі нітрату амонію.

На основі аналізу літературних джерел найпоширенішими ВР є емульсійні вибухові речовини, граммоніт 79/21 ГС, гранульований нітрат амонію у поліетиленовій оболонці та ін. при застосуванні даних нітрат амонієвих вибухових речовин виявили ряд недоліків [1] серед яких найважливішими є низька водостійкість та швидкість детонації, накопичення зарядів статичної електрики та важкість заряджання свердловин.

Однією з головних питань у світі є шкідливий вплив продуктів вибухового перетворення на навколишнє середовище при добуванні корисних копалин. За статистикою на кар'єрах нерудної промисловості у 2008 році підірвано 6700 тонн вибухових речовин, з них 3000 т вибухових речовин промислового виготовлення (граммоніту 50/50 – 190 т, граммоніту 79/21 ГС та граммоніту 79/21 – 2200 т, аммоніту 6-ЖВ – 120 т, ЗАРС – 460 т, мисливського пороху – 30 т), 1935 т вибухових речовин місцевого виготовлення (аквата 85 т, ігданіта – 532 т, іфзаніта – 8,5 т, грануліта КС – 470 т, грануліта Д-5 – 555 т, грануліта ЖР-1 – 240 т, емульсійної вибухової речовини «Україніт» – 43 т), 1730 т конверсійних вибухових речовин, з них баліститного пороху – 400 т, піроксилінових порохів – 720 т, баліститних шашок – 400 т, тротилу-У – 4 т, ДКР-4, та інших вибухових речовин – 60 т. З цієї причини інтенсивне забруднення навколишнього середовища, а саме території навколо кар'єрів становило 150-220 км², на якій виділилося 6665 млн.л продуктів детонації вибухових речовин. На території де проживає не менш 300 тис осіб у 2006-2008 році протягом 150 годин питомий об'єм забруднення продуктами детонації у повітрі становила 4,45 л/м³, токсичними газами – 0,445 л/м³ [2].

Зменшити дію зазначених факторів дозволить капсулювання нітрату амонію. Утворення міцної оболонки на гранулах НА уповільнить процес його розчинення у обводнених свердловинах. Такий підхід дозволить також поліпшити вибухові характеристики нітрату амонію при застосуванні високоенергетичного матеріалу

у якості плівкоутворювача. Великий інтерес представляють утилізовані порохи на основі нітратів целюлози вилучених із застарілих боєприпасів. Використання таких порохів знижує небезпеку виникнення техногенних катастроф, що мали місце при зберіганні цих боєприпасів. В якості основи нітратцелюлозного покриття гранульованого нітрату амонію проводилися дослідження з використанням найбільш доступних матеріалів: коллоксиліну, піроксилінового пороху (ПП), а також балліститного пороху (БП) марки НДТ-3 і балліститного твердого ракетного палива (БРТ) марки РСІ-12К, які вилучені у великій кількості з утилізованих боєприпасів. На підставі розрахунків кисневого балансу, енергетичних і вибухових характеристик, складу газів, що утворюються при вибуховому перетворенні, запропонована рецептура розробляємої промислової вибухової речовини - ампор-В, що відповідає співвідношенню НА і покриття з коллоксиліну 74/26; НА / ПП 73/27; НА / БП 75/25.

За допомогою експериментальних досліджень встановлено, що швидкість детонації ампора-В становить 4500 м/с. Для підвищення вибухових характеристик запропоновано введення до складу вибухової речовини ампор-В – алюмінію у порошкоподібному вигляді. Дослідження впливу алюмінієвого порошку на характеристики ампора-В використовували програму Авакян [3]. Результати дослідження свідчать про значне підвищення швидкості детонації при використанні алюмінієвого порошку у складі ампора-В.

Однак при розробці нової рецептури промислової вибухової речовини необхідно проаналізувати вплив алюмінієвого порошку на кисневий баланс розробляємої ВР для забезпечення безпечної дії на навколишнє середовище. За допомогою комп'ютерної програми [3] отримали результати, які представлені у графічному вигляді на рис.2.

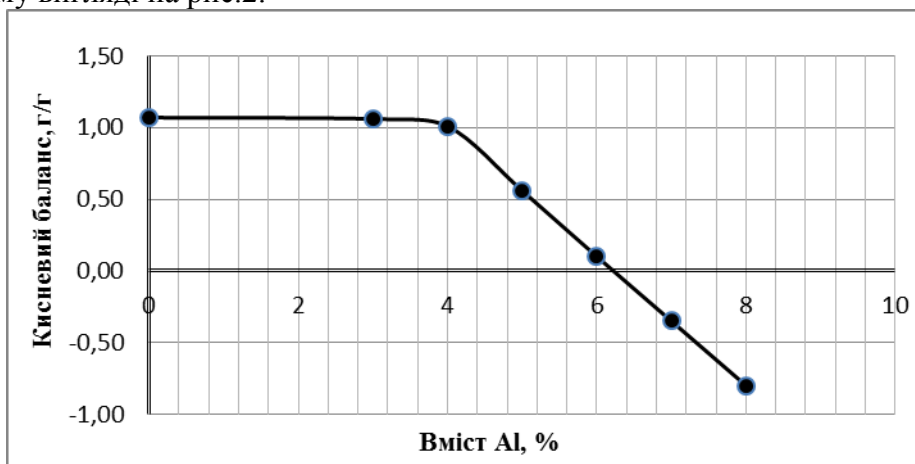


Рисунок 2 – Залежність кисневого балансу від кількості AL у складі ампору-В.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що при підвищенні вмісту алюмінієвого порошку у складі промислової вибухової речовини кисневий баланс має від'ємне значення. Для уникнення негативної дії на навколишнє середовище вміст алюмінієвого порошку повинен складати не більше 7%.

Таким чином, при удосконаленні вибухового складу ампора-В введенням алюмінієвого порошку у розмірі 7% швидкість детонації підвищується до 5500 м/с.

Список літературних джерел.

1. Комаров Б. Е. Анализ совершенствования производства промышленных ВВ на горных предприятиях / Б. Е. Комаров, Б. Н. Кутузов // Результаты научных

исследований и практического опыта в области взрывного дела. – М., 2001. – № 93/50. – С. 200–204.

2. Козловская Т.Ф. Пути снижения уровня экологической опасности в районах добычи полезных ископаемых открытым способом / Т.Ф. Козловская, В.Н. Чебенко // Вісник КНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 6/2010 (65). Частина 1. С. 163-168.

3. Авакян Г. А. Расчет энергетических и взрывчатых характеристик ВВ / Г. А. Авакян. – М., 1964. – 10

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ШПІНЕЛЕУТВОРЕННЯ В ПІГМЕНТАХ С ЗАМІНОЮ ОКСИДІВ НА ЧЕРВОНИЙ ШЛАМ

О.В. Іванюк, В.І. Супрунчук

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського
olenaivanjuk@ukr.net

Не утилізовані відходи виробництва глинозему – червоні шлами (ЧШ), які мають у своєму складі сполуки заліза(III) та алюмінію (III) у концентраціях, що перевищують їх вміст в якісних природних рудах, складуються та зберігаються на шламових майданчиках, створюючи несприятливі екологічні умови та забруднюючи атмо-, гідро- та літосферу токсичними сполуками.

Червоний шлам відноситься до групи високозалізистих шламових відходів з достатньо високою часткою TiO_2 і містить, мас. %: Fe_2O_3 - 55; Al_2O_3 -18; TiO_2 -6; SiO_2 -8; Na_2O -4; CaO -5; в.п.п.- 4.

Високотемпературний синтез пігментів коричневого кольору здійснюється в оксидній системі Fe_2O_3 - Cr_2O_3 - Al_2O_3 - ZnO [1] з утворенням простих шпінелей $Zn[Cr_2]O_4$, $Zn[Al_2]O_4$, $Zn[Fe_2]O_4$, а також змішаних шпінелей $Zn[Al,Cr]_2O_4$, $Zn[Fe,Cr]_2O_4$ згідно топохімічних реакцій: $ZnO+[Cr]_2O_3=Zn_{1-x}Cr_x[Zn_xCr_{2-y}]$, $ZnO+(1-n)[Fe]_2O_3+n[Al]_2O_3=Zn_{1-x-y}Fe_xAl_y[Zn_{x+y}Fe_{2-2n-x}Al_{2n-y}]O_4$.

Попередній аналіз та оцінка складу червоного шламу показали, що в ньому вміст та співвідношення оксидів кольороутворюючих металів таке, що після відповідної підшихтовки цей шлам може бути використаний для синтезу неорганічних пігментів кавово-коричневої гами кольорів.

В експериментальних шихтах пігментів передбачалась повна заміна хімічно чистих оксидів Fe_2O_3 та Al_2O_3 на ЧШ. Для утворення стійкого коричневого забарвлення сполук-хромофорів шпінельних структур моделі пігментів дошихтовували хрому (III) оксидом, цинку оксидом, а для створення градієнту кольору – титану(IV) оксидом.

Присутність у складі шламу модифікаторів (плавнів) SiO_2 та Na_2O у доволі високих концентраціях, збільшує швидкість синтезу шпінелей, причому при більш низькій температурі, що зменшує енерговитрати при виробництві пігментів. Температура синтезу коричневих пігментів зазвичай складає 1550 К [2], у випадку ж зазначених шихтових складів вже за 1273 К в продуктах обпалу практично відсутні оксиди металів, на що вказують дані рентгенофазового аналізу. Шихти пігментів обпалювались протягом (14÷15) годин у відповідності з кривою набору температури: попередній нагрів зі швидкістю 4 К/хв до 900 К; основний підігрів, при якому формуються сполуки-хромофори, зі швидкістю 2 К/хв в інтервалі (900÷1273) К.

Змішування та подрібнення вихідних компонентів пігментів (ЧШ та чисті оксиди металів) виконували мокрим способом, розтираючи шихтовану суміш курантом на палітрі протягом 30 хвилин. Подрібнені шихти пігментів висушували на повітрі при кімнатній температурі. Після обпалу пігменти грубо подрібнювались в агатовій ступці. Тонке розтирання виконували мокрим способом – курантом на скляній палітрі до проходження через сито з сіткою 0056 (10000 отв/см²).

Візуальний аналіз обпалених зразків пігментів дозволяє зробити висновок про можливість використання червоного шламу для синтезу пігментів заданої кольорової гами – від кавово-бежевого до насиченого коричневого. Оптимальне співвідношення червоного шламу до Cr₂O₃ та TiO₂ досягнуто в пігментах з вмістом, мас. %: ЧШ-55, Cr₂O₃ - 25, ZnO- 20.0 – шоколадно-коричневого кольору(К-10) та ЧШ-50.0, Cr₂O₃ – 18.0, TiO₂ - 3, ZnO- 23.0 – світло коричневого кольору(К-6), в яких досягнуто повну заміну ферум(III) оксиду та алюміній(III) оксидів в шихтах.

Дослідження процесів, при кольороутворенні в пігментах та формуванні шпінелей в зразках оптимальних складів, проводили з використанням рентгенофазового аналізу. Результати розшифровки наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Індекс пігментів							
К-10 (шоколадно-коричневий)				К2-6 (світло-коричневий)			
Θ	d	I/I ₀ , %	Розшифровка рефлексів	Θ	d	I/I ₀ , %	Розшифровка рефлексів
9,23	4,80	12,3	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄	9,23	4,806	8,6	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄
11,06	4,018	6,4	FeAl ₂ O ₄	15,19	2,942	44,0	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄
12,8	3,683	7,3	ZnCr ₂ O ₄	17,87	2,512	100	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄
15,16	2,947	50,0	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄	18,66	2,409	7,1	TiO ₂
15,79	2,833	7,1	ZnO	21,69	2,085	16,1	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄
17,04	2,631	9,6	FeAl ₂ O ₄	28,69	1,605	32,1	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄
17,89	2,509	100	Zn(FeCr) ₂ O ₄	31,5	1,475	64,3	Zn(Fe,Cr) ₂ O ₄
18,62	2,444	6,9	ZnO, FeAl ₂ O ₄	31,62	1,47	22,9	Zn(Ti,Cr) ₂ O ₄
18,64	2,414	6,42	ZnO, ZnCr ₂ O ₄	35,75	1,319	4,12	ZnCr ₂ O ₄ , ZnFe ₂ O ₄
19,46	2,314	6,1	TiO ₂	37,27	1,273	10,6	ZnO
19,67	2,290	2,3	ZnFe ₂ O ₄	37,85	1,256	10,5	ZnO, TiO ₂

Розшифровка дифрактограм пігментів коричневих кольорів, виготовлених з використанням ЧШ показала, що основною кристалічною фазою є цинк-залізо-хромово шпінель Zn_(1-x-y)Fe_xCr_y[Zn_(x+y)Fe_(2-2n-x)Cr_(2n-y)]O₄ (d = 4.8, 2.95, 2.51, 2.41, 2.08, 1.70, 1.61, 1.48, 1.32, 1.26 Å), яка забарвлює пігмент у шоколадно-коричневій відтінки (пігмент оптимального складу К-10). Крім того, присутній набір рефлексів, які відповідають цинк-хромовій шпінелі Zn[Cr]₂O₄ (d = 3.68, 2.947, 2.509, 1.702, 1.32, 1.259, 1.115, 1.087, 1.086 Å) [3]. Кавово-бежеве забарвлення коричневих пігментів (К-6) пояснюється утворення шпінелеподібного Fe(Ti)₂O₄ [4].

Відповідно результати досліджень вказують на перспективність використання червоного шламу в процесах синтезу неорганічних пігментів.

Список літературних джерел

1. А.С. 1370123 СССР, МКИ СОЗ С1/04. Керамический пигмент вишнево-коричневого цвета. / Иркилевская О.Т., Демидовская А.Н., Кукушкина Г.Н. и др.; Заявл.05.05.86; Оpubл. 30.01.88, Бюл. № 4

2. Визир В.А., Мартынов М.А., Керамические краски.-К.: Техніка,1964.-252с.
3. X-ray diffraction data cards, ASTM, 1973/
4. Шабельская Н.П., Зеленская Б.А. и др. Синтез композиционного материала $TiO_2-(Fe,Ti)O_4-Fe_2O_3$ и его каталитические свойства. Фундаментальные исследования. 2015, №9(часть3)-С.532-535. ISSN 1812-7339.

ПРИМЕНЕНИЕ АГРЕГАТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ В УКРАИНЕ

О.И. Шинкоренко, В.В. Сербин

Государственное предприятие
«Конструкторское бюро «Южное»
info@yuzhnoye.com

Загрязнение окружающей среды представляет собой глобальную проблему современности. Создано множество международных организаций, направленных на борьбу с ухудшением экологического состояния. Ученые неоднократно поднимают вопрос о неминуемости экологической катастрофы в самое ближайшее время.

На данный момент о загрязнении окружающей среды известно многое – написано большое количество книг и проведены многочисленные исследования. Но в решении проблемы человечество продвинулось совсем незначительно.

Загрязнение природы по-прежнему остается важным и актуальным вопросом, откладывание которого может обернуться трагично.

Одним из основных источников загрязнения являются промышленные отходы. Только небольшая их часть перерабатывается и утилизируется. Остальные же, как правило, подлежат хранению или захоронению. Такой способ обращения с отходами, которые в большинстве случаев являются токсичными, подвергает серьезной техногенной нагрузке природную среду и биосферу.

Проблемы, связанные с хранением опасных промышленных отходов актуальны и для территории Украины. Отходами промышленности являются остатки материалов, сырья, полуфабрикатов, образовавшихся в процессе изготовления продукции и утратившие полностью или частично свои полезные физические свойства. Большинство промышленных отходов являются токсичными, могут нарушить экосистему в катастрофических масштабах. Последствия такого воздействия необратимы.

Промышленные отходы, находящиеся в жидком агрегатном состоянии, обычно являются трудноутилизуемыми. Большинство из них обладают высокой термостойкостью. Эффективное разложение этих веществ происходит только при температурах 800 – 1250°C. Кроме того, жидкие опасные отходы, по сравнению с твердыми, технологически значительно сложнее хранить и транспортировать.

ГП «КБ «Южное» в рамках работ по созданию ракетных космических комплексов коммерческого и стратегического назначения создало агрегатов термической нейтрализации остаточных продуктов, образующихся при работах с высококипящими компонентами ракетного топлива, с целью исключения их воздействия на окружающую среду и обслуживающий персонал. Агрегаты предназначены для утилизации тетраоксида азота (АТ) и несимметричного диметилгидразина (НДМГ) в жидком состоянии в виде водных

растворов и в газообразной фазе в виде дренажных газов. Данные компоненты ракетного топлива являются токсичными и относятся к первому классу опасности.

Принцип действия агрегатов нейтрализации основан на процессе доокисления опасных веществ (для горючего) в воздушной среде или восстановления (для окислителя) в топливовоздушной среде в камере термической нейтрализации с установленным температурным режимом. Такой процесс позволяет полностью уничтожить токсичные и опасные вещества.

К основным достоинствам агрегата нейтрализации относятся:

- Мобильность – исключается необходимость в доставке опасных веществ на нейтрализацию, возможность использования агрегата непосредственно в зоне хранения отходов и опасных веществ.

- Дистанционное управление – позволяет избежать пребывания персонала в зоне проведения работ.

- Широкий спектр применения агрегата – настройки системы управления позволяют поддерживать температуру в камере сгорания в пределах 300-1200°C, что позволяет использовать агрегат для утилизации большой номенклатуры опасных и вредных веществ, используя самые экономные режимы работы.

- Экологическая безопасность – выбросы агрегатов нейтрализации на срезе выхлопной трубы соответствуют нормам ПДК и проходят мониторинг в режиме реального времени при работе агрегата.

В докладе приведены предложения ГП «КБ «Южное» по применению агрегатов нейтрализации компонентов ракетного топлива для утилизации жидких и газообразных промышленных отходов. К таким отходам относятся стоки гальванических травильных и других производств, где применяются кислоты и щелочи, остатки химических и нефтеперерабатывающих производств, пестициды, просроченные медицинские препараты и т.д. Также приведено описание конструкции агрегата и принцип работы.

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ПОЛИМЕРОВ НА ЭНЕРГИЮ АКТИВАЦИИ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ СМЕСЕЙ

К.В. Шурыберко, Э.А. Спорягин

Днепропетровский национальный университет

имени Олеся Гончара

k-shyruberko@rambler.ru

Энергия активации вязкого течения - это показатель, который усреднено характеризует молекулярную массу и ММР полимера, а также его строение.

В настоящее время существует множество подходов к рассмотрению температурной зависимости вязкости. Рассмотрим два из них: один связан с теорией абсолютных скоростей реакции, другой – с теорией свободного объема. Концепция свободного объема основана на предположении, что текучесть жидкостей (η^{-1}) пропорциональна свободному объему (V_f), то есть разности между удельным объемом жидкости (V) и удельным объемом (V_0), занятым молекулами вещества:

$$-\eta^{-1} \sim (V - V_0) = V_f$$

Если при температуре стеклования T_c , относительный свободный объем полимера равен $V_{f,c}$, то при некоторой температуре T выполняется соотношение:

$$V_f = V_{f,c} + \Delta\alpha_f T - T_c,$$

где $\Delta\alpha_f$ – разность температурных коэффициентов объемного расширения выше и ниже T (имеет смысл коэффициента термического увеличения свободного объема). Согласно представлению о свободном объеме связь между вязкостью и температурой может быть представлена формулой Вильямса-ЛэнделлаФерри (ВЛФ):

$$\lg \frac{\eta}{\eta_c} = \frac{C_1 * (T - T_c)}{C_2 + (T - T_c)}$$

где $C = \frac{B_0}{2.3} \left(\frac{\alpha}{\Delta\alpha_f} - 1 \right) * \left(\frac{V_c}{V_{f,c}} \right)$, $C_2 = \Delta\alpha_f^{-1}$; η – вязкость полимерной системы при температуре T ; η_c – вязкость вблизи температуры стеклования (T_c); α – коэффициент термического расширения жидкости; B_0 – постоянная; V_c – удельный объем жидкости при температуре стеклования.

Другой подход к теории температурной зависимости вязкости, предложенный Я.И. Френкелем и Г. Эйрингом, рассматривает течение как динамический процесс, происходящий с определенной скоростью. В 1935 г. Г. Эйринг с сотрудниками разработали теорию абсолютных скоростей реакции, исходя из представления о так называемом «промежуточном комплексе». Элементарный акт процесса течения состоит в том, что молекулярно-кинетический элемент преодолевает потенциальный барьер при переходе из одного равновесного положения в другое. Для этого:

- молекулярно-кинетический элемент должен обладать достаточной энергией;
- вблизи исходного положения равновесия существует свободное пространство – «дырка», которому может отвечать новое равновесное положение молекулярно-кинетического элемента;
- выполняется условие одновременного изменения равновесных положений нескольких структурно-кинетических элементов (в таком случае течение становится корпоративным процессом).

Характер температурной зависимости вязкости определяется числом возможных переходов молекулярно-кинетических элементов из одного положения равновесия в другое через потенциальный барьер при различных температурах. Движение структурно-кинетических элементов происходит во всех направлениях, но если прилагается внешняя сила, то в ее направлении скачков будет больше. Если эта сила – градиент напряжения сдвига, то процесс выражается в вязком течении. Исходя из закона Ньютона и уравнения для скорости реакции, Эйринг приходит к выражению для вязкости жидкости [1]:

$$\eta = \frac{N_A * h}{V} * e^{\frac{\Delta H}{RT}} * e^{\frac{\Delta S}{R}},$$

где h – постоянная Планка; N_A – число Авогадро, V – мольный объем; ΔH , ΔS – теплота активации вязкого течения и энтропия; T – абсолютная температура, R – универсальная газовая постоянная.

Предположим, что система которая имеет хорошую термодинамическую совместимость имеет хорошую теоретическую и, по идее, практическую энергию активации для вязкого течения смеси, т.е. эту систему можно будет хорошо и качественно перерабатывать. Нами было представлено теоретическое обоснование прямой зависимости между термодинамической совместимостью полимерной смеси и ее энергией активации вязкого течения.

Была рассчитана термодинамическая совместимость для системы поливинилхлорид и толилфталиметан. Расчет показал, что данная система

теоретически совместима [2]. Так как структура полимеров определяется на молекулярном уровне конформациями, конфигурацией и способами взаимной упаковки макромолекул, то действующий объем атома каждого вида зависит от его окружения, то есть от природы валентно - связанных с ним атомов и от коэффициентов упаковки молекул вещества, в которые входит данный атом.

После того, как был проведен расчет совместимости, который показал, что система совместима, был выполнен расчет энергии активации вязкого течения. Этот расчет показал, что данная система будет достаточно легко перерабатываться и будет иметь хороший показатель течения.

Вязкостно-температурные свойства многих систем характеризуются высокой температурой энергии активации вязкого течения. Общеизвестно, что структурные изменения, происходящие в материалах как функция температуры, ответственны за это явление. В данной работе представлена формулировка расчета соотношений вязкостно-температурной зависимости, в которой структурные изменения явно учитываются с помощью формализма ближнего порядка как функции температуры. Показано, что данные уравнения являются обобщением нескольких полуэмпирических уравнений при использовании течения. Уравнения были применены к нескольким высокомолекулярным полимерам и высказано предположение, что они будут описывать экспериментальные вязкостные данные с высокой точностью в широком диапазоне температур [3].

В настоящей работе описаны идеи проведения возможных расчетов с целью предсказать возможность переработки выбранной системы высокомолекулярных полимеров. Актуальность результатов связана с механикой жидкого состояния, гидродинамика и реология которого определена его энергией активации вязкого течения. Непосредственно обнаруженная линейная зависимость вязкости (энергии активации вязкого течения) и термодинамической совместимости высокомолекулярных полимерных материалов поливинилхлорида и толилфталиметана. Теоретический материал был подготовлен для дальнейшего практического применения и для подготовки следующих экспериментальных работ.

Список литературы:

1. Электронный ресурс: <https://studfiles.net/preview/1078979/page:3>
2. Фаминская Л.А., Маелова В.А., Беспалов Ю.А., Федотов Б.Г., Пудова Д.Е. Фазовый анализ смеси АБС пластика с ПВХ, пластифицированной диоктилсебацанатом. – Термодинамика орган.соед., Горький, 1979, 1 8, с.77 – 80.
3. Доломатов, М. Ю. Некоторые физико-химические аспекты прогнозирования свойств многокомпонентных систем в условиях экстремальных воздействий / М. Ю. Доломатов // Журнал Всесоюзного химического общества им.Д. И. Менделеева. – 1990. – Т. 36. – № 5. – С. 632 – 639.

ВПЛИВ КОМПАТИБІЛІЗАТОРІВ НА СУМІСНІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ СУМІШЕЙ

К.В. Шуриберко, О.Б. Суровцев

Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
k-shyruberko@rambler.ru

Основна тенденція сучасної технології переробки полімерних матеріалів полягає в їх виготовленні із суміші (сплавів) різних полімерів. При цьому гостро встає питання їх сумісності, під якою розуміють здатність різних полімерів утворювати один з одним суміші із задовільними механічними властивостями за рахунок їх взаємного розчинення та одержання однофазної системи. Однак переважна більшість полімерів мало взаємно розчинні, тому суміші їх, як правило, двофазні, а це негативно впливає на комплекс експлуатаційних властивостей. Здатність утворювати міцні гомогенні суміші (полімерні сплави) значною мірою залежить від термодинамічної сумісності – можливості компонентів змішуватися один з одним мимовільно з утворенням істинного розчину тобто термодинамічної спорідненості їх один до одного [1].

Перспективним шляхом підвищення спорідненості різних полімерів є компатибілізація – це додавання до несумісної суміші полімерів третього компоненту. Взаємодія системи з компатибілізатором робить її більш однорідною за фазовою морфологією та стабільною, створюючи взаємодію між двома термодинамічно несумісними полімерами за рахунок утворення водневих, іонних або ковалентних зв'язків. Такий підхід не тільки покращує механічні властивості суміші, але часто призводить до властивостей, які зазвичай неможливо досягти в жодному чистому компоненті [2].

Потенційно можна розглядати як поєднуючі агенти (компатибілізатори) блок- або привіті кополімери, що мають в своєму складі фрагменти, близькі за своєю природою до обох полімерів, які змішують. Відповідні частиникополімеру здатні взаємодіяти з двома фазами суміші, щоб зробити фазу морфології більш однорідною та стабільною.

Представляє інтерес теоретичний підхід для оцінки можливої сумісності незмішуваних полімерів з використанням методів розрахунку термодинамічної сумісності прийнятих для змішування полімерних компонентів.

Структура полімерних матеріалів зумовлюється як комплексом властивостей макромолекул відповідних волокнуотворюючих високомолекулярних з'єднань, так і способами їх взаємної упаковки в полімерному тілі (надмолекулярною організацією полімерного субстрату, морфологією полімерного матеріалу).

Переробка полімерів в полімерні матеріали може проводитися шляхом попереднього переведення високомолекулярної сполуки в високоеластичний або в'язкотекучий стан. Сенс таких процесів полягає в наданні макромолекулам достатньої рухливості для наступного формування оптимальної архітекtonіки полімерного матеріалу.

Одним із способів переведення полімерів в в'язкотекучий стан є розчинення. Воно реалізується тим швидше, чим більш гнучкі макромолекули і чим менше щільність їх упаковки. Диффузія розчинника в полімер призводить до поступового розриву міжмолекулярних контактів між ланцюгами, збільшуючи їх рухливість.

Сольватаційна взаємодія макромолекул і молекул розчинника істотно змінює здатність полімерних ланцюгів до конформаційних переходів, тобто впливає на їх рівноважну гнучкість. Відомо, що за величиною термодинамічної спорідненості

до полімеру всі розчинники поділяють на «гарні» і «погані». Для термодинамічно «гарних» розчинників характерне утворення досить потужних сольватаційних оболонок навколо макромолекул, а це істотно зменшує можливість їх конформаційних переходів, тобто обумовлює зниження рівноважної гнучкості.

У термодинамічно «гарному» розчиннику розміри молекулярних клубків збільшуються, що призводить до зміни їх гідродинамічних властивостей, а кількість кінетично незалежних частинок, в ролі яких виступають сегменти макромолекул, знижується, що тягне за собою зміну кількісних характеристик розчинів полімерів. У термодинамічно «поганому» розчиннику внутрішня взаємодія переважає над сольватаційною, і макромолекула прагне згорнутися в порівняно щільний клубок.

Оцінку здатності полімеру розчинятися в різних рідинах можна одержати апіорі шляхом теоретичного розрахунку у разі використання двох відомих підходів: за методом Гільдебранда-Смолла або за методом Аскадського [2].

У даній роботі розрахунок розчинності системи полімерів поліамід 6 - полістирол було проведено за методом Аскадського, тому що він більш точний аніж метод Гільдебранда-Смолла. Відомо, що без компатибілізатора суміш не сумісна [3]. Для покращення їх термодинамічної розчинності один в одному було обрано компатибілізатор, що термодинамічно сумісний з кожним компонентом суміші поліамід 6 – полістирол обрано графткополімер полістиролу з привитими ланками малеїнового ангідриду. Для даної системи також відомо застосування іншого компатибілізатора - диблочного кополімеру полі(стиролу-б-етиленоксиду) [4].

Проведені розрахунки для потрібної суміші дали можливість оцінити їх термодинамічну сумісність, яка теоретично значно покращується у порівнянні з системою без компатибілізатора. Одержані результати теоретичного розрахунку буде перевірено шляхом проведення подальшого експерименту з переробкою екструзійним способом потрібної суміші полімерів поліамід 6 – полістирол – графткополімер полістиролу з привитими ланками малеїнового ангідриду.

Список літературних джерел:

1.Chen, C., & White, J. (1993). *Compatibilizing Agents in Polymer Blends: Interfacial Tension, Phase Morphology, and Mechanical Properties*. *Polymer Science and Engineering*, 33(14), 923-930.

URL:<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pen.760331409/pdf>

2.А. А. Аскадский, “Влияние сильных межмолекулярных и химических взаимодействий на совместимость полимеров”, *Усп. хим.*, 68:4 (1999), 349–364; *Russian Chem. Reviews*, 68:4 (1999), 317–331

3.Кахраманлы Ю.Н. Несовместимые полимерные смеси и композиционные материалы на их основе / Баку: «ЭЛМ», 2013. – 152 с.

4. Tian-Ying Guo, Mou-Dao Song, Guang-Jie Hao, Bang-Hua Zhang *Compatibility and mechanical properties of polyamide-6/ polystyrene/diblock poly(styrene-b-ethylene oxide) copolymer blends / European Polymer Journal* 37 (2001) 241-246 p

АДСОРБЦІЙНЕ ВИЛУЧЕННЯ ФЕНОЛУ
М. М.Якимечко, А. В.Курпіта, І. М.Іваненко
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
irinaivanenko@hotmail.com

Феноли - це органічні сполуки ароматичного ряду, які застосовуються у виробництві фенол-альдегідних смол, поліамідів, епоксидних смол, антиоксидантів тощо. Тобто, феноли можуть потрапляти у воду внаслідок господарської діяльності, роботи підприємств нафтопереробної, лакофарбної, лісохімічної промисловості. Фенол - дуже токсична речовина. При попаданні в організм він здатний викликати важкі наслідки. Розчини фенолу у воді мають руйнівний вплив на нирки і головний мозок. Саме тому аналіз фенолів у воді надзвичайно важлива складова досліджень якості води. Феноли можуть негативно впливати на здоров'я людини і навколишнє середовище, якщо перевищено їх кількість в поверхневих водах. Взагалі фенол - один з найпоширеніших промислових забруднювачів.

Метою представленої роботи був підбір вуглецевого адсорбенту для вилучення фенолу з водних розчинів.

Для цього було проведено дослідження кінетики адсорбційного вилучення фенолу вуглецевими адсорбентами двох марок – СКН та БАВ. Адсорбцію фенолу з модельного розчину вихідної концентрації 5 ммоль/дм³ визначали бромід-броматним методом, відбираючи проби через 30, 60, 120 хвилин та після 6 годин адсорбції. Ступінь вилучення (а, %) розраховували за формулою: $a = ((c_0 - c_p) / c_0) * 100$. Результати цього дослідження у вигляді графіку залежності адсорбційного поглинання фенолу від часу (t, хв.) представлені на Рис.1.

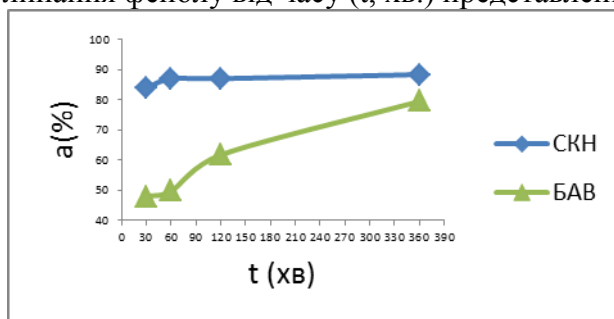


Рис. 1. Кінетика адсорбційного вилучення фенолу активним вугіллям марок СКН та БАВ

Як видно з рисунку, ступінь адсорбційного вилучення фенолу збільшується при збільшенні часу контакту з досліджуваними розчинами.

При адсорбції фенолу активованим вугіллям марки СКН ступінь вилучення сягає ~88 % вже після 60 хвилин контакту з дослідженим адсорбентом і не значно змінюється при збільшенні часу адсорбції. Ступінь вилучення фенолу вугіллям СКН після 6 годин контакту становить ~90 %.

При дослідженні активованого вугілля марки БАВ кінетика адсорбції має інший характер. При збільшенні часу контакту ступінь адсорбції також зростає, але він становить ~50 % при часі контакту 60 хвилин, ~62 % при часі контакту 120 хвилин, та ~80 % після 6 годин контакту.

Таким чином, експериментально доведено, що активне вугілля марки СКН є більш ефективним для адсорбційного вилучення фенолів з розчинів.

**PHOTOCATALITIC
ACTIVITY OF COMPOSITES «ACTIVE CARBON – TiO₂»**

O.V.Byts, A.A.Kukh, I.M.Ivanenko

Department of Inorganic Substances Technology,
Water Treatment and General Chemical Engineering,
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
byc.olen@gmail.com, irinaivanenko@hotmail.com

Wastewater with phenols is one of the most dangerous industrial sewage which is subject to mandatory cleaning before entering into technical and drinking water. Therefore, the development of effective methods of water purification from phenol is currently extremely relevant. To remove phenol from wastewater, many different chemical and physico-chemical methods are used, among which the photocatalytic method is the most safe and promising.

Titanium (IV) oxide is widely used as photocatalyst due to its photochemical stability and relatively low price. However, one of the main drawbacks that limits large scale industrial use of TiO₂ is complicated separation of TiO₂ powder from water once the treatment process is over [1,2]. Radicals, which are formed during the process (OH•, O²⁻•, HOO•) are capable for nonselective mineralization of wide spectrum of organic impurities: pharmaceutical substances, dyes, pesticides, phenols etc. Nevertheless, the need of complicated and expensive final filtration limits broad development of photocatalytic water treatment processes. In addition, other TiO₂ disadvantages include relatively low adsorption activity, low affinity to hydrophobic impurities, trend to agglomeration and aggregation of particles in an aqueous medium [2].

The application of titanium oxide powders to the surface of porous and easily detachable carriers is one possible solution to this problem. Therefore, the development of effective methods for the synthesis of «active carbon – TiO₂» composites is an important practical task.

The purpose of this work were to synthesis the «active carbon – TiO₂» composites and to study them photocatalytic activity in the degradation process of phenol aqueous solutions.

For the synthesis of composites «active carbon – TiO₂» sol-gel method with low temperature hydrolysis was used [3]. Initial solution of Ti₂(SO₄)₃ (15 % mass.) in sulfuric acid and active carbon Norit SAE SUPER were used as a precursors for the synthesis of composites [3]. List of the samples and features of their synthesis are given in the Table 1.

Table 1. Synthesized composites «active carbon – TiO₂»

Sample	Synthesis features
1	Low temperature hydrolysis with doping (Ti:F = 2:1)
2	Low temperature hydrolysis with doping (Ti:F = 15:1)
3	Direct precipitation without hydrolysis

Three composite materials were synthesized and investigated as photocatalyst. For the synthesis of composites 1 and 2, the initial solution of Ti₂(SO₄)₃ in sulfuric acid at pH 1,2 was mixed with Norit active carbon and dopant (KF·2H₂O) in the ratio Ti:F=7:1 and 15:1 (sample 1 and 2, respectively) and heated to 50°C under constant stirring. The

suspension was maintained at this temperature for 30 minutes, left for aging, then filtered off, washed out of ions SO_4^{2-} and dried at 70°C during 1 hour. For the synthesis of sample 3, the active carbon suspension in $\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3$ initial solution was precipitated by dropwise addition of 10% NH_4OH solution to pH 9,4 at a constant stirring, left for aging, filtered off, washed with SO_4^{2-} and dried at 50°C .

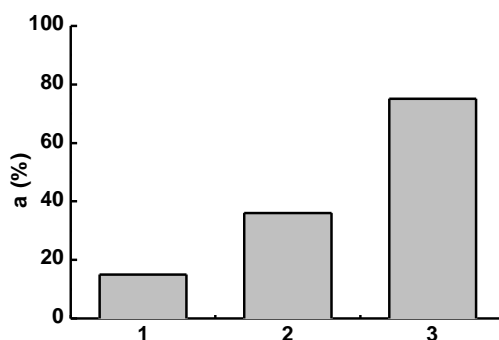


Fig. 1. Degree of phenol photocatalytic decomposition by composites «active carbon – TiO_2 ».

The model photocatalytic decomposition process of phenol aqueous solutions was organized as follows. A 0,010 g of the testing composite was added to 50 cm^3 of phenol initial solution with concentration of 1 mmol/dm^3 , and stirred at room temperature for 15 minutes; then the mixture was irradiated with an ultraviolet lamp with a length of 254 nm and a power of 8 W during 15 minutes. The initial (c_0 , mmol/dm^3) and residual (c_r , mmol/dm^3) concentrations of phenol were determined by the method of bromide-bromate titration. The degree of decomposition (a , %) was calculated by the formula: $a = ((c_0 - c_r) / c_0) * 100$. The results of this study as a histogram are presented in Fig. 1.

As can be seen from the Fig. 1, fluoride-supplemented composites showed low efficiency in this process, since the degree of decomposition of phenol on them does not exceed 36 %. The greatest activity was shown by composite 3, for which the degree of phenol photocatalytic decomposition is 73 %.

The continuation of this work will be the search and development such synthesis conditions under which composites will exhibit the highest possible photocatalytic activity not only toward phenol, but also other organic pollutants.

References

1. Andriantsiferana C., Mohamed E. F., Delmas H. Sequential adsorption - photocatalytic oxidation process for wastewater treatment using a composite material TiO_2 /activated carbon // *Environmental Engineering Research*, 2015. – №2. – P. 181-189.
2. Xing B., Shi C., Zhang C. Preparation of TiO_2 /activated carbon composites for photocatalytic degradation of RhB under UV light irradiation // *Journal of Nanomaterials*, 2016. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8393648>.
3. Kukh A.A., Ivanenko I.M., Astrelin I.M. TiO_2 and its composites as effective photocatalyst for glucose degradation processes // *Applied Nanoscience*, 2018. <https://doi.org/10.1007/s13204-018-0691-2>.

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ю.В. Бардадим¹, Е.О. Спорягін², О. Науменко³

¹Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
yuliia.bardadym@gmail.com

²Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара
sporyagine@gmail.com

³Український державний хіміко-технологічний університет
olexandr.p.naumenko@gmail.com

Створення композитних матеріалів із прогнозованим комплексом властивостей є однією із найголовніших цілей досліджень матеріалознавства на сьогодні. Використання фізичних полів є досить недорогим та безпечним методом для досягнення поставлених цілей. Впливаючи на полімерний композит постійним магнітним або електричним полями можна отримати функціональні матеріали з чітко вираженими фізико-хімічними властивостями [1].

Експериментальна частина

Для приготування досліджуваних зразків використовували: епоксидну смолу дигліцидилового етеру дифенілолпропану-А, твердник триетилентетрамін. Для наповнення епоксидного полімеру (ЕП) використовували оксиди металів CdO, PbO, Cr₂O₃ і ПАН. Середній розмір частинок CdO становить 190 нм; у розподілі PbO присутні дві фракції із середнім розміром 100 – 200 нм (47,1 %) та 400 – 600 нм (52,8 %); для Cr₂O₃ – 216 нм (60,1 %) та 699 нм (39,9 %); та для ПАН 0,8 – 1 мкм. Вміст оксидів металів становив 3 об. %, а ПАН – 1 об. %. Зразки піддавалися твердненню за нормальних умов (н.у.), дії постійного магнітного поля (ПМП) при напруженості $H = 2 \cdot 10^5$ А/м, або постійного електричного поля (ПЕП) з $E = 1,5 \cdot 10^4$ В/м протягом 10 год, за температури 293 ± 2 К. Після цього всі композиції піддавали температурній стабілізації 24 год., за температури 333 К. Готові дослідні зразки зберігали за кімнатної температури. Діелектричні характеристики композитів визначали методом діелектричної спектроскопії у повітряному середовищі за $T = 293 \pm 2$ К [2].

За допомогою диференційно скануючої калориметрії досліджували питому теплопровідність та характеристики температурних переходів для ЕП та композитів, наповнених неорганічними наповнювачами. Зразки досліджувалися на приладі Universal V.47A TA Instruments DSC Q 2000 (США). Маса зразка становила 10 – 20 мг. Швидкість розігріву була 20 К/хв. Дослідження проводили в атмосфері азоту.

Діелектричну проникність ϵ' визначали за ГОСТ 22372–77 за допомогою мосту змінного струму Р5079 на частоті 1 кГц. Час вимірювання діелектричних характеристик зразків не перевищував 4 с. Зразки у вигляді дисків завтовшки 0,001 м і діаметром 0,015 м розміщували між плоскими електродами, виготовленими із фтористої бронзи, при цьому в усіх дослідженнях притиск електродів становив 0,1 МПа. Дослідження температурної залежності електропровідності проводили за лінійної швидкості розігріву зразка 3 К/хв. Дослідження проводили в температурному інтервалі від 293 до 423 К. Вимірювання проводили на трьох зразках одного полімеру з подальшим усередненням отриманих результатів.

Результати дослідження та їх обговорення

Були проведені дослідження питомої теплоємності епоксидних полімерів та їх композитів, залежно від складу та умов тверднення. У даному випадку, введення наповнювачів до складу епоксидного композиту сприяє зменшенню питомої теплоємності (C_p) і зростанню температури склування ($T_{ск}$) для досліджуваних композитів. Це пояснюється збільшення щільності пакування макроланцюгів ЕП і вільного об'єму (табл. 1).

Табл. 1. Значення температур склування і питомої теплоємності для досліджуваних зразків

Зразки	н.у.		ПМП		ПЕП	
	$T_{ск}$, К	C_p , Дж/(кг·К)	$T_{ск}$, К	C_p , Дж/(кг·К)	$T_{ск}$, К	C_p , Дж/(кг·К)
ЕП	344	0,38	341	0,299	339	0,280
ЕП – CdO	329	0,193	332	0,268	334	0,164
ЕП – CdO + ПАн	337	0,334	333	0,215	336	0,316
ЕП – PbO	351	0,292	350	0,321	348	0,246
ЕП – PbO+ПАн	346	0,321	340	0,364	338	0,353
ЕП – Cr ₂ O ₃	335	0,333	333	0,323	335	0,285

Діелектричні характеристики композитів визначали методом діелектричної спектроскопії (рис. 1)

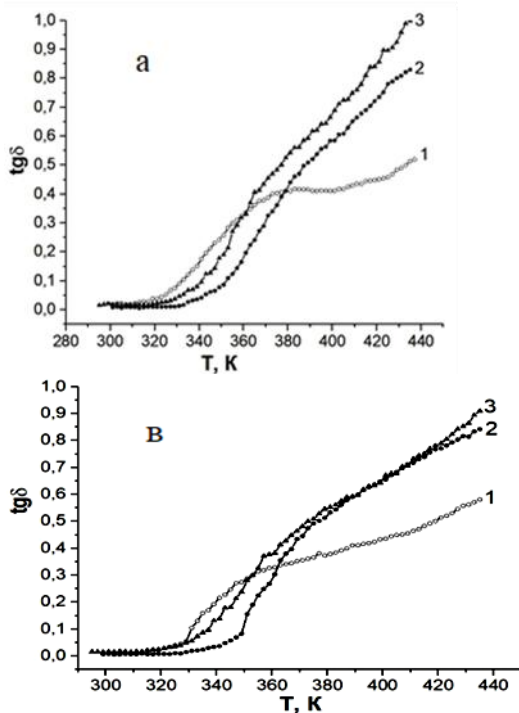


Рис. 1. Температурна залежність тангенса кута діелектричних втрат ($\text{tg}\delta$) епоксидних композитів наповнених оксидами металів, сформованих за різних умов тверднення.
 1) CdO, 2) PbO, 3) Cr₂O₃;
 а) без впливу фізичних полів,
 б) після впливу ПМП
 в) після впливу ПЕП

Слід відзначити, що для ненаповненого епоксидного полімеру спостерігаються зміни в топологічній структурі, зумовлені впливом зовнішніх постійних фізичних полів на протікання реакції поліконденсації та формування тривимірної хімічної сітки. Відмінності впливу фізичних полів проявляються після досягнення області 361 – 367 К (релаксації сегментів міжмолекулярних фрагментів ЕП). Зміни на інтервалі температур 370 – 440 К свідчать, що застосування ПМП або ПЕП до формування структури ЕП дозволяє змінювати щільність пакування хімічної сітки відносно вихідного її стану (н.у.).

Високотемпературний перехід в області 407 – 409 К можна пов'язати із релаксацією у дифенілолпропановому фрагменті, що зберігається незалежно від зовнішніх умов впливу. Порівняння температурних залежностей тангенса кута діелектричних втрат для ЕП і ЕП – CdO вказує на зростання температури α -переходу до 371 К, що свідчить про обмеження рухливості міжмолекулярних фрагментів епоксидної матриці і частинками дисперсного наповнювача. Оцінка впливу фізичних полів на тангенс кута діелектричних втрат епоксидного композиту свідчить, що орієнтаційний вплив фізичних полів збільшує вільний об'єм молекулярних ланцюгів хімічної сітки, наслідком чого є зниження T_{ck} на 8 К та 14 К для ПМП і ПЕП відповідно. Зміни, що спостерігаються в області високотемпературного переходу 407 – 409 К є результатом орієнтаційних та поляризаційних впливів ПМП, ПЕП на структуру фрагменту дифенілолпропану в епоксидній матриці. Це підтверджується зростанням T_c для ЕП – CdO + ПАН та достатньої близькості температурної залежності сімейства кривих $tg\delta = f(T, \Phi P)$ до ненаповненого епоксидного полімеру. Для композиту ЕП – CdO + ПАН обробка у ПМП є більш ефективнішою ніж у ПЕП. Проте вплив ПЕП на температурну залежність тангенса кута діелектричних втрат зразка ЕП – PbO є більш вираженим. Така залежність характерна і для кривих температурної залежності тангенса кута діелектричних втрат для ЕП – PbO + ПАН. Криві температурної залежності тангенса кута діелектричних втрат для зразків ЕП і ЕП – Cr₂O₃, сформованих при різних умовах тверднення, є подібними. Але після досягнення 360 К ПЕП проявляє більший вплив на $tg\delta$. Для ЕП – Cr₂O₃ + ПАН також спостерігається більший вплив саме ПЕП як і для композитів ЕП – CdO + ПАН і ЕП – PbO + ПАН [3].

Список літератури:

Козлов Г. В. Изменение структуры полимерной матрицы в дисперсно-наполненных композитах / Г. В. Козлов, Ю. С. Липатов // Механика композитных материалов. – 2004. – 40. – С. 827.

Термомеханічні та діелектричні властивості мезокомпозитів на основі поліепоксиду, оксидів металів та поліаніліну, отверднених у постійних фізичних / Ю. В. Бардадим, В. О. Віленський // Фізика і хімія твердого тіла. – 2015. – Т. 16, № 4. – С. 726 – 733.

Bardadym Yu., Sporyagin E. The influence of the constant physical fields on structure of polymer composites with cadmium oxide and polyaniline // 7th International Conference Nanomaterials: Application and Properties. – Zatoka, 2017 – p. 03NNSA13-1 – 03NNSA13-4.

СКЛАДУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ НА ВІДКРИТИХ ТЕРИТОРІЯХ – ГОЛОВНА ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СЬОГОДЕННЯ

Н.О.Борзова¹, Г.В. Барсукова²

¹Шосткінський інститут Сумського державного університету,

²Сумський національний аграрний університет,

nataborzovaone@gmail.com, rodik2311@gmail.com

Проблема переробки промислових відходів носить глобальний характер, що й зумовило її важливість. Практично будь-який промисловий виріб "починається" з сировини, що видобувається з надр планети або росте на її поверхні. Підраховано, що на сучасному рівні розвитку технології 9 % вихідної сировини зрештою іде у відходи. Тому й нагромаджуються гори порожньої породи, небо застеляють дими

сотень тисяч труб, вода отруєється промисловими стоками, вирубаються мільйони дерев. Так при виробництві пігментного двоокису титану формується багатотоннажний твердий відхід на основі сульфату заліза, близько 1,5 млн т якого накопичилося у відвалі на території ПАТ «Сумхімпром». Небезпека в складуванні залізного купоросу полягає в тому, що до його складу входить вільна сірчана кислота, кількість якої складає 24 %. Це забруднювач родючого шару ґрунту, що також унеможливорює діагностування накопичення його у нижніх шарах ґрунтових екосистем, що в кінцевому результаті спричиняє повільне забруднення басейнів підземних вод, які можуть знаходитися на досить незначній глибині від поверхні ґрунтів (від 3 до 30 м).

Відходи виробництва і споживання є джерелами антропогенного забруднення навколишнього середовища в глобальному масштабі і виникають як неминучий результат споживчого відношення й низького коефіцієнта використання ресурсів [1]. Потрапляючи в навколишнє середовище, складові відходів чинять негативну дію на екосистеми. Крім того, склад відходів часто не досліджений або досліджений тільки за основними складовими. Найбільшу проблему на екосистеми чинять кислі, лужні та водорозчинні відходи, враховуючи агресивність середовища, високу хімічну активність та здатність до дифузійних та інфільтраційних процесів. У результаті хімічної взаємодії забруднюючих речовин можлива і їх трансформація з утворенням нових хімічних сполук – ксенобіотиків, які нерідко бувають більш токсичними, ніж вихідні забруднювачі. Вірогідність такої трансформації значно підвищується саме в літосфері та ґрунтових екосистемах [2].

Жахливим випадком забруднення довкілля є багатотоннажні відходи з кислою реакцією середовища виробництва пігментного двооксиду титану за сульфатнокислотною технологією. В опрацьованих літературних джерелах не виявлено відомостей про безпосередній вплив кислих розчинів залізного купоросу різної концентрації на ґрунти [3]. Завдяки розчиненню деякої маси відходів, що містять залишкову сірчану кислоту, у періоди випадіння дощів та танення снігу до літосфери можуть надходити кислі розчини, рН яких може досягати 1. Можна зробити припущення, що дія відходів на ґрунтові екосистеми прогнозовано схожа на дію кислих дощів, які містять SO_3 . Сильні зміни кислотності ґрунту може спричинити попадання на його поверхню кислоти, що містить сполуки сірки і нітрогену. Іони гідрогену, що надходять до ґрунту, можуть заміщатися катіонами, що знаходяться в ґрунті, внаслідок чого відбувається або вилуговування кальцію, магнію і калію, або їх відстоювання в зневодненій формі. Зростає мобільність токсичних важких металів, таких як: марганець, мідь, кадмій. Розчинність важких металів сильно залежить від рН. Розчинені внаслідок цього важкі метали, що легко поглинаються рослинами, є отрутою для рослин і можуть призвести їх до загибелі [3].

Перенесення розчинних забруднюючих речовин у довкіллі залежить від великої кількості чинників навколишнього середовища і процесів, що протікають у ньому. Ступінь впливу тих або інших процесів може відрізнятися для різних середовищ, забруднюючих речовин, розглянутих моментів часу та простору [4, 5].

Не дивлячись на велику кількість накопичених відходів, що мають залишкову сірчану кислоту, на сьогодні практично відсутні методи оцінки забруднення ними довкілля та моделювання процесів просочування. Вченими на теперішній час вивчені гідродинамічні моделі просочування та шкода кислих розчинів залізного

купоросу для живих організмів [6]. Невивченими залишились механізми просочування кислих розчинів залізного купоросу у ґрунтових екосистемах.

Накопичення даного відходу та проникнення його кислих розчинів до ґрунту є проблемою актуальною, а вивчення явища інфільтрації та накопичення кислих розчинів залізного купоросу на різну глибину та відстань у ґрунтовому середовищі є необхідністю. При вивченні проникнення кислих розчинів до ґрунту було встановлено залежність коефіцієнта фільтрації від щільності ґрунту: із збільшенням щільності (з глибиною) коефіцієнт фільтрації знижувався. На основі експериментальних досліджень розраховані такі показники, як коефіцієнт дифузії ($1,51 \cdot 10^{-8}$ м²/с) та величина щільності дифузійного потоку ($1,63 \cdot 10^{-10}$ кг/м²). Проведене дослідження явища водопроникності ґрунту та отримання її основних показників дозволило охарактеризувати стан ґрунтів, що є необхідним кроком в боротьбі з накопиченням кислих твердих відходів хімічної промисловості та попередженні виникнення екологічного лиха.

Скрізь можна спостерігати одну й ту саму тенденцію – екологічні проблеми накопичуються та консервуються. А чиновники незмінно оперують тезою про відсутність належних коштів в бюджетах на вирішення цих проблем.

Список літературних джерел

1. Крайнов І. П. Інноваційні механізми зменшення ризику в сфері поводження з відходами виробництва і споживання / І. П. Крайнов // Екологічний вісник. – № 2. – 2007. – С. 20–22.

2. Barsukova A. Analysis of harm ferrous sulfate of the biosphere / A. Barsukova // Digest of articles Results of scientific research: RIO MTSII OMEGA Sayn. – 2015. – P. 11–13.

3. Vambol V., Rashkevich N. Analysis of methods of identification of ecologically danger substances in atmospheric air // Техногенно-екологічна безпека. 2017. Вип. 2. С. 73–78.

4. Кундас С. П. Компьютерное моделирование миграции загрязняющих веществ в природных дисперсных средах / С. П. Кундас, И. А. Гишкелюк, В. И. Коваленко, О. С. Хилько // МГЭУ им. А. Д. Сахарова, Минск. – 2011. – 212 с.

5. Кундас С. П. Перспективы применения методов компьютерного моделирования для анализа и прогнозирования миграции радионуклидов в окружающей среде / С. П. Кундас, И. А. Гишкелюк [и др.] // Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов: сборник тезисов Международной конференции, Минск, 2006. – Ч. 2. – С. 82–87.

6. Гладкий А. В. Основи математичного моделювання в екології / А. В. Гладкий, І. В. Сергієнко, В. В. Скопєцький, Ю. А. Гладка. – К. : НТУУ «КПІ», 2009 г. – 240 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

О.А. Волкова, И.Н. Шарухо

Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова

olga.volkova96@bk.ru

Статья посвящена анализу антропогенного воздействия на экосистемы лесов. Что бы сохранить и улучшить текущее состояние лесов необходим постоянный контроль за уровнем влияния человеческой деятельности на территории лесохозяйственной деятельности. Так как, при не контролируемой деятельности населения лес терпит огромный урон, что сказывается на продукции лесохозяйственной промышленности.

The article is devoted to the analysis of anthropogenic impact on forest ecosystems. In order to preserve and improve the current state of forests, constant monitoring of the level of influence of human activity on the territory of forest management activities is necessary. Since, with uncontrolled activities of the population, the forest suffers enormous damage, which affects the products of the forestry industry.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, радиационное состояние, функции леса, радиационное загрязнение.

Key words: anthropogenic impact, radiation state, forest functions, radiation pollution.

Введение. Потребительский спрос населения на продукцию побочного лесопользования постоянно возрастает. Это объясняется тем, что данный вид лесных ресурсов богат не только витаминами, но и обладает лекарственными и техническими свойствами. Массовая заготовка и сбор которых наносят огромный урон, как определенному виду продукции леса, так и природе в целом. Из года в год объемы заготавливаемого сырья снижаются под влиянием ряда факторов. [3]

Основная часть. Лес – это экосистема, где ведущей жизненной формой выступают деревья. Лесные экосистемы выполняют массу экологических функций. Функции леса:

1. Углеродная. Так как, лес включает в себя огромную биомассу древостоев, то нем находятся большие массы концентрации углерода. Из всего объема углерода, который локализуется в растительности Земли, около 90% сконцентрировано в экосистемах лесов. В процессе образования 1 тонны продукции растительного происхождения связывается 1,55 – 1,85 т. CO₂ и высвобождается 1,15 – 1,35 т. O₂. Так на 1 гектар леса со средней продуктивностью связывается около 6,5 т. CO₂ и высвобождается 5,5 т O₂. Таким образом, на леса возлагается функция выведения переизбытка углерода из атмосферы.

2. Очищение воздуха. Помимо регулирования уровня содержания углерода, лесные экосистемы способствуют очищению воздуха от иных веществ и соединений. Результатом данного процесса является поглощение и физическое осаждение различных веществ.

Поглощённые загрязняющие вещества задерживаются и накапливаются в самих растениях. После чего токсины попадают в верхние слои почвы (опавшая листва). За сезон 1 килограммом листвы накапливается около 60 г сернистого газа, 45 г хлора, 15 мг свинца.

Под физическим осаждением в основном понимается осаждение взвешенных частиц. Очищение воздуха лесными насаждениями до 25 раз интенсивнее, чем на не покрытых лесных участках. На территориях характеризующихся высоким уровнем запыленности воздуха 1 гектаром леса может быть осажено около 55 т пыли в год.

3. Влияние на сопредельные пространства. Леса обладают способностью менять факторы среды даже за пределами своего места произрастания. Данные свойства леса применяются для защиты населенных пунктов, транспортных путей, сельскохозяйственных полей от неблагоприятных погодных явлений.

4. Водоохранная. Важным остается воздействие лесных массивов на водные объекты. Отмечается явная зависимость водности рек и уровней воды в колодцах от наличия лесов. Сплошная рубка лесных насаждений зачастую влечет за собой обмеление рек, исчезновение родников, пересыхание ручьев. [7]

5. Обеспечение населения пищевой продукцией леса (продукция побочного лесопользования).

Продукция побочного лесопользования – это не древесная продукция леса. [4] К данному виду лесопользовательской деятельности относят заготовку и сбор соков древесных растений, плодов дикорастущих ягодников, орехов, грибов, иных пищевых ресурсов леса, лекарственного растительного и технического сырья, сбор мха, лесной подстилки и опавшей листвы, лесное пчеловодство, сенокосение, выпас скота и иные виды побочного лесопользования. [5]

Антропогенное воздействие на леса – это последствия человеческой какой-либо деятельности, результаты которой могут оказывать как положительный, так и отрицательный эффект на состояние данного вида ресурсов.

Антропогенное воздействие человека на лесные насаждения в большинстве своем имеет негативное значение, так как наносимый ущерб лесным массивам, связанный с человеческим фактором, крайне велик.

Но деятельность людей направлена не только на уничтожение леса, а также на его поддержание и распространение. [2]



Рисунок 1 – Антропогенное воздействие на лесные экосистемы

Наибольшее воздействие со стороны человека лес испытывает в виде вырубок, пожаров, загрязнение отходами и несанкционированной заготовки.

Как итог вырубки лесных насаждений на обширных территориях образуются вторичные сукцессии. В результате после вырубки остаются произрастать лишь отдельные представители древесных растений, кустарники, представители травяно-кустарничкового яруса, мохово-лишайникового покрова, сохраняются почвенные микроорганизмы, а также находящиеся в почве жизнеспособные семена. Также после проведения данного вида деятельности происходит резкое изменение типичных условий произрастания лесной растительности. Тогда как при полном или частичном уничтожении увеличивается количество поступления солнечной радиации, сильнее прогревается верхний слой почвы, усиливается ветровая деятельность. Атмосферные осадки в меньшей степени удерживаются кронами, что влечет за собой их дальнейшее испарение. В почвенные горизонты просачиваются большие объемы воды.

Рубки леса бывают сплошные и рубки ухода. Проводя сплошные вырубки, основная масса ресурсов побочного лесопользования подлежит уничтожению. С помощью рубок ухода происходит регулирование состава древостоев и этот процесс является более щадящим для состояния и продуктивности побочных ресурсов. Так, например, дикорастущие плодовые и ягодные растения леса требуют определенных условий произрастания (уровень светотени, уровень влажности, минеральный состав почвы и т.д.).

Одним из видов антропогенного воздействия на лесные экосистемы является пожар.

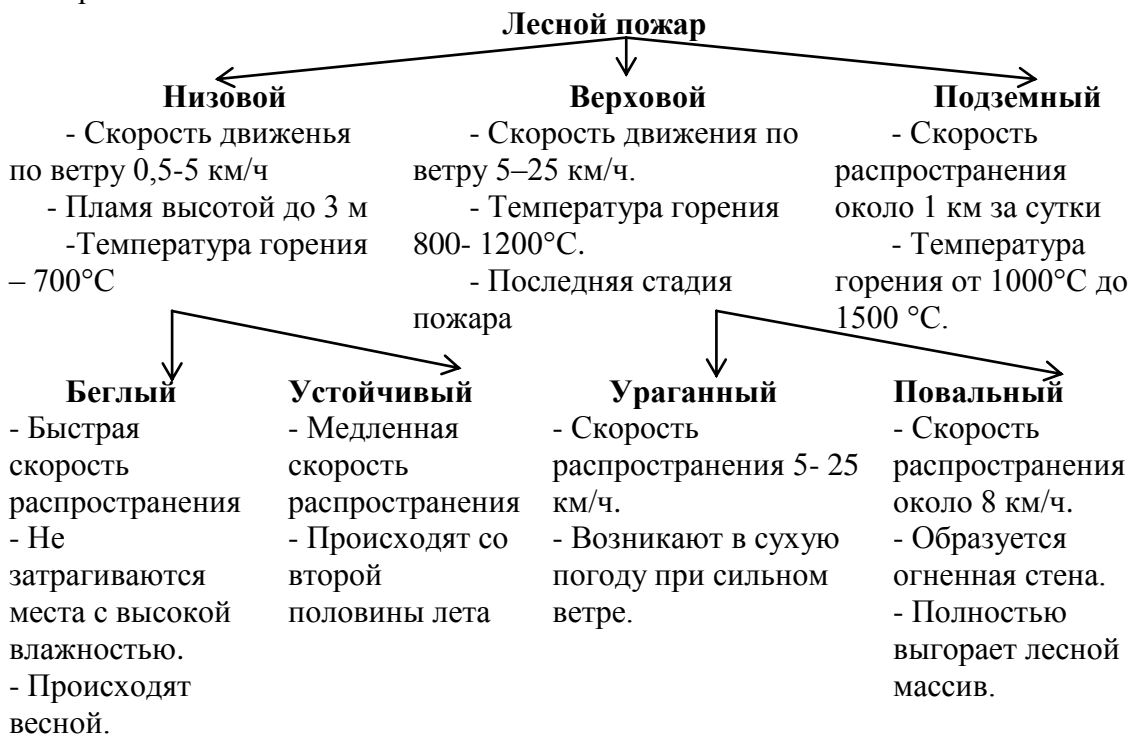


Рисунок 2 – Виды лесных пожаров

При низовом пожаре основной вред наносится лесной подстилке, мохово-лишайниковому покрову и травяному ярусу. Беглый вид низового пожара

воздействует на травянистый ярус, подрост и подлесок. Устойчивый низовой пожар способствует полному выгоранию надпочвенного покрова, подлеска и подроста, при этом обильно обгорают корни.

Верховой тип лесного пожара возникает при сухой и ветреной погоде образуясь из низового пожара. Охватывает листву, хвою, ветки древесной растительности, а также способен охватить травянистый и мохово-лишайниковый покров. Наиболее опасным видом верхового пожара является повальный (полное выгорание лесных массивов).

Подземный пожар на лесных территориях в большинстве своем возникает из-за возгоранием торфа. Этот процесс есть следствие осушения болот. Подземные пожары могут быть почти не заметны и распространяться на глубину до нескольких метров.

Загрязнение лесов осуществляется через образование свалок, выбросы радионуклидов, результатом загрязнения атмосферы – кислотные дожди.

Примером загрязнения лесных территорий радиоактивными веществами является результат аварии на Чернобыльской АЭС. [4] Последствия этого получили название "Рыжий лес". [2]

Рыжий лес - массивы древесной растительности, расположенные в непосредственной близости от ЧАЭС. Данный массив расположен на расстоянии двух километров от станции. Рыжий лес в Чернобыле считается самым страшным лесом в мире. В первые дни после аварии лес издавал видимое свечение. Это объясняется тем, что на тот момент проходила химическая реакция между вырабатываемыми растениями ферментами и радиационными частицами. Результатом этой реакции являлось свечение. [6]

В момент аварии на ЧАЭС десятки тысяч гектаров лесных массивов получили сильнейшее радиоактивное загрязнение. Наиболее пораженными оказались леса состоящие из хвойных пород деревьев. Это связано с тем что, крона у сосен довольно плотная и представляет собой фильтр для задержания радиоизотопов. Сосна сбрасывает хвою лишь в определенные промежутки времени (2-3 года), что создает медленную естественную очистку крон.

Погибший лес представлял собой значительную опасность, например при пожаре, как источник вторичного радиоактивного загрязнения.

Захоронение древесины подвергшейся радиационному излучению осуществлялось в ямы глубиной около 1,5 – 2 метров. И спустя более чем 30 лет после аварии территории на которых был захоронен «рыжий лес» служат источником поступления радиоактивных веществ в подземные воды, что влечет за собой их длительное загрязнение. Ввиду негативных последствий для окружающей среды такого мероприятия, а также сложность его устранения (минимизации), можно сделать вывод - захоронение погибшего леса не решило, а лишь углубило экологические проблемы.

Так же человеком оказывается масса положительных воздействий на данную экологическую систему. Лесохозяйственными объединениями осуществляется возобновление и лесомелиорация древесных видов растительности на местах вырубок. Лесомелиоративные массивы играют многофункциональную роль в преобразовании, сохранении и восстановлении ландшафтов. Они играют важнейшую роль в поддержании экологического равновесия. [2]

Заключение. Существует масса антропогенных факторов, которые по-разному оказывают влияние на лесные экосистемы. Последствия данных влияний могут

быт как положительными, так и отрицательными. Отрицательные воздействия на лесах могут негативно сказаться на человеке, который эти изменения производит. [1]

В конечном итоге в результате антропогенного влияния происходит изменение состояния не только древесной составляющей лесов, но и его побочной ресурсной базы. [2]

Список использованных источников

1. Антропогенное воздействие на леса. Электронный ресурс. Режим доступа: http://wood-prom.ru/analitika/14843_antropogennoe-vozdeystvie-na-lesa

2. Антропогенное воздействие на лесные экосистемы. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://revolution.allbest.ru/ecology/d00487886.html>

3. Влияние антропогенных факторов среды на урожайность ягодных растений. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016026881>

4. Захарова М. Е., Волкова О. А., Новодворская М. А., Цмыг М. С., Гаврилов Д. А. Радиационная обстановка территории лесного фонда Могилевского государственного производственного лесохозяйственного объединения // Молодой ученый. – 2018. – №18. – С. 400-403.

5. Правовые последствия заготовки второстепенных лесных ресурсов и осуществления побочного лесопользования без разрешительных документов/ Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.kgkgomel.gov.by/content/pravovye-posledstviya-zagotovki-vtorostepennyh-lesnyh-resursov-i-osushchestvleniya-0>

6. Рыжий лес: самый страшный лес в мире Электронный ресурс. Режим доступа: https://chernobylguide.com/ru/ryzhiy_les.html

7. Экологические функции лесов. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/33471.html>

ПОРІВНЯННЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНОГО ТА НЕМОДИФІКОВАНОГО ТИТАНУ (IV) ОКСИДУ P25

К.А.Вальтер, Т.А.Донцова

Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»

kseniya19valter99@gmail.com

dontsova@ua.fm

Титану (IV) оксид широко застосовується в якості напівпровідникового фотокаталізатору завдяки таким властивостям, як корозійна стійкість, хімічна стабільність, не токсичність, висока фотокаталітична активність та низька вартість [1]. Завдяки цьому він широко використовується як фотокаталізатор для обробки органічних забруднювачів, розкладання розчинів барвників з стічних вод при кімнатній температурі. Проте недоліками використання немодифікованого TiO_2 у сфері водоочищення є складність його відділення після завершення фотокаталітичного процесу.

За даними літератури, титану (IV) оксид, модифікований різними сполуками феруму показує підвищену адсорбційну здатність і фотокаталітичну активність, ніж чистий TiO_2 , завдяки більш пористої поверхні отриманого композиту, а також, при модифікації, наприклад, наномагнетитом можуть з'являтися

суперпарамагнітні магнітні властивості за кімнатної температури, що дасть змогу далі швидко відділяти такий фотокаталізатор магнітною сепарацією [2].

При цьому відомо, що каталітична та фотокаталітична активність речовини одного й того ж хімічного складу може сильно розрізнятися у залежності від умов їх синтезу, присутності неконтрольованих або спеціально доданих домішок (допантів), ступеня розвиненості поверхні, кристалічних утворень, наявності дефектів структури, їх природи та кількості [3]. Тому, при отриманні композитів на основі навіть відомого комерційного зразка TiO_2 P25 необхідно додатково досліджувати його фізико-хімічні властивості. До таких важливих властивостей відносяться й кислотно-основні характеристики, які є інколи визначальними при реалізації фотокаталітичного процесу.

Отже, метою роботи було модифікація комерційного зразка титану (IV) оксиду P25 магнетитом та дослідження і порівняння загальної кислотності та кислотно-основних властивостей не модифікованого титану (IV) оксиду і модифікованого.

Модифікацію чистого TiO_2 P25 проводили методом просочення попередньо приготованою магнітною рідиною. В результаті було отримано магнітний композит $\text{TiO}_2\text{-Fe}_3\text{O}_4$ з вмістом магнетиту 1%.

Загальну кислотність оцінювали за значенням рН ізоіонії точки, що визначали методом рН-метрії. Для цього в потенціометричну комірку вносили 25 см³ бідистильованої води з рН 7 та додавали 0,25 г досліджуваного зразка. Через певні проміжки часу при постійному перемішуванні вимірювали значення рН суспензії.

Дослідження розподілу поверхневих активних центрів за кислотно-основними властивостями проводили методом Гамета за допомогою 8 індикаторів зі значеннями рКа в діапазоні -0,29...16,8. Для цього на спектрофотометрі Spectrophotometer UV/VIS вимірювали оптичну густину вихідних розчинів індикаторів (A_0). Потім готували суспензії каталізаторів у цих розчинах і після встановлення адсорбційної рівноваги і подальшого декантування визначали оптичну густину (A_1). Для визначення впливу зміни рН середовища на оптичну густину при контакті розчину з каталізатором готували аналогічні суспензії на дистильованій воді, через 120 хвилин в декантат додавали розчин індикатора і вимірювали оптичну густину (A_2). Оптичну густину розчинів визначали в кварцевих кюветах (10 мм) при довжині хвилі, що відповідає максимуму поглинання розчину індикатора. Зміст активних центрів певної кислотної сили (q , мкг/г) розраховували за формулою:

$$q = \frac{C_{\text{ind}} V_{\text{ind}}}{A_0} \left[\frac{|A_0 - A_1|}{0.02} \pm \frac{|A_0 - A_2|}{0.02} \right],$$

де C_{ind} – концентрація розчину індикатора, мг-моль/дм³, V_{ind} – об'єм розчину індикатора, дм³, A_0 – оптична густина розчину індикатора до сорбції, A_1 – оптична густина розчину індикатора після сорбції, A_2 – оптична густина «холостого» розчину [4]. За отриманими результатами були побудовані відповідні залежності (Рис.1 та Рис.2).

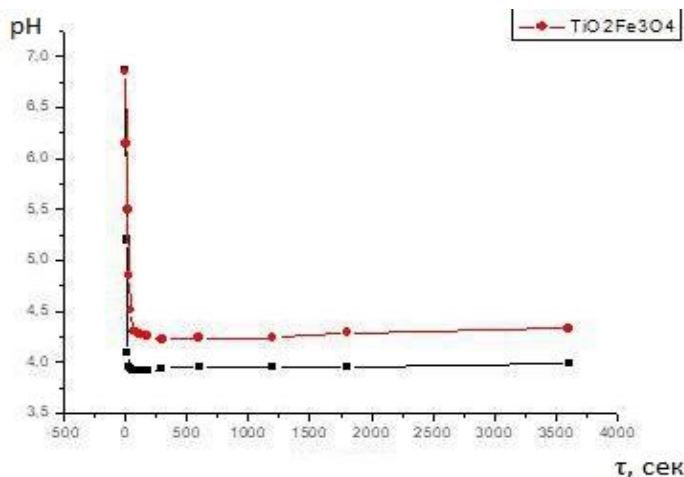


Рис.1 – Зміна рН водних суспензій із часом для TiO_2 та $\text{TiO}_2\text{-Fe}_3\text{O}_4$.

На Рис. 1 можна бачити, що значення рН суспензії для обох зразків зменшується, що свідчить про те, що зразки мають загальний кислотний характер їх поверхні. Більшу кислотність має комерційний не модифікований зразок.

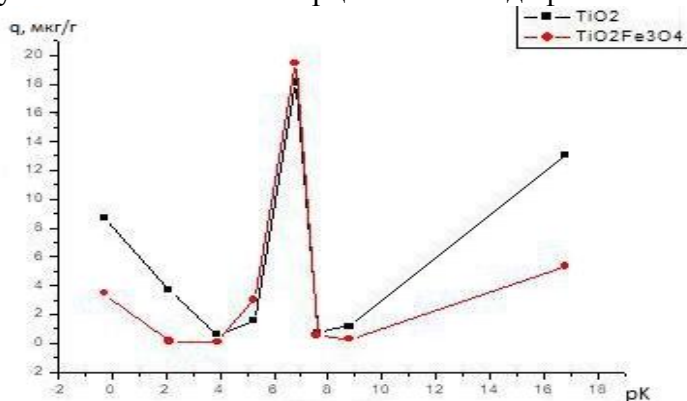


Рис. 2 – Кислотно-основні центри на поверхні не модифікованого (TiO_2) та модифікованого ($\text{TiO}_2\text{-Fe}_3\text{O}_4$) титану (IV) оксиду P25.

Рис. 2 свідчить про те, що при модифікації TiO_2 магнетитом кількість активних центрів зменшується, особливо в області Льюїса. Однак, в області рК 6,8 центри Бренстеда все ж такі незначно збільшуються. Таким чином, можна бачити, що модифікація комерційного зразка титану (IV) оксиду P25 магнетитом у кількості 1% незначно впливає на кислотно-основні властивості.

Список літературних джерел

1. Jianhong Wei, C J Leng, Xianzhou Zhang, Weihua Li, Z Y Liu, J Shi, Synthesis and magnetorheological effect of $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ nanocomposite, Journal of Physics: Conference Series 149, 2009.

2. Zhe-Qi Li, Hui-Long Wang, Long-Yun Zi, Jian-Jun Zhang, Yao-Shan Zhang Preparation and photocatalytic performance of magnetic $\text{TiO}_2\text{-Fe}_3\text{O}_4$ /graphene (RGO) composites under VIS-light irradiation, Ceramics International, 2015, p. 10634-10643.

3. Кобаса І.М. Дизайн оксидних і сульфідних напівпровідникових систем та фотокаталітичні і термічні процеси за їх участі, 2016.

4. М.М. Сычев, Т.С. Минакова, Ю.Г. Слизов, О.А. Шилова Кислотно-основные характеристики поверхности твердых тел и управление свойствами материалов и композитов, Санкт-Петербург, 2016.

СПОСІБ ТРИСТАДІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ ФОСФОГІПСУ ДИГІДРАТУ НА ГІПСОВЕ В'ЯЖУЧЕ

С.О. Гутак, Я.Г. Вазієв, О.В. Павленко

Шосткинський інститут Сумського державного університету
nis@ishostka.sumdu.edu.ua

Продукти переробки фосфогіпсу можуть бути використані в якості сировини в різних галузях промисловості та сільському господарстві, а також як добавка чи основа композиційних сумішей для будівельної галузі. Відомо багато способів переробки фосфогіпсу на гіпсове в'язуче, так найпоширеніший [1] включає нейтралізацію фосфогіпсу дигідрату негашеним вапном, сушіння, випал і помел у кульовому млині з додаванням до складу в'язучого гіпер-пластифікатору полікарбосилатного або поліакрилатного типу. Недоліками даного способу є енергоємні випал і помел, а також використання гіпер-пластифікатору, що суттєво підвищує вартість в'язучого.

Теоретично дегідратацію двоводного сульфату кальцію можна здійснити шляхом хімічної реакції. Так, попередні дослідження [2], підтвердили можливість застосування концентрованої сульфатної кислоти в якості дегідратуєчого агенту в процесі виробництва гіпсового в'язучого. До переваг даного способу можна віднести: виключення з технологічного процесу таких енергоємних стадій, як автоклавування, фільтрація та сушіння, випал і помел.

На меті було підвищити міцність в'язучого, що утворюється в процесі переробки відходу, за рахунок підвищення ступеню вилучення шкідливих домішок з фосфогіпсу. Поставлена задача вирішується тим, що переробку фосфогіпсу здійснюють у три стадії, а саме промивання фосфогіпсу дигідрату водним 0,1- 5% розчином триетаноламіну на першій стадії, обробку концентрованою сульфатною кислотою на другій стадії, та введення в отриману суспензію кальцію оксиду на третій стадії.

Було проведено ряд дослідів промивання фосфогіпсу дигідрату розчинами триетаноламіну різної концентрації (таблиця 1).

Таблиця 1 - Хімічний склад зразків фосфогіпсу до та після промивання

Компоненти	до промивання	після промивання	
		водою	розчином триетаноламіну
Фосфатів (у перерахунку на P ₂ O ₅)	1,2 %	1%	0,6%
Водорозчинних фосфатів (у перерахунку на P ₂ O ₅)	0,7 %	0,5	0,1%
Фторидів (у перерахунку на F)	0,12 %	0,09%	0,07%
Водорозчинних фторидів (у перерахунку на F)	0,06 %	0,04%	0,01%

З наведених даних, бачимо, що промивання фосфогіпсу водним розчином триетаноламіну видаляє шкідливі домішки, що покращує подальше структуроутворення гіпсових виробів, в зв'язку з чим зростають міцнісні характеристики в'язучого.

Після промивання утворюється суспензія дигідрату кальцію сульфату, яка на другій стадії піддається хімічній дегідратації шляхом додавання концентрованої сульфатної кислоти. Сульфатна кислота поглинає вологу з фосфогіпсу дигідрату, що супроводжується виділенням великої кількості тепла, при цьому відбувається саморозігрів суміші до температури початку дегідратації дигідрату кальцію

сульфату. Кількість тепла, що виділяється, в процесі гідратації сульфатної кислоти залежить від кількості молекул води, які вступають реакцію, тобто від мольного співвідношення. За даними дослідження (Рис. 1) кращі результати спостерігаються за мольного співвідношення сульфатна кислота:вода - 1:5-1:7.

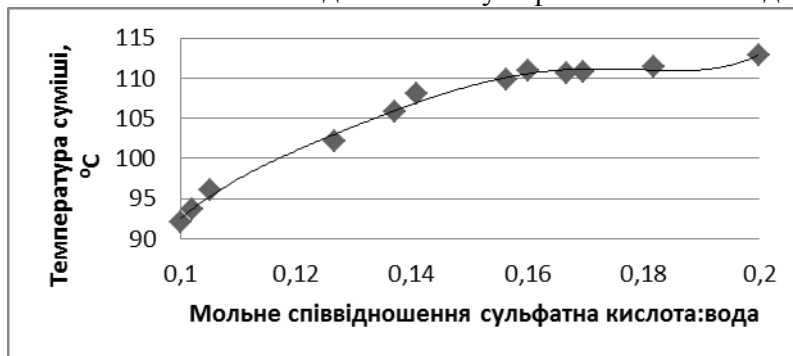
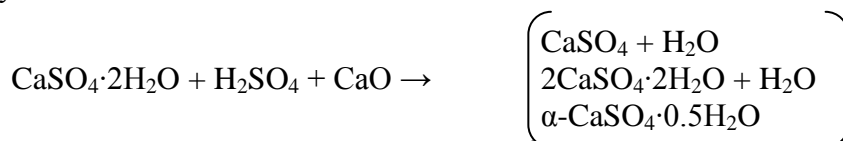


Рис.1 – Залежність температури суміші від мольного співвідношення сульфатної кислоти до води

За літературними даними температура початку реакції дегідратації дигідрату кальцію сульфату складає 107 °С.

Для нейтралізації надлишку сульфатної кислоти необхідне введення кальцію оксиду. Процес дегідратації та хімічної перекристалізації дигідрату кальцію сульфату відбувається за схемою:



У дослідженнях використовувалася технологія переробки сировини, що включає операції:

- промивання фосфогіпсу водним 0,1 - 5 % розчином триетаноламіну;
- обробку концентрованою сульфатною кислотою за мольного співвідношення сульфатна кислота:вода - 1:5-1:7 (за початкової температури суміші 80-90 °С); Експериментальним шляхом визначено, що для активізації процесу необхідна початкова температура фосфогіпсу 80-90 °С.
- додавання кальцію оксиду.

Як сировинні матеріали використовували: усереднені проби відвального фосфогіпсу дигідрату, відходу виробництва екстракційної фосфатної кислоти та фосфатних добрив ВАТ «Суміхімпром», триетаноламін, воду, концентровану сульфатну кислоту та кальцію оксид. В результаті було отримане гіпсове в'язуче з високою міцністю згідно ДСТУ Б В.2.7-82-99 Будівельні матеріали. В'ЯЖУЧІ ГПСОВІ. Технічні умови.

Список літературних джерел

1. Дворкін Л.Й., Шестаков В.Л. та інші. Спосіб виготовлення в'язучого з фосфогіпсу-дигідрату. Деклараційний патент на корисну модель. № UA 4226 U, Бюл. № 1, 2005 р.

2. Я.Г. Вазієв, Д.О. Самофалов, О.В. Павленко / Можливості використання сульфатної кислоти для виробництва в'язучого, освіта, наука та виробництво:розвиток та перспективи, матеріали III Всеукраїнської науково-методичної конференції, (Шостка, 19 квітня 2018 року)

SENSITIVITY OF SnO₂ NANOSTRUCTURES TOWARDS ACETONE

S.V. Nahirniak, T.A. Dontsova, E.I. Yanushevskaya

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
37/4, Peremogy Avenue, Kyiv, 03056, Ukraine
nagirnyak_sv@ukr.net

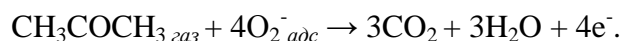
Acetone is a valuable industrial solvent and it is widely used in paint and varnish, chemical and pharmaceutical industries. It belongs to the 4th danger class; it is an explosive substance with the limit concentration in the air of the working zone 200 mg/m³. Based on this, control of acetone concentration is a necessary task. In addition, sensors for acetone detection can be used in medicine, since acetone is one of the products of human metabolism and by its content at air exhalation it is possible to detect liver diseases, diabetes, infectious diseases with their long and difficult passing [1].

Semiconductor sensors, in particular sensors based on SnO₂, are of great interest for these purposes due to their tiny size, low power consumption and ease of production. However, the stringent requirements for chemical gas sensors – high sensitivity, sufficient selectivity and performance stability – result in a constant search for ways to improve semiconductor metal-oxide sensors. In the case of using SnO₂ as indicator material for the semiconductor chemoresistors, the structure and morphology of its particles are extremely important. For sensitivity improving different methods are used: reduction of particle size, structure variation, surface modification, doping, and the creation of SnO₂-based composites [2]. It is promising to use monocrystalline SnO₂ nanoparticles of different morphologies with fewer defects in crystals and larger specific surface, and in the case of filamentous structures, with the bigger surface to volume ratio [3].

In this work SnO₂ nanostructures of different morphologies – nanosized (0DSnO₂) and wirelike (1DSnO₂) – were obtained using the chemical vapor deposition method in the inert nitrogen atmosphere at 1123 K [4-6]. The formation of structures of different morphologies was carried out by changing the synthesis conditions, in particular the type of precursor and the heating rate [5,6].

Detection of the sensitivity of SnO₂ samples was realized by constructing the temperature dependences of the resistance of tin (IV) oxide powders obtained from studies of current-voltage characteristics at ambient and in the acetone atmosphere (1000 ppm) in the temperature range 323÷423 K. Figure 1 shows the temperature dependencies of the resistance for 0D and 1D SnO₂ samples at the initial voltage of 5V. As can be seen from the presented data, SnO₂ nanostructures differ not only in the value of electrical resistance, but also in the nature of its temperature dependence. For nanosized SnO₂, the resistance value decreases with the increasing of temperature, which is characteristic for semiconductor materials, while the temperature dependencies of the electrical resistance of the wirelike SnO₂ pass through the maximum. In this case, the highest values of the electrical resistance of the 1D SnO₂ sample are observed at 373÷423 K.

In the detection of acetone, according to the literature, there is the following total chemical reaction on the SnO₂ surface, which results in the resistance increasing of the sensitive layer [7]:



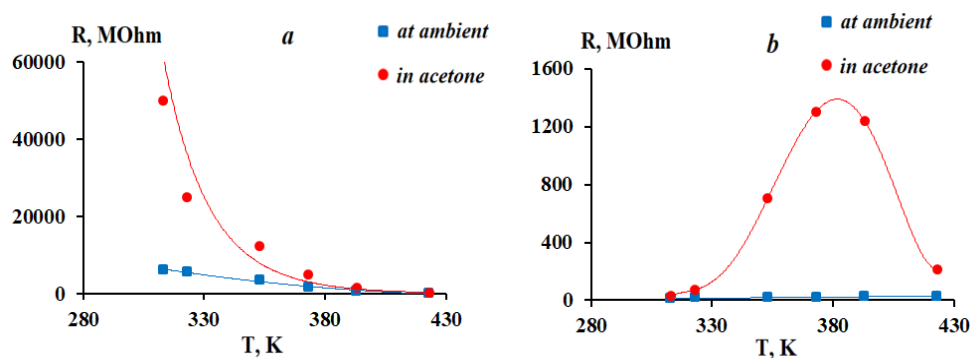


Fig.1 The temperature dependencies of the electric resistance of the tin (IV) oxide samples at 5V: *a* - 0DSnO₂; *b* - 1DSnO₂.

The sensitivity values of the synthesized SnO₂ samples were calculated as the ratio of the resistance of the sensor element in the atmosphere of acetone to its resistance at ambient at 323, 373 and 423 K (Table 1). As one can see from the calculated values of sensitivity the highest sensor respond to acetone has wirelike SnO₂ sample at 373 K.

Table 1 – Sensitivity of SnO₂ samples at 5V

Sample	323 K	373 K	423 K
0D SnO ₂	5	3	2
1D SnO ₂	4	67	9

Thus, it was shown that structure and morphology have a significant influence on the sensitivity of SnO₂ nanostructures to acetone, and 1D SnO₂ nanostructures have greater sensitivity than 0D sample.

References

- 1 Chuang M.-Y., Lin Y.-T., Tung T.-W., Chang L.-Y., Zan H.-W., Meng H.-F., Lu C.-J., Tao Y.-T. Room-temperature-operated organic based acetone gas sensor for breath analysis // *Sensors and Actuators B: Chemical* – 2018. – 260. – p. 593-600.
- 2 Nagirnyak, S.V., Dontsova T.A. Ways for improvement selectivity of semiconductor gas sensors // *Young scientist* – 2015. – 10(25). – p. 15-17.
- 3 Pan J.-M., Maschhoff B.L., Diebold U., Madey T.E. Structural study of ultrathin metal films on TiO₂ using LEED, ARXPS and MEED // *Surface Science* – 1993. – 291(3). – p. 381-394.
- 4 Nagirnyak S.V., Lutz V.A., Dontsova T.A., Astrelin I.M. Synthesis and Characterization of Tin (IV) Oxide Obtained by Chemical Vapor Deposition Method // *Nanoscale Research Letters*. – 2016. – 11(1):343 – 7 p.
- 5 Nagirnyak S., Lutz V., Dontsova T., Astrelin I. The Effect of the Synthesis Conditions on Morphology of Tin (IV) Oxide Obtained by Vapor Transport Method // *Springer Proceedings in Physics*. – 2016. – 183. – p. 331-341.
- 6 Dontsova T.A., Nagirnyak S.V., Zhorov V.V., Yasiievych Y.V. SnO₂ nanostructures: effect of processing parameters on their structural and functional properties // *NanoScale Research Letters*. – 2017. – 12:332 – 7 p.
- 7 Qin L., Xu J., Dong X et al. The template-free synthesis of square-shaped SnO₂ nanowires: the temperature effect and acetone gas sensors // *Nanotechnology* – 2008. – 19. – p.1-8.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД КОМПЛЕКСНИМИ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВІ ПРИРОДНИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

А.Г. Вазієва

Государственный НИИ химических продуктов
ndikhp@ukroboronprom.com

Проблему утилізації відходів слід розглядати, як одну з головних проблем України. Звалища відходів та полігони складають 5–7% від всієї території України, проте, замість цього українці могли б їх переробляти та отримувати нову продукцію як роблять інші країни.

У світі давно навчилися заробляти на переробці промислових відходів. Їхня утилізація означає їх залучення у нові технологічні процеси з метою одержання корисного продукту. Тобто використання відходів як вторинної сировини, палива, добрива, будівельних матеріалів тощо.

За рахунок використання відходів у якості вторинних матеріальних ресурсів можна вирішити ряд таких важливих задач як економія сировини, запобігання забруднення водойм, ґрунту і повітряного басейну, збільшення обсягів виробництва деталей і виробів, освоєння випуску нових для підприємств товарів.

Вода вважається важливим і дефіцитним товаром у багатьох країнах по всьому світу. Велика частина води після її використання для господарсько-побутових потреб повертається в річки у вигляді стічних вод. Основними джерелами забруднення і засмічення водоймищ є недостатньо очищені стічні води промислових підприємств, які містять важкі метали.

Важкі метали небезпечні тим, що здатні до біоаккумуляції й біоконцентрування, оскільки утримуються і накопичуються в організмі, як у фільтрі. Організм не може звільнитися від важких металів, які міцно зв'язуються з білками.

Речовини забруднювачі рідко зустрічаються окремо одна від одної, а дві або більше отрут разом дають ефект, що у багато разів перевершує суму дій кожного з них.

У літературі було запропоновано безліч процесів очищення для видалення важких металів. Адсорбція вважається особливо конкурентоспроможним і ефективним процесом для видалення найдрібніших кількостей важких металів.

Аналіз останніх публікацій свідчить про доцільність застосування адсорбційних методів для очищення стічних вод від забруднювачів з використанням природних дисперсних мінералів як адсорбентів. Очищення водних розчинів за допомогою дисперсних сорбентів відповідає багатьом вимогам екологічно чистого та енергоощадного виробництва, що базується на принципі безвідходності. Потужні геологічні запаси, дешеве видобування породи, проста підготовка до транспортування та використання, можливість використання відпрацьованих сорбентів у інших технологіях – основні переваги використання природних мінералів.

В роботі [1] досліджено сорбційні характеристики бентонітових глин та перспективні напрямки їх використання в процесах очищення забруднених вод від іонів хрому.

Перспективність та ефективність застосування палигорськітових глин для очищення стічних вод підтверджується їх перевагами перед іншими сорбентами, а саме: вони виграють у доступності, собівартості, в можливості регенерації та багаторазового використання.

Враховуючи токсичність іонів купруму(II) та можливість втрати такого кольорового металу як мідь, а також керуючись принципами створення маловідходних екологічно чистих технологій, дуже важливим є питання вилучення іонів купруму(II) із стічних вод та розробка ефективних методів водоочищення.

Очищення водних розчинів за допомогою дисперсних сорбентів відповідає багатьом вимогам екологічно чистого та енергоощадного виробництва. Додавання таких природних глинистих сорбентів при очищенні стічних та забруднених природних вод на стадії відстоювання дозволить позбавитись забруднюючих домішок шляхом адсорбції, при цьому зберігаючи її структуру та мінералізацію. Бентонітові та палигорські глини – природний матеріал, котрий має унікальні властивості щодо застосування в сучасних промислових технологіях. Природні високодисперсні силікатні матеріали (глини) мають високорозвинену поверхню, прості й дешеві у використанні, що вигідно відрізняє їх від штучно створених сорбентів.

Сорбційні й каталітичні властивості шунгітових порід дозволяють очищати стічні води від багатьох забруднювачів. Шунгіт є найефективнішою речовиною для очищення водопровідної води від хлороорганічних речовин (діоксинів тощо), має бактерицидні властивості. Завдяки цим властивостям шунгіт можна використовувати у підготовці питної води високої якості в проточних системах будь-якої продуктивності, в колодязях [2].

У статті [3] на основі комплексу теоретичних і експериментальних даних розроблено технологію використання промислових відходів - залізного купоросу і марганець вмісного шламу, як компонентів, при отриманні матеріалу із спільно осаджених гідроксидів (СОГ) заліза і марганцю, який володіє сорбційними властивостями по відношенню до іонів молібдену, і досліджені ці властивості. Раніше [4] було встановлено можливість сорбції іонів міді та цинку цим сорбентом.

Зважаючи на результати досліджень існує вірогідність високої адсорбційної активності отриманого матеріалу відносно інших важких металів, які мають здатність поглинатися сполуками феруму та мангану, а саме хрому, плюмбуму, ніколу, арсену та інших.

Надалі метою роботи є перевірка використання отриманого сорбенту у комплексі з природними дисперсними матеріалами та розроблення ефективної та економічно доцільної технології очищення води від важких металів.

Список літературних джерел

1. Малаш Ю.С. Дослідження сорбційного вилучення іонів важких металів зі стічних вод природними адсорбентами - Актуальні проблеми сучасної науки та наукових досліджень: зб. наук. пр. – Вип.3 (6); ВДПУ імені Михайла Коцюбинського. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2014.

2. Калинин Ю.К. Структура углерода шунгитов и возможности существования в нем фуллеренов - Химия твердого топлива. – 2002. – № 1.1.

3. A.Vaziyeva, O. Pavlenko Investigation of Molybdate Ion Sorption on the Sorbent from Industrial Waste - Chemistry & Chemical Technology Volume 11, Number 3 (2017).

4. Вазієва А. Г., Павленко О. В. Дослідження сорбційної здатності Fe-Mn сорбенту Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського 2015, 6, Частина 1, 100.

ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА

Д. Р. Закусило, А. М. Романченко

Шосткинский институт Сумського Державного університету
g.zakusylo@ishostka.sumdu.edu.ua

Поиск альтернативных материалов в современном мире является одной из основных целей для ученых. Такой материал должен не вредить экологии, быть экономически и физически более выгодным, и иметь более высокие эксплуатационные свойства. Древесина – один из самых распространенных материалов для изготовления предметов интерьера и напольного покрытия. Однако безмерное применение древесины может привести к проблемам с экологией, а потому необходимо найти альтернативный материал, из которого можно было бы делать часть продукции.

Древесно-полимерный композит (ДПК) это комплекс полимеров, которые с легкостью могут заменить древесину в производстве террасных досок. Этот полимер представляет собой смесь пластичного полимера (например, полиэтилен, полипропилен), древесной муки и химических добавок в виде модификаторов (если необходимо). Процентное соотношение древесной муки и полимера влияет на конечные свойства материала [1]. Террасная доска из такого материала теряет свои древесные недостатки, и становится более эстетичной на вид и долговечной.

Целью исследований является изучить эксплуатационные свойства древесно-полимерного композита, и определить долговечность изделия из данного полимера. Для исследований брали сложнопрофильное изделие из ДПК. Состав ДПК: 40% полипропилена и 60% древесной муки. Изделие представляло собой брус с такими параметрами: высота 165 мм, ширина 70 мм, толщина плоскостей и перегородок 4-5 мм, масса 4 кг на погонный метр.

В качестве оборудования был использован Дериватограф «Термоскан-2» (Аналитприбор, Санкт-Петербург, 2012 г.в.). «Термоскан-2» объединяет в одном приборе две системы: термовесы и дифференциальный термический анализатор (ДТА), сопряжен с компьютером посредством USB-разъема. Управление прибором, температурным режимом, сбором данных и их обработкой осуществляется с помощью специальной программы «Thermoscan».

Основные технические характеристики «Термоскан-2» по ТУ № 421894-001-58868861-06:

Температурный диапазон: **20 ÷ 1000°C.**

Режим (скорость) нагрева: **0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10; 20 град/мин.**

Погрешность определения температуры: **±1°C.**

Диапазон измерения удельной теплопроводности: **3,6 – 1200 Дж/г.**

Точность определения величины тепловых эффектов: **2,2 Дж/г.**

Точность определения изменения веса образца: **0,02 г.**

Для определения долговечности бруса из ДПК был проведен расчет по методу Бройдо, суть которого заключается в определении энергии активации термоокислительной деструкции полимерной композиции и исходя из этих данных нахождении долговечности полимерного изделия, с учетом условий его эксплуатации.



Рис. 1 – Дериватограма досліджуваних ДПК

Расчетная долговечность (τ_{T_3}) в годах при конкретном значении температуры эксплуатации (T_3) определялась по формуле:

$$\tau_{T_3} = \frac{\left(10^{\alpha(E - \Delta E_{г.в.} - \gamma \sigma_p)} + \beta \cdot e^{\frac{E - \Delta E_{г.в.} - \gamma \sigma_p}{RT_3}} \right)}{m}$$

где α и β - эмпирические коэффициенты, принимаются по таблице 1, для ПП:

$$\alpha = -0,1163; \beta = -0,1198$$

E – минимальное значение энергии активации кДж/моль;

$$\sigma_p = 0,35 \text{ МПа};$$

$$E_d = 24,44 \text{ кДж};$$

R - универсальная газовая постоянная, $R = 8,314 \cdot 10^3 \text{ кДж/моль} \cdot \text{К}$

T_3 - температура эксплуатации, в среднем $283 \pm 10 \text{ К}$;

m - коэффициент перевода долговечности в годы (для полипропилена $m = 365$).

На основании полученных результатов была определена энергия активации термоокислительной деструкции полимерной композиции ДПК.

Вычислялось значение двойного логарифма $\ln \left[\ln \frac{100}{100 - \Delta m} \right]$ для каждой температуры, и строят график прямолинейной зависимости $\ln \left[\ln \frac{100}{100 - \Delta m} \right]$ от обратной температуры (T_d), применяя аппроксимацию по методу наименьших квадратов.

Значение энергии активации (E), кДж/моль, вычисляли по формуле:

$$E = \text{tg } \varphi \cdot R,$$

где $\text{tg } \varphi$ – тангенс угла наклона построенной прямой линии к оси ординат:

$$\text{tg } \varphi = \frac{2,48 - 1,43}{1,58 - 1,48} = 10,5$$

$$E = \text{tg } \varphi \cdot R = 8,31 \cdot 10,5 = 87,3 \text{ кДж/моль}.$$

Подставив в расчеты, полученные данные энергии активации, 83 кДж/моль . получаем расчетное значение долговечности:

$$\tau_{T_3} = 116,2 \text{ года}$$

Таким образом, средняя долговечность древесно-полимерного композита составом 40% полипропилена и 60% древесной муки составляет 116,2 года.

Выводы: Дериватографические исследования и метод Бройдо показали, что ДПК на основе полипропилена 40 % и древесной муки 60 % в состоянии заменить как деревянную доску, так и полимерное покрытие, превосходя их в долговечности. Данный полимер является перспективным долговечным материалом для изготовления террасных досок, используемых как в помещениях, так и под открытым воздухом.

Список использованной литературы

1. Древесно-полимерный композит. Достоинства и недостатки. – [Электронный ресурс] – http://ip-ufa.ru/2m11g20s/landshaft/dpk_dostoinstva_i_nedostatki.html
2. ГОСТ 9.710-84. Единая система защиты от коррозии и старения. Старение полимерных материалов. Термины и определения. – Москва, 1976. – 11 с.
3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - М: Научный мир, 2007. – 574 с.
4. Эмануэль Н.М., Бучаченко А.Л. Химическая физика молекулярного разрушения и стабилизации полимеров. М.: Наука. 1988. - С. 368.
5. ГОСТ 26996-86 Полипропилен и сополимеры пропилена. Технические условия. – ИПК, Издательство стандартов, Москва. – 1986. – 36.

3D-МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ХІМІКО_ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ У СЕРЕДОВИЩІ BLENDER

М.В. Концева, Г.В. Кринець

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського
marishka95@ukr.net

В процесі підготовки хіміків-технологів вивчаються особливості об'ємно-планувальних рішень, що базуються на використанні в процесі навчання 2d-креслень планів та розрізів відповідних виробництв. Досвід показує, що більшість студентів не дуже добре розуміють такий формат візуалізації, тому роблять помилки при виконанні таких креслень, а особливо при побудові розрізів.

Розвиток комп'ютерних технологій дозволив перейти від створення креслень на папері до електронних, а застосування 3d-технологій надає можливість вдосконалити ці креслення завдяки покращенню сприйняття і розуміння об'єктів, які проектуються.

3d-моделювання дозволяє за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення розробити представлення будь-якої тривимірної поверхні об'єкта (за допомогою вбудованих математичних алгоритмів). Нині у широкому доступі наявні різноманітні засоби для 3d-моделювання, такі як Blender, 3ds Max, SketchUp Make, Sculptris, Freecad, 3dCrafter та інші. Вони дають змогу створювати кращі для сприйняття студентами 3d-моделі апаратів, а також дають можливість виконання різноманітних варіацій розміщення даних моделей, чим полегшують завдання розробки проектів об'ємно-планувальних рішень. Для виконання вище згаданих завдань ми використовуємо середовище Blender в рамках розробки 3d-моделей апаратів та схеми синтезу неконцентрованої нітратної кислоти (рис.1, 2).

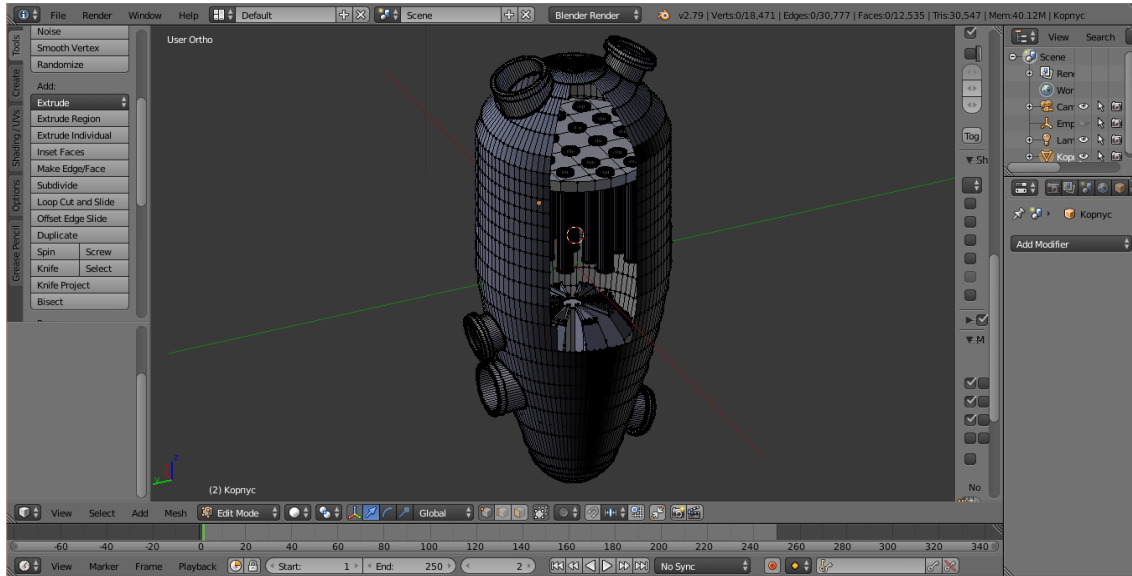


Рис.1 – 3d-модель змішувача.

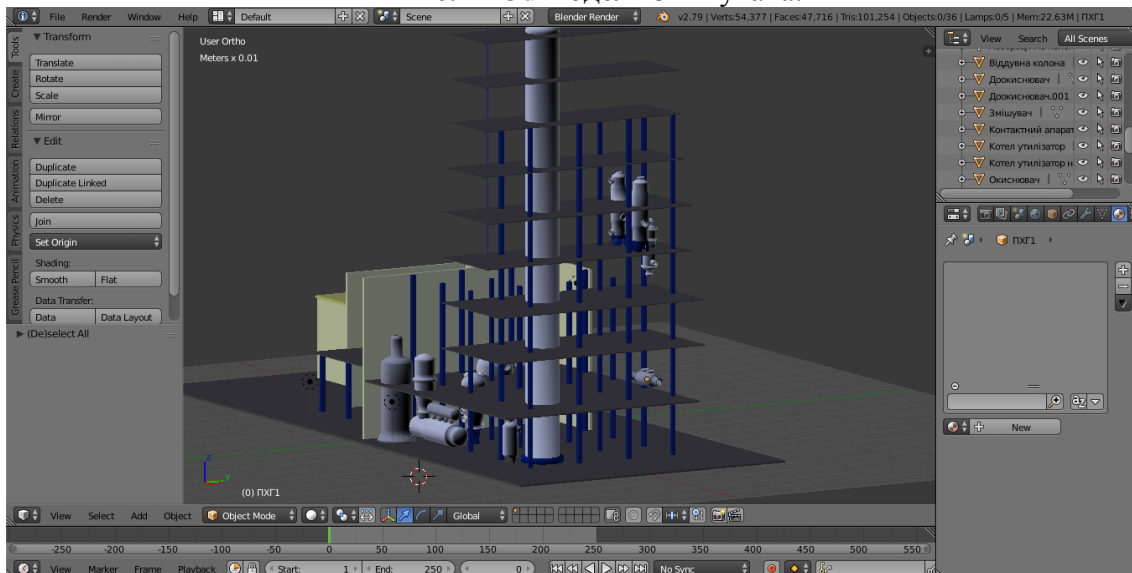


Рис. 2 – 3d-модель цеху виробництва неконцентрованої нітратної кислоти.

3d-моделі дозволяють відтворити реальні об'єкти через використання набору точок в 3d-просторі програми моделювання, поєднаних між собою різноманітними геометричними об'єктами, такими як, наприклад, трикутники, лінії тощо. Розробка будь-якої 3d-моделі в середовищі Blender починається з вибору і додавання в 3d-простір примітиву, який максимально близький до об'єкту, який моделюється [1]. Примітив являє собою просту геометричну фігуру, наприклад, куля, циліндр, конус чи інші з набору доступних у програмі, які використовуватимуться в процесі розробки як «цеглинки» для побудови складніших об'єктів (рис. 3).

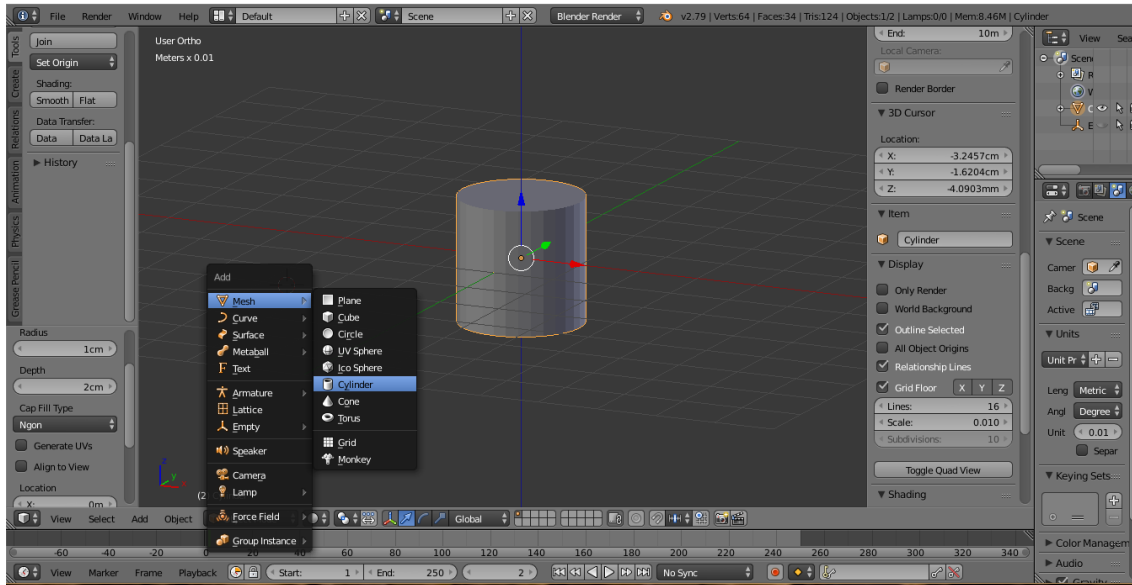


Рис. 3 – Зразок примітиву, що може використовуватись в процесі моделювання.

Подальший процес моделювання об'єктів полягає у застосуванні різних операцій (переміщення, деформації, обертання, екструджування, згладження та текстурювання) в режимі редагування об'єкту-примітиву [2]. При чому дані операції можуть бути застосовані як до цілого примітиву, так і до окремих його точок, граней чи площин (рис. 4).

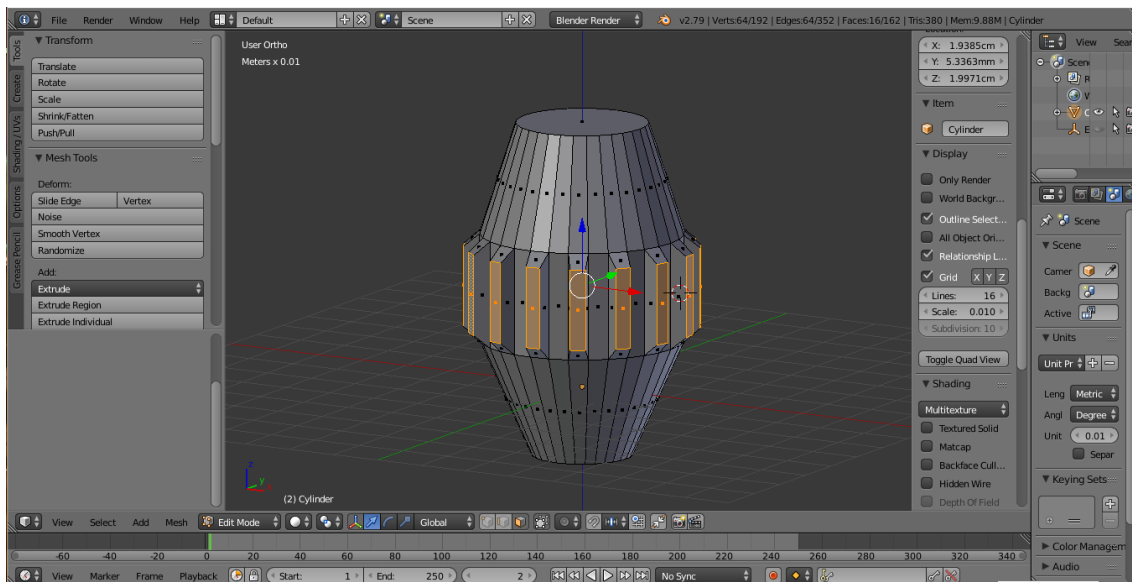


Рис. 4 – Зразок примітиву, після здійснення операцій моделювання.

Слід також зазначити, що в середовищі Blender можливе використання зображень плоских креслень, в якості фону, що суттєво полегшує та прискорює процес моделювання більш складних об'єктів, або їх груп, таких як, наприклад, хімічні цехи (рис. 5, 6). Моделювання окремих апаратів також може виконуватися із застосуванням фону з 2d-кресленням, при чому програма Blender підтримує можливість застосування різних зображень на різних видах об'єкту.

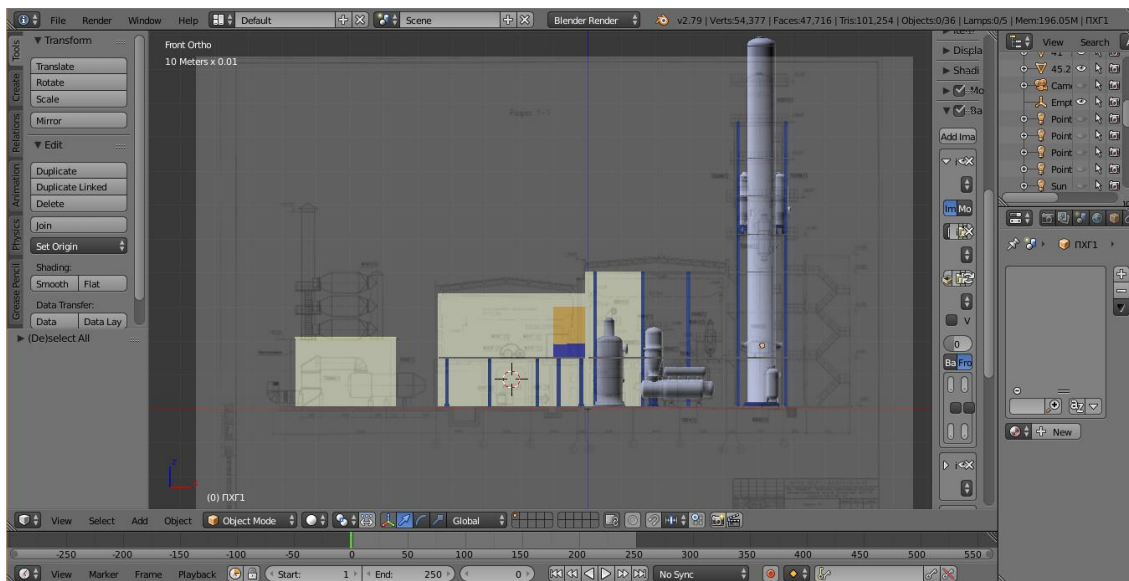


Рис. 5 – Використання фонового зображення на фронтальному вигляді.

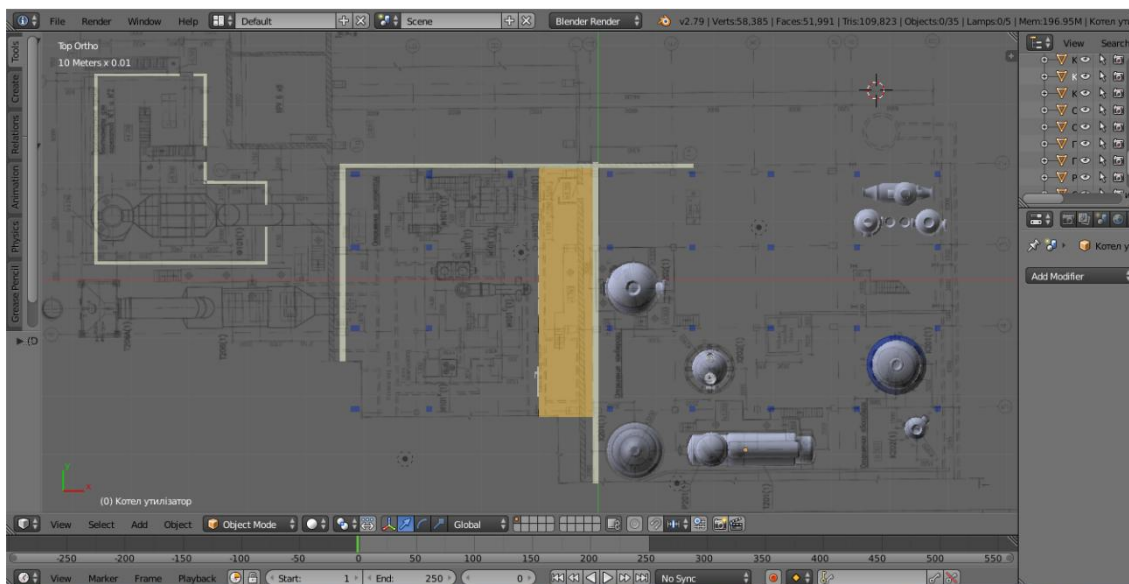


Рис. 6 – Використання фонового зображення на вигляді зверху.

Для розробки 3d-моделі цеху виробництва неконцентрованої нітратної кислоти було обрано середовище Blender, оскільки воно є безкоштовним, є дуже популярним серед інтернет-користувачів, а тому для його вивчення створено безліч безкоштовних інтернет-курсів та відео уроків [3, 4], а також дане середовище має велику кількість додаткових функцій, які постійно вдосконалюються, таких як, наприклад, створення анімації (що може бути використано для візуалізації технологічних потоків та процесів в хімічних апаратах) та програмування на вбудованій мові Python (що може бути використано для створення електронних тренажерів-симуляторів для вивчення хіміко-технологічних процесів) [5, 6]. Використаний нами підхід розвиватиме просторове уявлення студентів при проектуванні складних хіміко-технологічних схем і сприятиме більш глибокому вивченню хімічних технологій неорганічних речовин та процесів водоочищення.

Перелік посилань

1. Курс по основам Blender 2.7+ [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://blender3d.com.ua/blender-basics/> (дата звернення 15.10.2018).
2. Blender Tutorial For Beginners [Електронний ресурс] // YouTube. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=y__uzGKmxt8.
3. LittleWebHut. Blender [Електронний ресурс] // YouTube канал . – Режим доступу: <https://www.youtube.com/channel/UCJspWFXSL1guQPdFqh4IFjQ>.
4. Blender Guru. Blender Beginner Tutorial Series [Електронний ресурс] // YouTube канал . – Режим доступу: <https://www.youtube.com/user/AndrewPPrice>.
5. BlenderDiplom Tutorials. Blender Animation [Електронний ресурс] // YouTube канал. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/user/BlenderDiplom>.
6. Olav3D. Blender Programming. [Електронний ресурс] // YouTube канал. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/channel/UCD0GTet7PkOuVH26nrfeNfA>.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАГЕНТУ ВОДООЧИЩЕННЯ СИНТЕЗОВАНОГО З ВІДХОДІВ ГЛИНОЗЕМНИХ ВИРОБНИЦТВ НА СТІЧНИХ ВОДАХ ЗАБРУДНЕНИХ БАРВНИКАМИ

С. О. Кирій, І. В. Косогіна, Д. Нечипорук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

kysvit@gmail.com

Кількість стічних вод, забруднених барвниками різного походження, з технологічним розвитком постійно збільшується. Так, з ростом виробництва різноманітних фармацевтичних продуктів, текстильних та пластмасових виробів, косметологічних засобів тощо зростає й кількість стічних вод від технологічних процесів. Так, встановлено, що щорічно виробляють $1 \cdot 10^5$ тон різноманітних барвників, з яких 10-15% потрапляють до води [1-2].

Розвиток ефективних матеріалів та недороговартісних рішень з використанням вторинної сировини, що здатні ефективно видаляти барвники з стічної води перед її скиданням до природних вод є надзвичайно актуальним.

Тому метою даної роботи є перевірка ефективності синтезованого з відходів глиноземних виробництв реагенту на стічних водах забруднених барвниками різного типу: катіонного (метиловий синій) та аніонного (конго-червоний) та порівняння його характеристик з відомим сорбентом (активоване вугілля F300).

Синтез реагенту FCM1 проводили кислотною активацією за методикою [3]. Властивості та ефективність застосування реагенту перевіряли на модельних зразках стічних вод, що містили різні барвники концентрацією 10 мг/дм^3 (рис. 1).

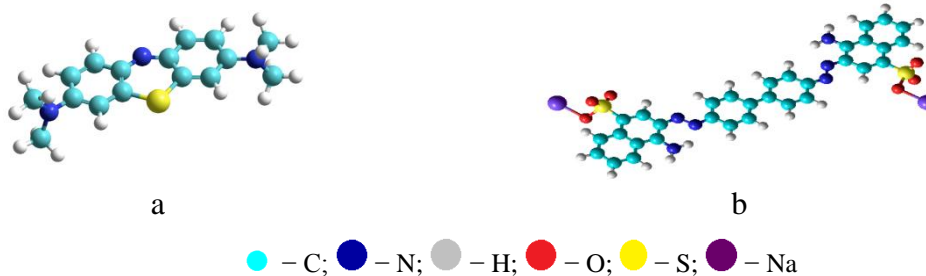
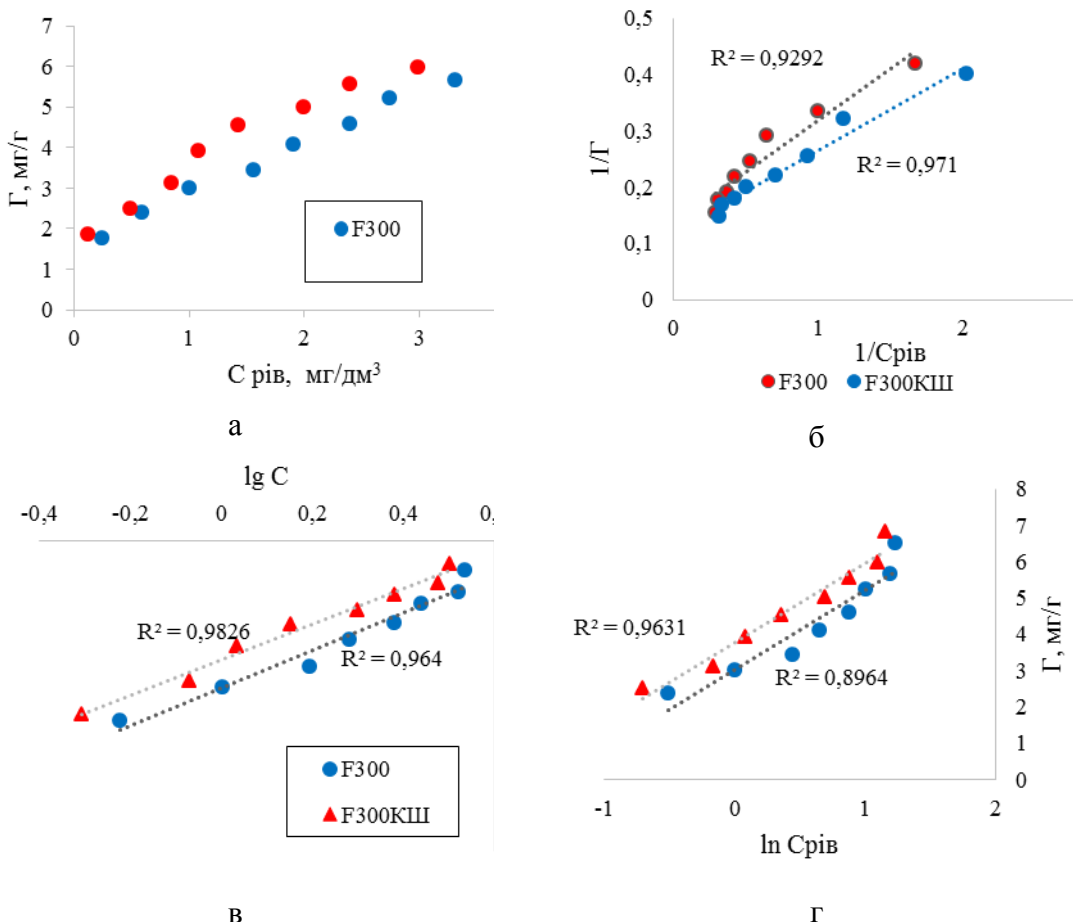


Рисунок 1 – 3D моделі молекул барвників, де а – метиленовий синій; б – конго-червоний

Сорбційні дослідження проводили в статичних умовах за кімнатної температури. До конічної колби додавали наважку сорбенту 1 г до 100 см³ модельної води, закручували кришкою та струшували на орбітальному шейкері (PSU-20i, Biosan) зі швидкістю 200 об/хв впродовж 300 хв. Після сорбційних випробувань усі зразки фільтрували на швидкому фільтрі з розміром пор фільтру 1,2 мкм (Watman) та аналізували на залишкову кількість в них полютантів.

Перевірку ефективності застосування отриманого реагенту (FCM1) здійснювали на метиленовому синьому, адсорбція на якому дає уявлення про поверхню активованого вугілля та реагенту, утвореної порами з діаметром більше 1,5 нм. Ізотерми сорбції метиленового синього на активованому вугіллі F300 та FCM1 та їх математична обробка за різними моделями (Ленгмюра, Фрейндліха та Тьомкіна) представлені на рисунку 2 відповідно.



де а – ізотерма адсорбції на метиленовому синьому; б – модель Ленгмюра; в – модель Фрейндліха; г – модель Тьомкіна

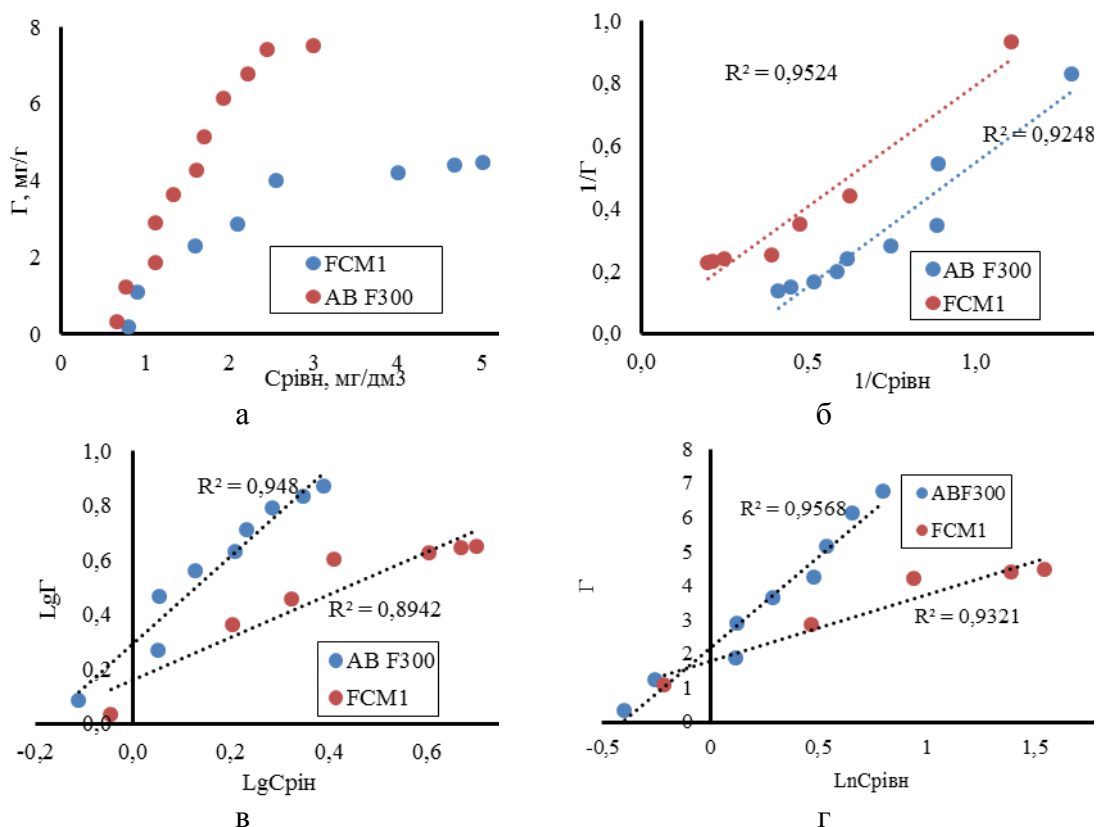
Рисунок 2 - Ізотерма адсорбції метиленового синього та її математична обробка за різними моделями

Таблиця 1. Структурно-сорбційні характеристики зразків АВ F300 та FCM1 за моделлю Ленгмюра, Фрейндліха та Тьомкіна

Зразок	за Ленгмюром		за Фрейндліхом		за Тьомкіном		
	K_L	Γ_∞ , ммоль/г	K_F	$1/n$	B , Дж/моль	Γ_∞ , мг/г	b
ABF300	0,145	7,435	2,968	0,55	2,173	4,02	1139,5
FCM1	0,123	8,375	1,802	0,51	2,183	5,57	1133,9

Результати таблиці 1 показують, що при сорбції метиленового синього на активованому вугіллі та реагенті FCM1 гранична сорбція Γ_∞ незначно збільшується для FCM1, а константа адсорбційної рівноваги K_L , що характеризує енергію взаємодії молекули барвника з поверхнею сорбенту навпаки, зменшується для FCM1.

Аналогічні сорбційні дослідження були проведені для модельної води забрудненої барвником конго-червоним (рис.3).



де а – ізотерма адсорбції на барвнику конго-червоний; б – модель Ленгмюра;
 в – модель Фрейндліха

Рисунок 3 Ізотерма адсорбції конго-червоного та її математична обробка за різними моделями

Таблиця 2. Структурно-сорбційні характеристики зразків АВ F300 та FCM1 для конго-червоного за моделлю Ленгмюра, Фрейндліха та Тьомкіна

Зразок	за Ленгмюром		за Фрейндліхом		за Тьомкіном		
	K_L	a_{z_0} , ммоль/г	K_F	$1/n$	V , Дж/моль	Γ_∞ , мг/г	b
ABF300	0,0208	50,51	1,963	1,613	5,347	1,502	463,2
FCM1	0,2544	4,13	1,442	0,785	1,956	2,485	1265,9

Встановлено, що ізотерми адсорбції активованого вугілля та реагенту FCM1, синтезованого з використанням відходів глиноземних виробництв відносяться до типу С, що характерно для мікропористих сорбентів. Виявлено, що синтезований реагент ефективніше видаляє барвники катіонного типу (метиленовий синій), однак менш ефективно барвники аніонного типу (конго-червоний), що може бути пов'язано з властивостями функціональних груп на поверхні сорбенту.

Перелік використаної літератури

1. Çelekli, A., Bozkurt, H., Geyik, F., Use of artificial neural networks and genetic algorithms for prediction of sorption of an azo-metal complex dye onto lentil straw. *Bioresour. Technol.* 129 (2013.) 396-401.
2. Liu, X.X., Gong, W.P., Luo, J., Zou, C.T., Yang, Y., Yang, S.J., Selective adsorption of cationic dyes from aqueous solution by polyoxometalate-based metal-organic framework composite. *Appl. Surf. Sci.* 362 (2016), 517-524.
3. S.O. Kyrii, I.V. Kosogina, I.M. Astrelin, L.S. Obodenko, Investigation of the properties of activated carbon modified by wastes of alumina production, *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii.* 2 (2018) 70–78.

ON MODIFICATION OF THE METHOD FOR PROCESSING OF IRON (II) SULPHATE HEPTAHYDRATE INTO PIGMENT

Yu. S. Kostenko¹, O. V. Pavlenko²

¹ Joint Stock Company "FARMAK"

² Shostka Institute of Sumy State University
y.kostenko@ecolog.sumdu.edu.ua

The summary. In work the process of obtaining of red iron oxide by heat treatment of a by-product of titanium dioxide production - seven-aqueous sulphate of iron of II (green vitriol), with introduction of the additive-oxidizer was researched. The chemistry and kinetic characteristics of the process was investigated.

The issue of environmental protection has been particularly pointed in recent years due to intensive development of a number of industries. Therefore, the use of industrial waste for obtaining of valuable products is of considerable interest [1].

One of abundant chemical waste is heptahydrate of iron (II) sulphate (green vitriol). At the enterprise of titanium dioxide pigment production PJSC "Sumykhimprom" there is a great number of large tonnage of green vitriol waste, which contains about 93% of iron (II) sulphate heptahydrate. [2].

The wastes of sulfuric acid processing of titanium-containing raw materials, including green vitriol are formed the waste heaps in the open air on the territory of enterprises. This creates a potential hazard to groundwater ecosystems associated with probable diffusion of acidic solutions under certain conditions on the territory surrounding the tailing ponds [3]. There are ways of green vitriol recycling which provide the obtaining of sulfuric acid, or red iron oxide or, finally, both simultaneously at thermal decomposition of iron (II) sulphate heptahydrate at the presence of reducing agents [4]. Unfortunately, this pigment is abrasive, dispersed poorly, and not bright.

Production of iron oxide pigments with high technical specifications is a promising method for the disposal of accumulated waste of iron (II) sulphate heptahydrate.

The iron oxide pigments have high spreading rate, are resistant to salts, weak acids and alkalis, are opaque to ultraviolet rays. They provide significant mechanical strength and water resistance to the pigmented membrane. The red pigments are also heat-resistant. The mixture of iron oxide pigments with dust of zinc or lead, with zinc oxide or lead oxide for metal products gives exceptional corrosion resistance. In this regard, iron oxide pigments are widely used for exterior coatings and primers for the manufacture of high quality paints, enamels, based on all binders and dyeing in the mass of plastics, rubbers, and building materials.

The task of this investigation is the development and study of solid-phase method of obtaining red iron oxide pigment using chemical compounds and chemical products containing oxygen, which is released during the synthesis and reacts with iron compounds and allows obtaining a final product corresponding to the formula and properties of natural material hematite $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. To determine the optimal parameters of the process flow it is necessary to determine the mechanisms of solid state reactions flow and derive kinetic dependence.

Experimental part.

The green vitriol, the waste of titanium dioxide production on PJSC “Sumykhimprom” [2] is used as the raw material.

The additive-oxidant into samples of green vitriol was added so that the content of the last one was in the range of 0 - 10%. The samples was stirred on a ball mill of PhBM type until homogeneous of the mixture. The thermal, spectrophotometric, x-ray phase, chemical analysis and sedimentation analysis methods have been used for the investigation. Determination of colour and spreading rate of the pigment was based on standard methods [5].

200 mg sample of heptahydrate of iron (II) sulphate was heated in derivatograph Q-1500 D of the company “MOM” of system Paulik-Paulik-Erdei at a speed of 10 K / min at the sensitivity of the DTA – 0.1 and the measuring scale TG in the range 0 - 200 mg. The resulting thermograms, an example of which is shown in Figure 1, were investigated.

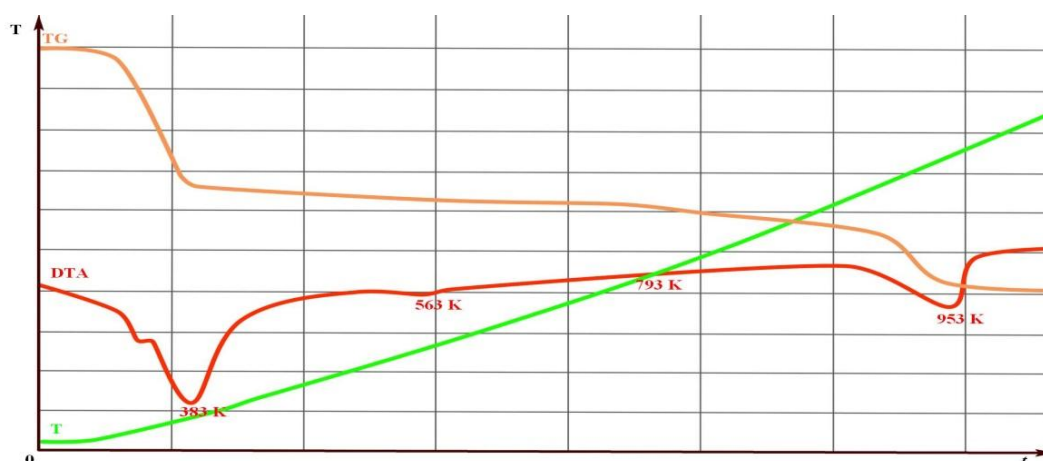


Figure 1. The thermogram of sample of green vitriol in the presence of 6% weight of oxidant-additive.

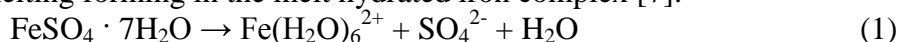
As an example, consider the thermograms of synthesis process of the iron oxide in the presence of oxidant additive in an amount of 6%.

At 363 –371 K on the DTA curve nearly invisible inflection point has been revealed. In all experiments it corresponds to the chemical composition of $\text{FeSO}_4 \cdot (4,00 \pm 0,03)\text{H}_2\text{O}$. According to X-ray diffraction studies the substance is represented by tetrahydrate with traces of heptahydrate and monohydrate of iron (II) sulphate. Characteristic bands for hydroxyl groups of several types, for crystalline water and a sulphate group in the bidentate state have been revealed by the infrared spectra. It should be noted that this inflection point on the thermogram becomes less visible with an increase in oxidant additives.

The endothermic effect ends at a temperature of 383 K in the DTA curve. According to chemical analysis and X-ray studies, only presence of monohydrate of iron (II) sulfate in the sample was found. In the IR spectra disappears almost completely band 1640 cm^{-1} , which is characteristic of the crystallization of moisture; in the range of $300 - 3800 \text{ cm}^{-1}$ the broad band splits into two narrow, indicating the presence of hydroxyl groups associated with different central atoms [6].

Kinetic analysis of the dehydration process by derivatographic method showed inapplicability to it any of the kinetic equations. During the study it was found that the Arrhenius dependence for this process is non-linear, which is typical for the polymerization process.

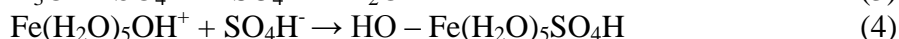
It is known that the dehydration process of iron (II) sulfate heptahydrate begins at the congruent melting forming in the melt hydrated iron complex [7].



Hydrated iron complex is hydrolyzed to form a hydronium ion and hydrolyzed iron aquacomplex

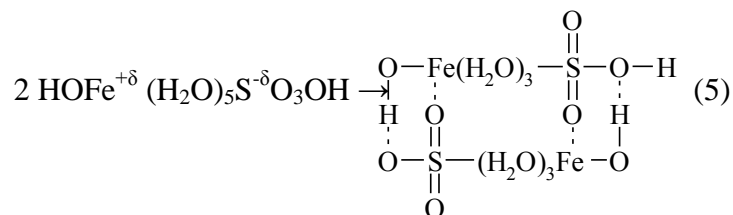


hydronium ion protonates the sulfate group which forms with hydrolyzed complex the crystalline hydrate

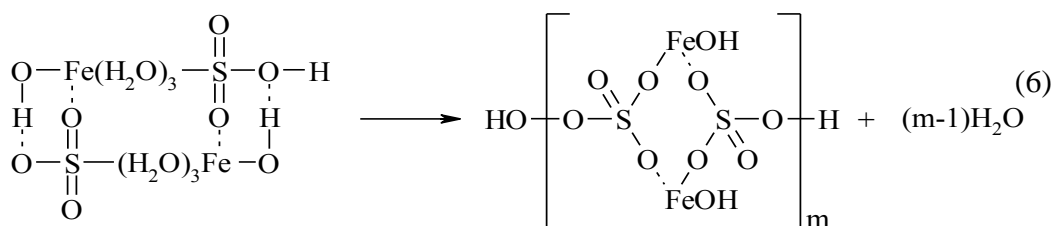


The process takes place in the temperature range 303 - 383 K in the kinetic region at a value of $n = 2$.

Ebullioscope researches have shown that iron sulfate crystal hydrates are dimerized at temperatures above 337 K under the action of the zeta potential, forming a flat dimer.



This process takes place in the temperature range 383 - 563 K. According to the data of kinetic analysis of it goes in the diffusion area at the value $n = 2$. This tetrafunctional oligomer is capable to entire into polycondensation reaction, e.g.



In view of unequal thermal stability of communications of S – OH and Fe – OH the process of polyfunctional condensation can be selective.

At 563 – 573 K comes to the end the second thermonegative effect, to which, according to IR spectrums, there corresponds disappearance of hydroxyl groups, which are bounded with sulfur atoms, apparently, owing to course of process (6) where the magnitude “m” is much more than 100. The calculation of magnitude m according to a thermographic and chemical analysis showed that it does not depend on the number of introduction of additive oxidizer.

The listed facts allowed to assume that process of iron (II) sulfate heptahydrate dehydration at particular stages is polycondensation. For the description of polycondensation processes kinetics in organic chemistry use the equation.

$$\alpha = 1 - \frac{1}{P} \quad (7)$$

where α – a share of the functional groups which entered into the reaction of polycondensation

P – the degree polycondensation, determined by the equation

$$P = 1 + K y_0 t \quad (8)$$

here K – the value proportional to a specific reaction rate

y_0 - initial concentration of the functional groups

Having substituted the magnitude P of the equation (8) in the equation (7) and having carried out transformations at the offer that $y_0 = 1$ we will receive the equation representing the equation of the kinetics of polycondensation processes for mineral substances.

$$\alpha : (1 - \alpha) = Kt \quad (9)$$

The schedule of dependence of a specific reaction rate of the polyfunctional condensation proceeding at an oxidizing dehydration of iron (II) sulfate heptahydrate in the range from 293 to 773 K on the equation (9) is submitted on the Figure 2. It is apparent, that the equation (9) allows to determine the intervals of constant values of reaction rate constant, coincident as it was established by thermographic researches, with particular stages of dehydration process.

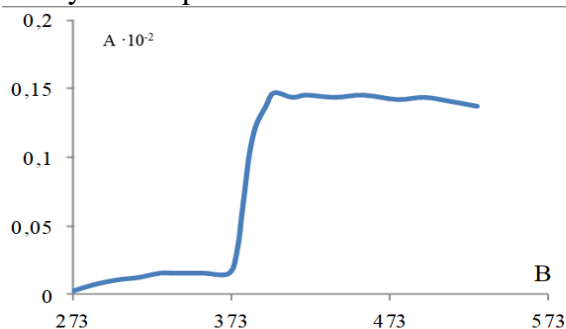


Figure 2. Dependence of Reaction Rate Constant of a dehydration of polyhydrates of iron sulfate (A) from the temperature (B), (K)

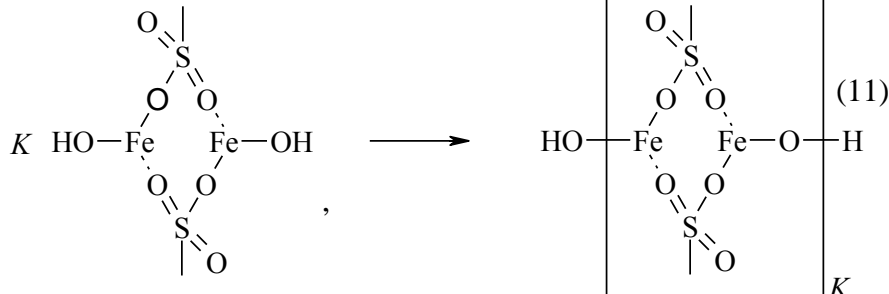
On the basis of these thermographic researches of process iron (II) sulfate heptahydrate dehydration in the presence of oxidant-additive, it was established, that in the range of 383 – 573 K the dehydration process is described by the stoichiometric equation (6) and the kinetic equation

$$\alpha : (1 - \alpha) = 1,42 \cdot 10^{-2} t \quad (10)$$

At 773 – 793 K the third stretched tendothermics effect with a small amplitude comes to the end. At this temperature the hydroxyl groups, bounded with iron atom

disappear. According to the analysis the structure of samples at this temperature is described by a formula of anhydrous iron sulfate, however iron in the substance is in the oxidized form.

It has been observed that while mixing cooled sample of such sulphate with water, an intensive warming of the mixture takes place. Probably, it is the formation of iron pyrosulphate:



in the range from 583 to 783 K. Here the value K is related to the amount of oxidant ratio:

$$K = (0.41y - 0.2) \times 10^3 \frac{100-y}{y}, \quad (12)$$

structurally similar to the well-known formula of the molecular weight of the polymer from content of end group y dependence. Process by the kinetic equation is described

$$\alpha : (1 - \alpha) = 1,75 \cdot 10^{-2}t \quad (13)$$

At 793 – 808 K, according to derivatography and chemical analysis, the decyclization of the polymer occurs with elimination of two molecules of sulfur trioxide. This produces X-ray amorphous phase. According to the kinetic analysis, at this temperature growth process of cylindrical nuclei of the new phase occurs in the diffusion region, completing at 983 - 1003 K with forming of $[\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3]_K$.

By the analysis of red iron oxide sedimentation analysis obtained by iron (II) sulphate heptahydrate heating in the presence of additives with subsequent washing until the disappearance of sulphate ions traces in the washing water, it is found that the average particle diameter $d_{exp.}$ is associated with the number of additives y with the dependence, which is shown below.

Table 1 The dependence of the particle size of the red iron oxide from the percentage content of oxidant additive

Oxidant additive, %	0	1	3	6	10
$d_{exp.}$, micron	about 10	0,48	0,35	0,22	0,13

The same dependence can be expressed by the formula:

$$d_{cp.} = (0.321y + 1,5) \times 10^3 \frac{100-y}{y} \quad (14)$$

Among other parameters, the dispersibility of the pigment affects its basic properties. The thinner the particles are, the greater the coverage and pigment colouring ability are. Polydisperse pigment composition allows receiving a coating with a minimum discharge of binder. The best coverage is achieved by using the pigment particles of 0.2-10 microns.

The size of red iron oxide particles depends on the amount of additive. Thus, by varying the amount of additives introduction, iron oxide pigment can be obtained with a wide colour range from ocher to dark brown. The obtained heterochromatic inorganic iron-containing modified pigment has high hiding power, and the method by which it is

obtained, – by a small quantity of stages and lack of wastewater [8]. At the same time the problem of accumulation of tonnage of waste on the territory of Sumy region is solved [9].

Conclusions

The process of red iron oxide pigment receiving by the method of solid-phase synthesis from waste products of titanium dioxide with oxidizer additive use is investigated.

The possible scheme of thermochemical transformations of iron sulfate in the range of temperatures of 383 - 808 K was shown. Process of a dehydration of in the presence of additive oxidizer proceeds through a mode of the tetrafunctional dimer formation.

It is established that process of iron (II) sulfate heptahydrate dehydration in intervals of 383 - 563 K and 573 – 783 K in the presence of an oxidizer have the polyfunctional condensation mechanism. Ions of additive oxidizer are grouped mainly about atoms of iron and limit process of polycondensation polymerization in the range of 383 – 793 K.

The kinetic equations which describe stages of process are characteristic of the description of polycondensation processes.

The dependence of particle size of the received pigment on amount of the entered oxidizer additive is given. Influence of an oxidizer on principal specifications of the drawn interest pigment is proved.

References

1 Natsionalna dopovid pro stan navkolishnogo prirodnogo seredovischa v Ukrayini u 2013 rotsi. Ministerstvo ekologiyi ta prirodnih resursiv Ukrayini, Kiyiv, 2015.

2 Skomoroha V., Zarechennyiy V., Vorobyeva I., Vakal S.: Proizvodstvo dvoukisi titana pigmentnogo sulfatnyim sposobom. ATZT «Arsenal-Press», Sumyi, 2002.

3 Akulenko V. i dr.: Sernokislotsnaya pererabotka titanosoderzhaschih shlamov proizvodstva dvoookisi titana. Zbirnik naukovih prats Dniprodzerzhinskogo tehnicnogo universitetu. Tematich. vipusk «Suchasni problemi tehnologiyi neorganichnih rechovin». Dniprodzerzhinsk, 2008.

4 Obzor ryinka zheleznogo kuporosa i prochih sulfatov zheleza v SNG. Ob'edinenie nezavisimiyh ekspertov v oblasti mineralnyih resursov, metallurgii i himicheskoy promyshlennosti, InfoMayn, Moskva, 2012.

5 Dobrovolsky I. Bolshakov, A. et al. Metodi technicheskogo analiza pigmentnogo proizvodstva. South Ural book publishing house, Chelyabinsk, 1973.

6 Volkenshteyn M., Elyashevich M., Stepanov B.: Kolebaniya molekul. GIITL, M. - L., 1949.

7 Orgel L.: Vvedenie v himiyu perechodnich metalov. "Mir", Moscow, 1964

8 Kostenko Yu., Vaziev Ya., Marahovskaya A.: O vozmozhnosti napravlennoogo tverdofaznogo sinteza zhelezooksidnyih pigmentov iz othodov proizvodstva. Sbornik nauchnyih trudov SWorld. Vyipusk 4, Tom 8. – MARKOVA AD, Ivanovo, 2013, **85**, 112.

9 Vazieva A., Kostenko Yu., Vaziev Ya., Pavlenko O.: Utilizatsiya vidhodiv Sumskoyi oblasti. Sbornik nauchnyih trudov SWorld. Vyipusk 1, Tom 4. – «Nauchnyiy mir», Ivanovo, 2015, **59**, 101.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СТІКАННЯ ПЛІВКИ РІДИНИ В УМОВАХ ВИПАРОВУВАННЯ В ПЕРЕХРЕСНИЙ ПОТІК НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗУ

Є.В. Костюченко, В.К. Лукашев

Шосткинський інститут Сумського державного університету
khtms@ishostka.sumdu.edu.ua

Плівкові апарати, робота яких заснована на гравітаційній течії рідини, широко використовується для проведення тепло - і масообмінних процесів в системі "рідина – газ (пар)". Певний інтерес в даному випадку представляють плівкові апарати з плоско-листовою насадкою, які дозволяють організувати перехресний рух фаз, що дає можливість збільшити рушійну силу процесу. Однак при моделюванні тепло - і масообміну в таких умовах використовують досить складний математичний апарат, що ускладнює проведення інженерних розрахунків.

В доповіді наведено результати розробки спрощеної моделі, в основу якої покладені наступні фізичні уявлення. Будемо розглядати плівку рідини, яка рухається під дією сили тяжіння на поверхні нагріваної вертикальної пластини. Теплота від пластини передається рідині, в результаті чого рідина випаровується у простір, обмежений стінкою, розміщеної на певній відстані від поверхні випаровування. В цей простір надходить потік нейтрального газу, який захоплює пар і виносить його за межі поверхні пластини.

Приймаємо, що стікання плівки відбувається в ізотермічних умовах, відповідно температура рідини постійна і однакова у всій плівки. Розглядаючи руху рідини на достатній відстані від верхнього краю пластини, вважаємо його сталим і тим, що відбувається в ламінарному режимі без хвилеутворення. Тертям між газом і рідиною, а також зміною тиску по висоті пластини нехтуємо.

У цих умовах будемо визначати зміну товщини плівки δ і швидкості її руху U по висоті пластини, по ширині пластини вважаємо ці величини незмінними.

Математичний опис стікання плівки рідини в розглянутих умовах виражаються системою рівнянь, що включає:

- рівняння руху

$$\rho_{ж} \frac{\partial u}{\partial y} u = \rho_{ж} g + \mu_{ж} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2};$$

- рівняння нерозривності

$$\rho_{ж} d(\delta U) = w dz;$$

- рівняння масовіддачі від вільної поверхні плівки

$$dM = \beta (P_{вн} - P_{в}) F dt;$$

- рівняння матеріального балансу по випаровуванні рідини

$$dM = G_r (d_r - d_{r0}) dt;$$

- рівняння відносного змісту випаровуваної речовини в газовій фазі

$$P_{в} m_{в} = d_r m_r P_r;$$

- рівняння, що виражає закон Дальтона

$$P = P_{в} + P_r;$$

де $\rho_{ж}$ – густина рідини, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; u – поздовжня складова швидкості руху рідини, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$; z – поздовжня координата, спрямована вздовж пластини, м; g – прискорення вільного падіння, $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $\mu_{ж}$ – динамічний коефіцієнт в'язкості, $\text{Па} \cdot \text{с}$; y – поперечна координата, спрямована перпендикулярно пластини, м; U – швидкість руху плівки (середня швидкість рідини по перерізу плівки), $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$; M – маса пара, кг; β –

коефіцієнт масовіддачі за випаровуваної речовини, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Па}}$; $P_{\text{вн}}$ – тиск насиченого пара, Па; $P_{\text{в}}$ – парціальний тиск пара в газовій фазі, Па; F – поверхня випаровування, м^2 ; τ – час, с; $G_{\text{г}}$ – масовий потік (витрата) нейтрального газу, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$; $d_{\text{г}}$ – вміст випаровуваної речовини в газовій фазі (вологовміст); $d_{\text{го}}$ – вміст випаровуваної речовини в виступаючій нейтральному газі (початковий вологовміст); $m_{\text{в}}$ – маса 1-го кмоля випаровуваної речовини, $\frac{\text{кг}}{\text{кмоля}}$; $m_{\text{г}}$ – маса 1-го кмоля нейтрального газу, $\frac{\text{кг}}{\text{кмоля}}$; $P_{\text{г}}$ – парціальний тиск нейтрального газу в газовій фазі, Па; P – загальний тиск, Па.

В результаті рішення представленої системи рівнянь отримані залежності і розроблений алгоритм розрахунку зміни товщини і швидкості руху плівки рідини по висоті пластини в умовах випаровування в перехресний потік нейтрального газу. Проведені розрахунки показали (рисунок 1), що товщина плівки і швидкість її руху зменшуються при русі рідини. Зі збільшенням температури рідини і швидкості нейтрального газу їх зменшення відбувається більш інтенсивно. Модель дозволяє провести кількісну оцінку цих залежностей.

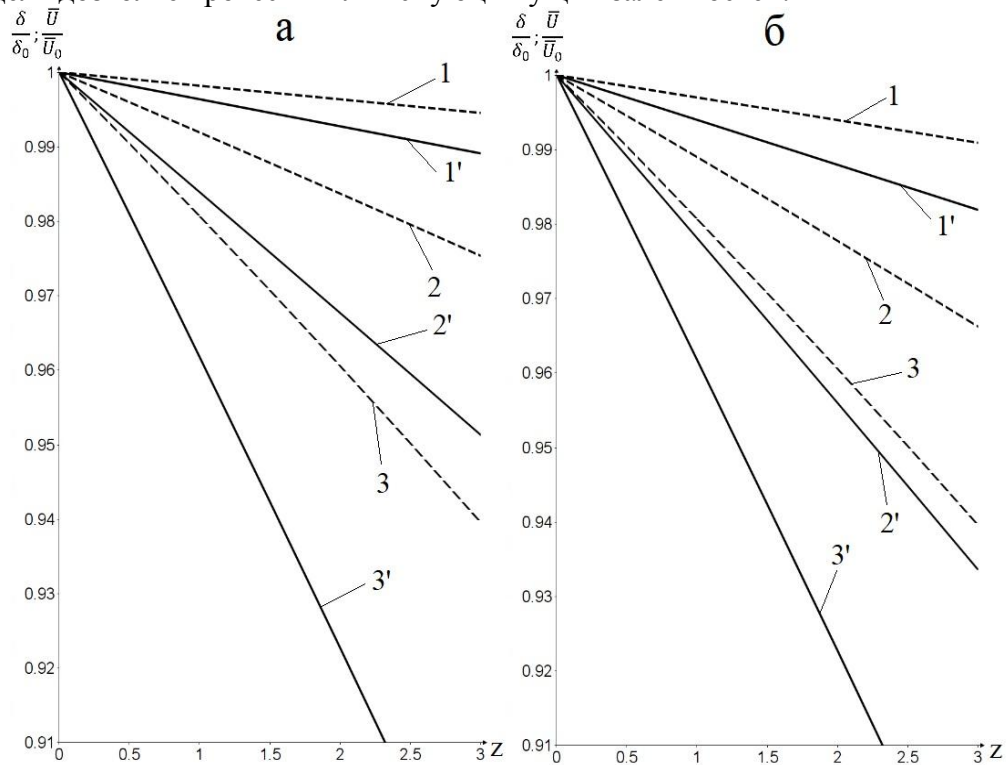


Рисунок 1 – Вплив умов стікання плівки рідини по плоскій поверхні на зміну її товщини (пунктирні лінії) і швидкості руху (суцільні лінії): а – температури рідини в плівки ($v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $L_0 = 0.005 \text{ кг/с}$); 1; 1' – $t_{\text{ж}} = 20^\circ\text{C}$, 2; 2' – $t_{\text{ж}} = 50^\circ\text{C}$, 3; 3' – $t_{\text{ж}} = 80^\circ\text{C}$; б – швидкість повітря ($t_{\text{ж}} = 80^\circ\text{C}$; $L_0 = 0.005 \text{ кг/с}$): 1; 1' – $v = 1.0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, 2; 2' – $v = 5.0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, 3; 3' – $v = 10.0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЧИСТКИ ТУРБІННИХ ОЛИВ

Г.В. Кримець, Є.К. Малькевич

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,
krimets@xtf.kpi.ua

Енергетична галузь одна з найбільш динамічно розвиваючихся галузей промисловості. Більшість обладнання працює при високих навантаженнях і для зменшення зносу використовується індустріальне турбінне масло, термін роботи якого на пряму залежить від рівня забрудненості. Для збільшення строку роботи турбіни використовують очистку (регенерацію) масла. Очистка турбінного масла дозволить зекономити на покупці нового, продовжить термін використання турбіни, зменшить негативний вплив на оточуюче середовище, і багато іншого. Масло, що використовується в турбінному циклі має відповідати встановленим вимогам. Найголовніше серед них є кислотне число. Кислотне число (КЧ) – показник, що характеризує вміст у досліджуваній речовині вільних кислот. Чисельно КЧ виражається як кількість міліграмів гідроксиду калію, що необхідне на нейтралізацію кислот у наважці речовини масою 1 г.

При роботі установок в турбінному маслі розчиняється вода, кисень, домішки и т.д. а також и саме масло може утворювати осад. А результат цього є пришвидшення зносу техніки, з'являються продукти корозії; утворення шламу, провокується знос колодок і вкладишів підшипників та багато іншого[1].

На даний момент існує багато способів очистки масла. Актуальними в теперішній час є фізико-хімічні методи, які забезпечують більш повну очистку у порівнянні з фізичними методами.

До них відносять:

коагуляційний метод, але його найголовніший мінус це утворення шламу після проведення процедури;

адсорбційний метод, але наприклад після контактної очистки утилізація великої кількості адсорбенту, забруднення оточуючого середовища;

іонообмінна очистка (з використанням спеціальних іонообмінних смол) дозволяє видаляти з масла кислотні забруднення , але не забезпечує затримання смолистих речовин [2-4];

селективна очистка масла, з використанням в більшості випадків в якості розчинника фенол чи подібні сполуки, які є дуже токсичний[4].

Спосіб, що пропонується нами, очистки турбінного масла це використання удосконалений сорбент на основі природної глини. Нативна подрібнена глина хімічно модифікується спеціальними компонентами, які отримують з дешевих та доступних реагентів. В результаті чого собівартість низька, а також являється не токсичним і не шкідливий для навколишнього середовища. Отриманий, на основі природної глини, комплексний сорбент випробували на зразках турбінного масла ТП-22, яке має відповідати вимогам до масел згідно експлуатаційної інструкції. Аналізували три зразки масла : вихідне масло, відпрацьоване масло після циклу роботи та від регеноване масло . Дані випробувань наведено в таблиці 1. Випробування проводились в динамічному режимі. Під час випробувань підтримували співвідношення масло сорбент рівне 100:4. Для покращення процесу очистки використовували іоннообмінні смоли типу Purolait A 100Plus змішані з сорбентом у співвідношенні 10: 3

Таблиця 1 Випробування сорбента

Тип масла	ТП-22 вихідне	ТП-22 відпрацьовані	ТП-22 регенеровані	від
Кислотне число мг КОН/г.	0,001	0,21	0.0041	

Допустиме значення кислотного числа масла, яке можна застосовувати, виходить в межах 0.01-0.05 мг КОН/г.

На основі отриманих даних показано що використання комплексного сорбенту для регенерації турбінних масел є ефективним та враховуючи його не високу собівартість (3-4 \$/кг) доцільним.

Література

1. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности гидросистемы трактора терморегулированием рабочей жидкости: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.20.03 / Рылякин Евгений Геннадьевич. – Пенза: ПГСХА, 2007. – 17 с.

2. Шашкин, П. И. Регенерация отработанных нефтяных масел [Текст] / П. И. Шашкин, И. В. Брай. – М.: Химия, 1970. – 301 с

3. Коваленко, В. П. Очистка нефтепродуктов от загрязнений [Текст] / В. П. Коваленко, В. Е. Турчанин. – М.: Недра, 1990. – 160 с.

4. Рылякин Е. Г., Волошин А. И. Очистка и восстановление отработанных масел // Молодой ученый. – 2015. – №1. – С. 92-94. – URL <https://moluch.ru/archive/81/14784/> (дата обращения: 19.09.2018).

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ ЭВТЕКТОИДНО-ПЕРИТЕКТОИДНОГО ТИПА СИСТЕМЫ $Al_2O_3 - SiO_2$

С. М. Логвинков¹, И. А. Остапенко², О. Н. Борисенко¹, Г. С. Попенко¹,
В.Г. Кобзин¹

¹Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця

²ООО «Дружковский огнеупорный завод»

Sergii.Logvinkov@m.hneu.edu.ua

Кремнезем (SiO_2) и глинозем (Al_2O_3) относятся к наиболее распространенным в природе оксидам, слагая основу представительного класса алюмосиликатных минералов и глинистых веществ. Эти оксиды входили в состав первого искусственного материала, когда человек отметил способность глины, используемой для обваловки первобытного костра в качестве защиты от ветра, переходить из пластического состояния в камнеподобное, образуя низкообожженный шамот. Длительная стадия эмпирического познания системы «кремнезем - глинозем» в ходе развития гончарства и описательной минералогии уже давно сменилась и в настоящее время наблюдается интенсивная стадия научных исследований, имеющих фундаментальное значение для современной технологии керамики и геохимии.

Наиболее детально исследуются дискуссионные вопросы стабильности соединений группы силлиманита $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ (далее приняты сокращения в оксидной записи: А – Al_2O_3 , S – SiO_2), характер плавления муллита и его участие в формировании твердых растворов в кремнеземистой и глиноземистой областях диаграммы состояния исследуемой системы. В исследованиях [1 – 8] получено ряд теоретических и экспериментальных результатов, позволяющих с единых позиций рассматривать процессы фазообразования и разрешать наиболее актуальные вопросы о субсолидусном строении системы А–S, являющимся

физико-химической основой создания материалов с заранее заданными свойствами. Актуальным представляется обсудить важнейшие положения о фазовых взаимоотношениях в системе А–S и изменчивость механизмов твердофазных реакций в зависимости от концентрации и температуры взаимодействия.

При термодинамическом анализе твердофазных реакций устанавливалась [1] стабильность муллита (A_3S_2) в комбинации с кремнеземом по отношению к силлиманиту и силлиманита в комбинации с корундом по отношению к муллиту:



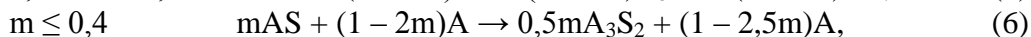
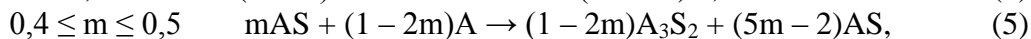
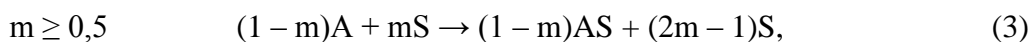
Оказалось, что при нормальном давлении реакция (1) термодинамически возможна в исследованном интервале температур (850 – 1380 К), а развитие реакции (2) в прямом направлении вероятно лишь выше 1187 К. Из этих результатов сделаны три вывода:

1. силлиманит не является высокобарическим соединением, т.к. синтез муллита осуществляется через силлиманит;

2. в глиноземистой области системы А–S возможны два пути синтеза муллита, т.к. муллитизирующими причинами могут выступать недостаток в реагентах кремнезема (или избыток глинозема в продуктах) или недостаток образующегося силлиманита;

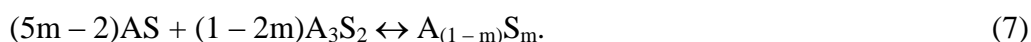
3. при избытке кремнезема в исходной реакционной смеси с глиноземом – непосредственный синтез муллита не характерен.

Запись этих выводов в форме химических реакций безальтернативна и предложена в [2]:

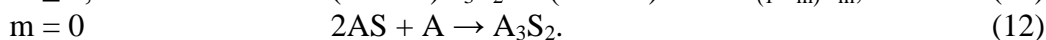
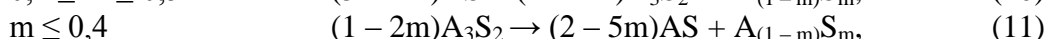
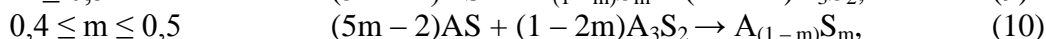
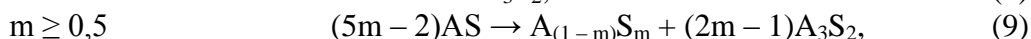
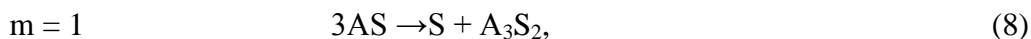


где m – коэффициент стехиометрии исходных оксидов ($0 \leq m \leq 1$).

Ступенчатое изменение механизма взаимодействия (3) – (6) в зависимости от значения m должно учитывать возможность участия твердых растворов, которые экспериментально отмечаются и в кремнеземистой, и в глиноземистой областях системы [9 – 11]. Такая возможность реализуется за счет подвижного равновесия между муллитом, силлиманитом и твердым раствором замещения $A_{(1 - m)}S_m$, предложенного [2] в форме эвтектоидно-перитектоидной реакции:



В специфической реакции (7) коэффициент строго определен параметром нестехиометрии твердого раствора и взаимосвязан с соотношением между муллитом и силлиманитом. В зависимости от значения параметра m и температуры реакция (7) гибко изменяет направленность и механизм взаимодействия, в частности, для характеристических значений m :



Дополнительное ветвление термодинамических путей развития реакций (3) – (6) реализуется из-за участия твердых растворов в определяющей реакции (7). С учетом этого составлена обобщенная схема фазообразования в различных концентрационных интервалах системы А – S, спрогнозировано наличие лабильных концентрационных областей фазового распада твердых растворов в кремнеземистой и глиноземистой областях, формирующих в субсолидусном строении купола, ограниченные спинодалями. Расчетные значения критической концентрации, отвечающие вершине купола: в глиноземистой области $m = 0,5 - 0,1 \cdot \sqrt{5} \approx 0,276$, в кремнеземистой области $m = 0,4 + 0,1 \cdot \sqrt{6} \approx 0,645$ [2, 5, 8], что полностью согласуется с данными других исследователей [13] по значениям критических концентраций, в частности, 64 мол. % SiO₂ в кремнеземистой области. Все особенности химического взаимодействия по реакции (7) проанализированы [2 – 8] и им найдены соответствующие графические элементы на диаграмме состояния системы А–S (рис.1).

В субсолидусной области на рис. присутствуют вертикали составов стабильных соединений – муллита и соединений группы силлиманита. Однако, синтез полиморфных соединений AS возможен только до 914 °С, что является существенным препятствием для твердофазного их синтеза при нормальном давлении и до сих пор многие исследователи полагают кианит, андалузит и силлиманит высокобарическими соединениями. Муллит образуется лишь выше 914 °С благодаря либо фазовому распаду силлиманита в кремнеземистой области, либо спинодальному распаду твердых растворов в глиноземистой области (твердый раствор 3 на рис.). экспериментально факт конкурентности синтеза «муллит или силлиманит» известен очень давно, например, [13], но длительное время не воспринимался материаловедами. В [13] со ссылкой на исследования 1929-30 гг. Дж. Гиксона, Ш. Рэксби и О. Крауза говорится, что в интервале 900 – 1100 °С одновременно происходит монотропное превращение γ-глинозема в α-модификацию, образование силлиманита (выделение 45,95 кал тепла) и муллита.

Муллит в субсолидусной области сосуществует с твердыми растворами различных составов. Со стороны кремнезема образуется треугольной формы область (X на рис.), две стороны которой согласно (7) отвечают твердым растворам с составами: стремящимся от A₃S₂ к AS (состав силлиманита у твердых растворов достигается выше 1100 °С) и противоположного стремления: от AS к A₃S₂ (состав A₃S₂ достигается к 1387 °С). Со стороны глинозема муллит сосуществует с метастабильными твердыми растворами (твердый раствор 3 на рис.) примерно до 1100 °С, затем – с корундом до 1387 °С, а выше этой температуры – с твердыми растворами состав которых согласно (7) пересыщен А по отношению к составу муллита (так называемые прагиты): при 1828 °С достигается состав A₂S, при 1890 °С – состав A₃S.

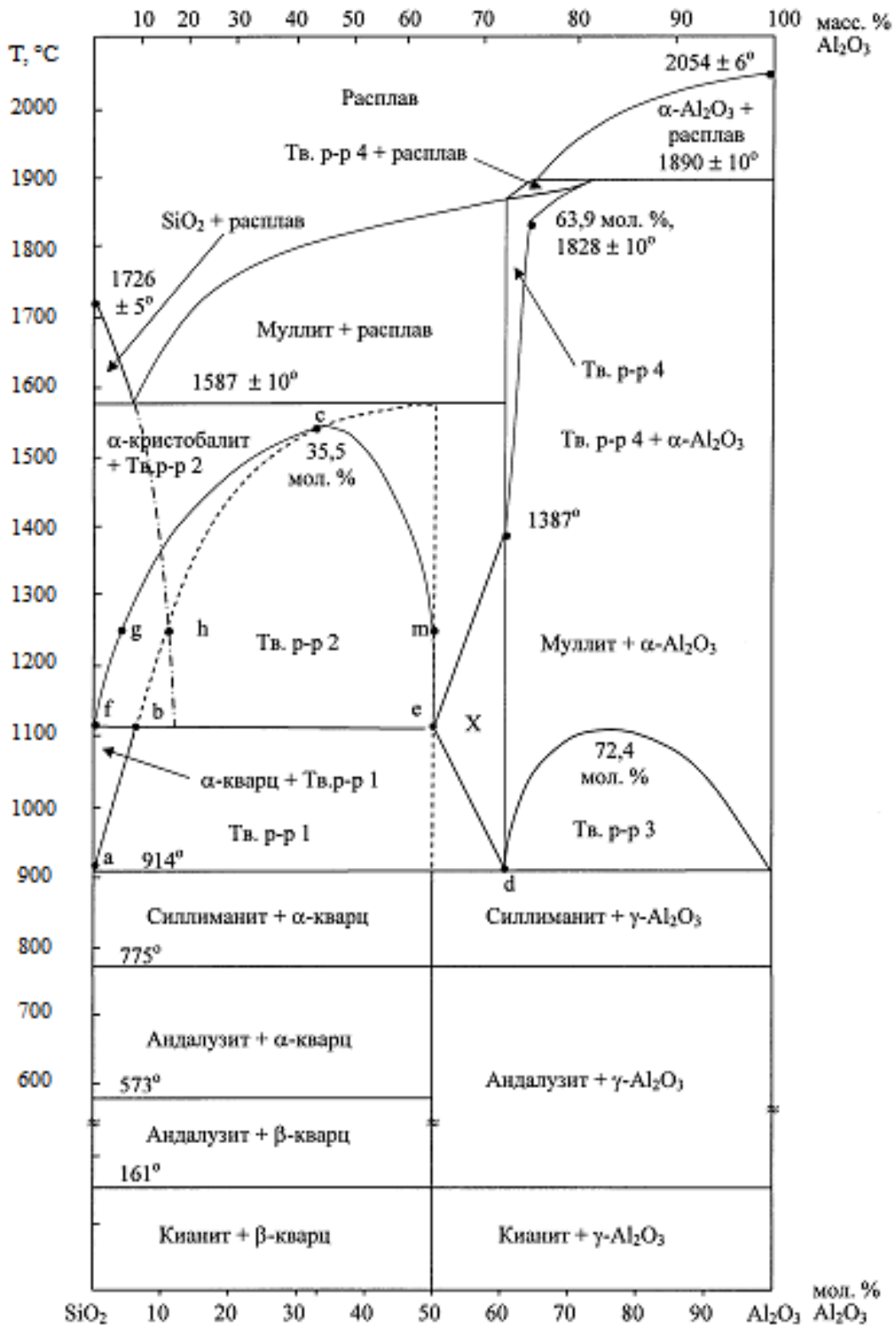


Рис.1 Диаграмма состояния системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$

Характер плавлення стехиометрического муллита конгруэнтный около 1850 °С, однако, со стороны глинозема на диаграмме к вертикали A_3S_2 прилегают твердые растворы перитектического типа (твердый раствор 4 на рис.): перитектика при 1890 °С A_2S . Указанное обстоятельство существенно затрудняет точное экспериментальное измерение температуры плавления муллита и позволяет понять причины распространения составов твердых растворов вплоть до практически чистого корунда. Такие твердые растворы со структурой муллита, но без кремнезема экспериментально зафиксированы [14].

Таким образом, реакция (7) предопределяет все особенности сосуществования фаз в субсолидусной области системы А–S. Всесторонние исследования эвтектоидно-перитектоидных взаимодействий между кремнеземом и глиноземом в настоящее время предстоит выполнить, что послужит мощным стимулом в создании новых керамических материалов, а также предоставит геохимикам фундаментальные результаты для изучения равновесных комбинаций фаз системы А–S при высоких давлениях.

Список литературы

1. Логвинков С.М. термодинамические аспекты фазообразования в системе Al_2O_3 - SiO_2 / С.М. Логвинков, В.В. Макаренко, Н.С. Чопенко, Д.А. Бражник, Г.Д. Семченко, В.Н. Сидоров // Вестник НТУ «ХПИ». – 2003. - № 14. – С. 52 – 55.

2. Логвинков С.М. Особенности твердофазных взаимодействий и субсолидусного строения системы Al_2O_3 - SiO_2 / С.М. Логвинков // Огнеупоры и техническая керамика. – 2005. - № 6. – С. 7 – 15.

3. Логвинков С.М. Моделирование границы муллитовых твердых растворов в высокотемпературной области системы Al_2O_3 - SiO_2 / С.М. Логвинков, Д.А. Бражник, Н.К. Вернигора, В.В. Макаренко, В.П. Шаповалов, Н.С. Цапко // Вісник НТУ «ХП». – 2005. - № 52. – С. 143 – 147.

4. Логвинков С.М. Особенности термодинамической эволюции каолинита и реакционной диффузии при синтезе муллита / С.М. Логвинков, Г.Н. Шабанова, Н.К. Вернигора, В.Н. Шумейко, Н.С. Цапко // Тезисы докладов международной конференции «Мезоскопические явления в твердых телах», 26 февраля – 1 марта 2007. – Донецк: ООО «Цифровая типография». – 2007. – С. 37.

5. Логвинков С.М. Тестирование диаграммы состояния Al_2O_3 - SiO_2 согласно экспериментальным данным термической эволюции каолинита / С.М. Логвинков, Н.К. Вернигора, Г.Н. Шабанова, В.Н. Шумейко, Н.С. Цапко, В.П. Шаповалов // Вісник НТУ «ХП». – 2007. - № 8. – С. 161 – 172.

6. Логвинков С.М. Проблемы неравнозначности условий фазообразования в шамоте / С.М. Логвинков, Н.К. Вернигора, Г.Н. Шабанова, В.Н. Шумейко // Вопросы химии и химической технологии. – Днепропетровск, 2007. - № 1. – С. 34 – 40.

7. Логвинков С.М. Влияние режимов обжига на степень муллитизации огнеупорной глины марки ДН-0 / С.М. Логвинков, Н.К. Вернигора, Г.Н. Шабанова, Н.С. Цапко // Збірник наукових праць ПАТ «УКРНДІ ВОГНЕТРИВІВ ІМ. А. С. БЕРЕЖНОГО». Харків: Каравелла, 2008. – № 108. – С. 180 – 189.

8. Логвинков С.М. Твердофазные реакции обмена в технологии керамики : монография / С.М. Логвинков. – Харьков: Издательство ХНЭУ, 2013. – 248 с.

9. Klug F.J. Alumina-silica phase diagram in the mullite region / F.J. Klug, S. Prochazka, R.H. Doremus // J. Amer. Ceram. Soc. – 1987. – V. 10. – P. 750 – 759.

10. Бережной А.С. Многокомпонентные щелочные оксидные системы / А.С. Бережной. – Киев: Наукова думка, 1988. – 200 с.
11. Pask J.A. Importance of starting materials on reactions and phase equilibria in the Al_2O_3 - SiO_2 system / J.A.Pask // J. European Ceram. Soc. – 1996. – V. 16. – P. 101 – 108.
12. Risbud S.H. Calculated thermodynamic data and metastable immiscibility in the system SiO_2 - Al_2O_3 / S.H. Risbud, J.A.Pask // J. Amer. Ceram. Soc. – 1977. – V. 60, № 9-10. – P. 418 – 424.
13. Огнеупоры: Справочник огнеупорной промышленности / тепловые процессы и установки // Под ред. Г.О. Гросса. – М.-Л.: Гос. изд. строй. лит., 1939. – Т. 2. – 1035 с
14. Duvigneaud P.H. Existence of mullite without silica / P.H. Duvigneaud // J. Amer. Ceram. Soc. – 1974. – V. 5, № 5. – P. 224.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОРИТІВ МЛЯТИНСЬКОГО РОДОВИЩА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДОБРІВ

А. В. Лапінський, Г. В. Кримець

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
andlapinskiy@gmail.com

Українська сировинна база для виробництва фосфорних добрив представлена фосфоритовою і апатитовою сировиною. Переважають саме фосфоритові поклади, які є майже в кожному регіоні. Проте існують фактори, які об'єктивно не дають можливості використовувати фосфоритову сировину для традиційної кислотної переробки у суперфосфати, екстракційну фосфорну кислоту (ЕФК) та добривні сполуки на її основі. Пов'язане це, переважно, з двома чинниками. Економічним фактором є відносно мала потужність пластів у фосфоритових родовищах і тому існує чималий ризик, що видобування таких фосфоритів у віддаленій перспективі може виявитися збитковим. Другий чинник - це природні особливості хімічного та кристалохімічного складу переважної більшості українських фосфоритів. Низький вихідний вміст загальної форми P_2O_5 , суттєвий вміст карбонатних солей (кальциту, доломіту) при поганій здатності до збагачення робить залучення таких фосфоритів у виробництво фосфорних добрив малоперспективним. Адже в кислотних методах переробки фосфатної сировини існує неподолана закономірність – чим нижчий вміст P_2O_5 в вихідній сировині – тим менший вміст P_2O_5 у цільовій продукції (ЕФК та її солі). Тому мінімальний вміст фосфатної складової у збагаченій сировині в сучасних фосфорно-тукових технологіях вважається бажаним на рівні від 24% мас. Українські ж фосфорити при доцільних витратах після збагачення мають вміст P_2O_5 на рівні не вище 16-18% мас. До того ж, далеко не всі розвідані в Україні фосфорити взагалі мають здатність до збагачення. Отже, з одного боку, інтенсивний розвиток аграрного сектору в Україні вимагає проведення сучасних заходів з масової хімізації сільського господарства, в тому числі і виробництва власних хімічних засобів живлення рослин. З другого боку, розвідана українська фосфатна сировинна база не дає широких можливостей повноцінно опиратися на вітчизняні викопні ресурси. Одним з шляхів вирішення цього протиріччя полягає в розробці сучасних альтернативних або ж, навіть, паліативних хімічних технологій

отримання дієвих фосфорних добрив з низькогатурних (позабалансових) фосфоритів.

В теперішній час в Україні промислово, на регулярній основі, видобуваються фосфорити двох копалин: Карпівський (фосфорит-глауконітове родовище на Донбасі, тимчасово недоступне) і Мілятинський в Рівненській області. Мілятинський фосфорит випускається у продаж у двох формах, одна з масовою часткою P_2O_5 1-3%, друга, збагачена, – з масовою часткою P_2O_5 9-12%. В обох формах домінуючим мінералом є кальцит (масова частка не менше 30%). Для обробки сильними кислотами обидві форми не підходять, хоча переробка на суперфосфати за визрівальними технологіями у густих пульпах щодо збагаченого Мілятинського фосфориту може виявитися перспективною.

Не можна однозначно рекомендувати використовувати Мілятинський фосфорит і у нативній формі, себто у вигляді фосфоритового борошна. Сучасні, науково обґрунтовані вимоги потребують, щоб вміст P_2O_5 у фосфоритовому борошні був не меншим від 19% мас. Це не означає, що концентрат Мілятинського фосфориту з вмістом P_2O_5 9-12% можна автоматично вносити у вдвічі більшій нормі до ґрунтів. Адже надлишок кальцію, який вводиться з у кальцитовою складовою не завжди може бути бажаним. Проте Мілятинський фосфорит є перспективним добривом і, водночас, маліорантом.

Значно більш доцільним методом, який нівелює потенційний негативний вплив від наявності кальциту – це обробка фосфоритів сумішшю слабких органічних кислот в умовах густих пульп. Такий технологічний підхід дозволяє, по-перше, уникнути проблем з бурхливим піноутворенням, що має місце при виділенні CO_2 . Більш того, поступове вивільнення діоксиду вуглецю стає бажаним через те, що сприяє додатковому перемішуванню технологічної пульпи. По-друге, хімічної дії слабких органічних кислот (притаманних ґрунтам) достатньо для переводу P_2O_5 з нерозчинної форми у частково водорозчинний стан (лимонорозчинний), у сполуку $CaHPO_4$. В такому трансформованому вигляді Мілятинський фосфорит стає з більш привабливим в агрономічному плані, адже його поживні властивості зростають при збереженні прологнованої дії.

Джерелами слабких органічних кислот в промислових кількостях можуть бути відходи харчових і бродильних виробництв, наприклад молокозаводів, пивних виробництв, виноробних та спиртових виробництв. При використанні слабких органічних кислот безпосередньо, технологія переробки фосфоритів може бути аналогічною виробництву простого суперфосфату, тобто складалася зі стадій змішування фосфоритів з кислотами, визрівання, вловлювання фтор-газів, гранулювання отриманого мінерально-органічного добрива.

Інший метод залучення фосфоритів у переробку - це біовилуговування. В цьому разі фосфорити є частиною середовища, в якому вирощуються мікроорганізми, що виробляють органічні кислоти. Процес обробки так само організується по визрівальній схемі. Варіацією може бути сумісне вермікомпостування фосфоритів із поживними субстратами для вермікультури.

На кафедрі технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» розроблені фізико-хімічні засади для всіх наведених варіантів обробки фосфоритів слабкими органічними кислотами. Фосфорит Мілятинського родовища є одним з найперспективніших через легку здатність до розкриття саме слабкими кислотами.

Окрім того фосфорит Мілятинського родовища достатньо легко піддається гранулюванню разом з органічними речовинами природного походження, наприклад з торфом або пташиним послідом в приступності пластифікаторів сульфату амонію або сульфату калію. Це дає можливість отримувати сімейство ефективних органо-мінеральних добрив з підвищеним вмістом основних поживних елементів (азоту, фосфору, калію) за достатньо спрощеною технологією.

**ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ
АРСЕНОВМІСНИХ ВІДХОДІВ ВОДООЧИЩЕННЯ**

М.І. Літинська, Р.І. Антонюк, Н.М. Толстопалова, І.М. Астрелін

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
m.litynska-2017@kpi.ua

Поверхневі та підземні води багатьох країн (Угорщина, Китай, Іран, Індія, Чилі, Мексика, Аргентина тощо) мають підвищений вміст сполук арсену, що може сягати кількох тисяч мкг/дм³ [1-2]. Не оминула ця проблема і Україну – в районі Рахів-Тисинського розлому концентрація арсену у підземних водах перевищує нормативні 10 мкг/дм³ у кілька сотень разів [3]. Основним джерелом потрапляння арсену у природні води є вимивання його з арсеновмісних порід та мінералів, таких як арсенопірит, аурипігмент, льолінгіт, бедантит та інших [4].

Для стічних вод різноманітних виробництв (переробка сульфідних руд чи руд кольорових металів, виробництво арсеновмісних напівпровідників, харчових добавок, пігментів тощо) характерною є висока концентрація арсену [4-6].

В результаті очищення таких природних та стічних вод одержуються численні арсеновмісні відходи, які умовно можна поділити на дві групи – тверді (осади коагуляції, відпрацьовані адсорбенти) та рідкі (розчини з регенерації іонообмінних смол та сорбентів, концентрати зі зворотного осмосу).

Арсен із рідких відходів можна вилучати за допомогою коагуляції ферумвмісними коагулянтами, переводячи його у тверду фазу і цим зменшуючи об'єм відходів та зменшуючи токсичність відходів (з другого до четвертого класу небезпеки).

Оскільки, очищення за допомогою Fe (III)-вмісних коагулянтів та сорбентів є дуже популярним через переведення арсену у форму практично нерозчинних сполук та можливості досягнення високих ступенів видалення, то результатом є утворення твердих відходів з високим вмістом міцно зв'язаного арсену у вигляді арсенатів феруму [2, 7].

Згідно [7], ферум (III) арсенат має значно нижчу розчинність у лужному середовищі, тобто доцільним є зберігання та використання цих відходів разом зі сполуками, що забезпечують лужну реакцію.

Таким ймовірним компонентом може бути цемент. Для нього є характерними високі значення рН, а вміст арсену в цементі не нормується, оскільки, вважається, що людський організм не контактує безпосередньо з цементом.

Суміш цементу, шламу і спіснюючих добавок можна використовувати для цементування старих відпрацьованих шахт з метою запобігання просідання та провалювання ґрунту

Відходи, що містять арсенати феруму, в незначній кількості можна використовувати у виробництві цементу як джерело заліза для утворення феритної фази.

Також відпрацьовані сорбенти на основі оксидів тривалентного феруму можна використовувати у виробництві тротуарної плитки як добавку до цементу для надання йому приємного абрикосового відтінку [8].

Іншим можливим варіантом утилізації є захисне покриття у суднобудуванні. Відпрацьований шлам внаслідок своєї легкої токсичності запобігає обростанню днищ кораблів, а, оскільки, він має охристе забарвлення, то може використовуватися і в якості фарби. Недоліком є можливе забруднення океанічної акваторії арсеном та сполуками заліза.

Також можливою є переробка цих шламів у арсенат або елементний арсен. Відпрацьований сорбент в кислому середовищі розчиняється в присутності сильного відновника – свіжоодержаного водню. Відбувається відновлення до арсину AsH_3 . Газова фаза очищається пропусканням через фільтр з гідроксидом натрію та ацетатом свинцю. В результаті відповідних реакцій арсен перетворюється в цільову речовину. Перевагою методу є можливість подальшого використання одержаного арсену або арсенату натрію в інших галузях промисловості. Залишковий залізовмісний розчин після часткової нейтралізації може використовуватись в якості коагулянту при очищенні стічних вод. Недоліком даного методу утилізації є робота з сильнотоксичним газом AsH_3 та дещо високі економічні затрати.

Також осади водоочищення можливо використовувати в процесах очищення промислових стоків: тим самим покращуються седиментаційні властивості осадів коагуляції, досягається більш повне вилучення цінних інгредієнтів зі стічних вод, підвищується зневоднення і скорочується витрата коагулянтів.

Список літературних джерел

1. Matschullat, J. Arsenic in the geosphere - a review / J. Matschullat // *Sci. Total Environ.* - 249(1-3). - 2000. – P. 297-312.

2. Litynska, M. Powder iron-containing adsorbents for arsenic removal: influence of heating / M. Litynska, R. Antoniuk, N. Tolstopalova, I. Astrelin // *Process Eng. J.* – 2017. – №1(2). – P. 68-72.

3. Папарига, П.С. Геохімічна специфіка підземних вод у зоні впливу Рахівсько-Тисенського глибинного розлому в межах населених пунктів Свидовецького та Мармароського масивів Карпатського біосферного заповідника. Природа Західного Полісся та прилеглих територій. Розділ I. Географія, 2012, №9, С. 30-35.

4. Litynska, M., Tolstopalova, N., Astrelin, I. Ways of Arsenic Compounds Getting into Natural Waters / M. Litynska, N. Tolstopalova, I. Astrelin // *Environmental Science and Engineering.* – 2017. - 3(1). - P. 50-60. Doi: 10.15341/mese(2333-2581)/01.03.2017/007.

5. Removal of arsenic from water streams: an overview of available techniques / M. Voklavikova, G. P. Gallios, S. Hredzak, S. Jakabsky. // *Clean Technol. Policy.* – 2008. – №10. – P. 89–95.

6. Літинська, М. І. Забруднення природних вод арсеновмісними сполуками: Причини та можливі способи вирішення проблеми / М. І. Літинська, І. М. Астрелін, Н. М. Толстопалова. // *Вода та водоочисні технології.* – 2016. – С.13-22.

7. Litynska, M., Tolstopalova, N. and Astrelin, I. Neutralization of arsenic pollutants, contained in natural waters: The theoretical analysis of solubility of some arsenates and optimization of the processes // J. Water Environ. Nanotechnol.. – 2017. - 2(1). - P. 1-8. DOI:10.7508/jwent.2017.01.001.

8. Тараненкова, В.В. Использование отходов химических производств для получения цветных строительных растворов / Збірка тез доповідей II Всеукраїнської науково-практичної конференції з хімії та хімічної технології студентів, аспірантів та молодих вчених – 2007. – 178 с.

SOLVENT SUBLATION OF ACTIVE BRILLIANT BLUE FROM WATER

T.I. Obushenko, N.M. Tolstopalova, O.S. Naumenko

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
tio1963@gmail.com

There are different methods of wastewater treatment that provide either elimination or destruction of dyes such as: chemical processes (the use of Fentons reagent, ozonation, photocatalytic decolourization, electrochemical destruction), physical treatments (adsorption, membrane filtration, ion exchange, electrokinetic coagulation, etc.) and microbiological decomposition [1]. However all these techniques are often too expensive for applying, ineffective or produce much sludge. Therefore the search for more effective, inexpensive and low-waste method for dyes remediation from water still remains actual. In this case, solvent sublation is a good alternative [2-3]. In this special adsorptive bubble separation non-foaming technique some organic solvent is placed on the top of aqueous phase and is used to collect the sublimate adsorbed on the bubble surfaces of an ascending gas stream. This method with its advantages of simultaneous separation and concentration has recently attracted much attention in many fields. Based on the previous reports and recent researches the following advantageous of solvent sublation can be outlined: 1) high separation efficiency; 2) high concentration coefficient; 3) low dosage of organic solvent; 4) soft separation process; 5) simple operation and equipment. Moreover, this technique provides the possibility of the further dye recovery after its elimination [4-11].

The removal of active brilliant blue (ABB), an anionic dye from aqueous solution by solvent sublation was studied. ABB can cause some environmental problems, the search of a simple and effective removal method is necessary. In this work the efficiencies of solvent sublation with some conventional separation methods were compared.

The solvent sublation process took place in glass column. It was 50 cm in length with an initial diameter of 3,5 cm and had 2 access ports. The gas bubbles were generated in a Schott filter with porosity of 100 μm . Compressed nitrogen was supplied by the gas cylinder and moved through the humidifier and the filter to the bottom of the solvent sublation column. Gas rate was measured by flow meter. To obtain dye concentration in the aqueous phase, the sample solution was withdrawn from the top access port for analysis. Reagent-grade hexadecylpyridinium bromide (HPB) was used as a collector without further purification. Reagent grade ABB and the other reagents were all analytical grade. For the solvent sublation running, HPB was added to the sample solution (250 cm^3) to form the dye-surfactant complex; the solution contained 10 mg/dm^3 ABB and was poured into the sublation column; 5 cm^3 of octanol was added immediately; then the timer was started and the samples of aqueous solution were taken for analysis at specified times. The pH of the solution was measured with a pH-meter

Portlab 102. UV-visible spectra of the sample solutions were measured with a scanning spectrophotometer Portlab 501. Parameters, which affect the solvent sublation process can be classified as those, that affect the aqueous and organic solutions and those, which are operational factors. Parameters of the first group are: aqueous phase composition (pH, ionic strength, presence of various species), organic phase composition (organic solvent: type and volume). The operational parameters are: gas flow rate, temperature, process duration. PH of the aqueous solution is a very important factor because it determines the presence of ionic species, which are involved in solvent sublation process. Such processes as hydrolysis, complex formation and precipitation of insoluble substances are governed by pH values of aqueous solutions. The presence of surfactant is also very important factor for solvent sublation because usually it makes extracted ion-pairs more hydrophobic. In addition, surfactants tend to reduce the surface tension of aqueous solution and decrease the size of bubbles generated in the sparger. Hexadecyl-pyridinium-bromide was used as the surfactant in all cases because it showed high efficiency in the process of ABB removal by solvent sublation during previous researches. It's known, the higher sublimate solubility in organic layer is the bigger efficiency of dye removal is obtained (Fig.1). In this research different organic compounds were investigated to find out the proper one.

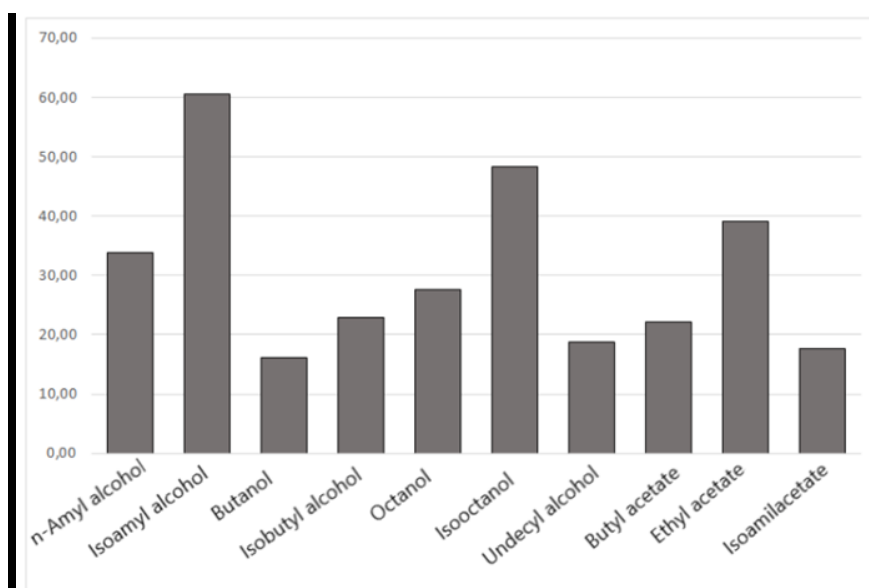


Fig. 1. The variation of ABB removal efficiency in dependence of the organic solvent type.

In the solvent sublation system, isopentanol was chosen as the organic solvent, which has a high solubility of the ABB – HPB, immiscible to the aqueous phase, low-aqueous-organic solvent interfacial tension, nontoxic, and nonvolatile.

Therefore in this study the experiment was conducted under the maximum permitted gas flow rate condition ($40 \text{ sm}^3/\text{h}$). At higher gas flow rates, the oil-water interface can be drastically disrupted and some drops of the top organic layer can return back to solution.

Dye concentration in the aqueous phase was measured every 2 minute for 30 minutes. As graph shows (Fig. 2) the optimum process duration was equal to 20 minutes with 97 % ABB removal accordingly.

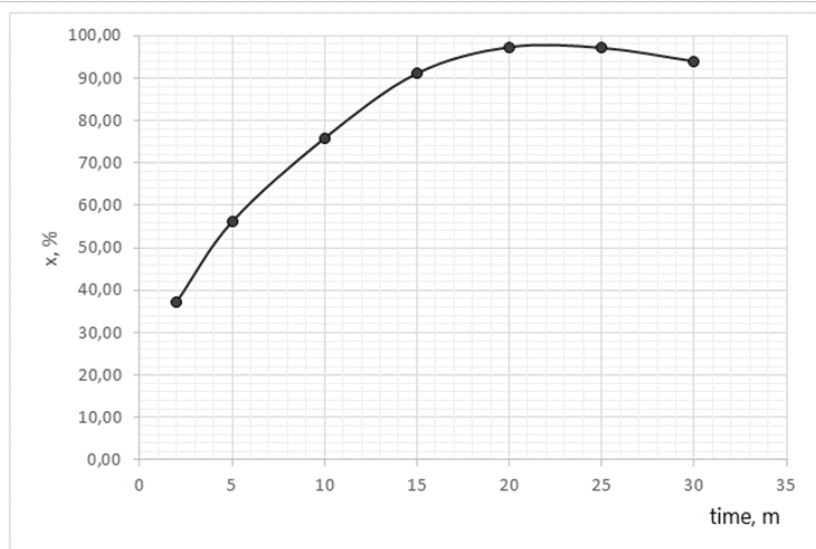


Fig. 2. The variation of ABB removal efficiency in dependence of the elapsed time.

A series of experiments were carried out using solutions at pH with different HPB to ABB molar ratios while keeping the airflow rate at $40 \text{ cm}^3/\text{min}$. The effect of concentration HPB on the solvent sublation of ABB is shown in Fig.3.

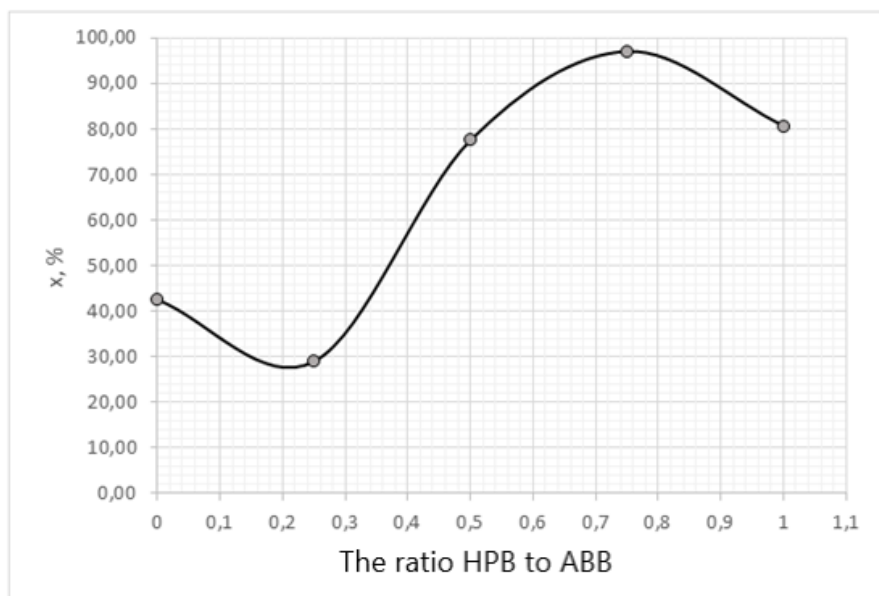


Fig. 3. The dependence of ABB removal efficiency on the molar ratio of HPB to ABB.

When the ratio HPB to ABB increase from 0,25 to 0,5 we can see an increase in the degree of water purification, but the values are not maximal, which is explained by the lack of surfactant for the formation of a sublat.

The maximum withdrawal rate is reached when the ratio HPB to ABB is 1:0,75.

With a further increase in the ratio, we can see the decrease of removal degree of the dye, because it begins to remove a surfactants but not a sublat into the organic phase. The effect of pH on the removal of ABB – HPB in the process of solvent sublation is shown in Fig. 4.

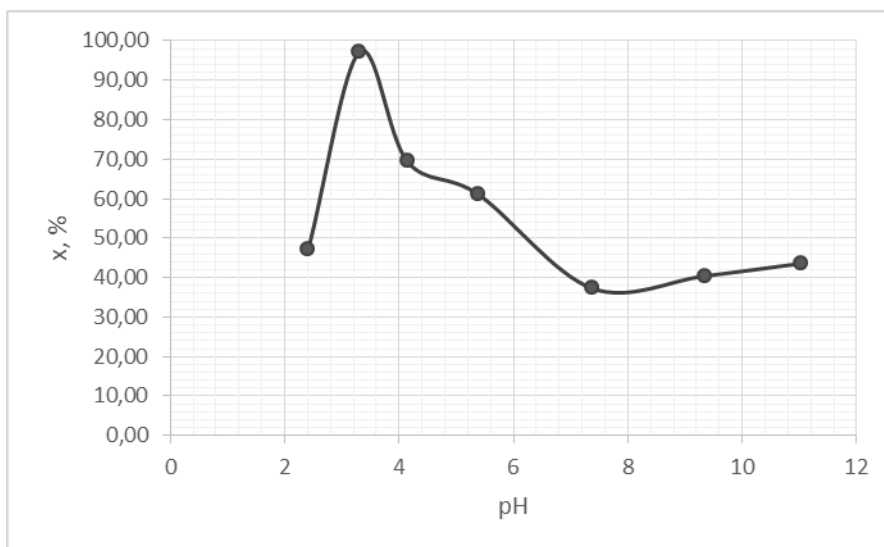


Fig. 4. Effect of pH on solvent sublation.

A clear maximum is observed at pH 3-3,5. This can be explained by the formation of a different form of dye. It has more hydrophobic properties that facilitates removal.

To sum up, within this report contemporary state of water pollution problem, caused by synthetic dyes was analysed, covering the main methods that are typically used for dyes decomposition and remediation. Solvent sublation was proposed as an effective alternative. The main principles of Active brilliant blue carmine removal from water by solvent sublation were investigated. The following major parameters and their influence on Active brilliant blue removal from water were researched in detail: type and volume of organic solvent, the molar ratio of surfactant to dye, pH. The highest dye removal was obtained in the case of isopentanol used as the solvent. The initial dye concentration was 10 mg/dm^3 .

It was found that the process should be conducted under such conditions: the pH 3–3,5, solvent – isopentanol, molar ratio dye:surfactant – 1:0,75, process duration – 20 min. The recovery efficiency was $97,2 \pm 0,18 \%$. The solvent sublation process followed first order kinetics. A characteristic parameter, apparent activation energy of attachment of the sublimate to babbles, was determined.

Attained results can be used in further studies.

References

1. Нестерова Л. А., Сарибеков Г. С. Эффективность использования оборотных систем водопотребления на текстильных предприятиях // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – Т.4. – № 8 (46). – С. 25 - 28.
2. Bi P., Dong H., Dong J., Huang S. D. The recent progress of solvent sublation // Journal of Chromatography A. – 2010. – Vol. 1217. – P. 2716 - 2725.
3. Астрелін, І. М., Обушенко Т. І., Толстопалова Н. М., Таргонська О. О. Теоретичні засади та практичне застосування флотоекстракції: огляд // Вода і водоочисні технології. – 2013. – № 3. – С. 3 - 23.
4. Обушенко Т.И., Астрелин И.М., Толстопалова Н.М., Костоглод О.Б. Флотоекстракційне видалення барвників із стічних вод. Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/14 (56). – С. 68 - 72.
5. Обушенко Т.И., Толстопалова Н.М., Астрелин И.М. Видалення синтетичних барвників зі стічних вод. //Science Rise.– 2016. – Т. 5.– № 2 (22). – С. 47 - 53.

6. Obushenko T.I., Tolstopalova N.M., Kulesha O.A., Astrelin I. Remediation of anionic dye (Bromphenol blue) from aqueous solutions by solvent sublation. //Naukovi visti NTUU "KPI", випуск Problemi himii ta himichnoi tehnologii. – 2015. – № 2. – P. 125 - 133.

7. Галась М. А., Обушенко Т. І., Толстопалова Н. М. Флотоекстракція аніонних барвників. Активний яскраво-червоний// Молодий вчений. – 2017. – №5. – С. 10 - 12.

8. Obushenko T., Tolstopalova N., Nesterchuk O. Solvent sublation of indigo carmine from water // International scientific journal "Internauka". – 2018. – №11. – С. 94 - 97.

9. Obushenko T., Tolstopalova N., Baranuk N. The solvent sublation of bromocresol green from waters solutions//Технологический аудит и резервы производства. – 2018. – № 2/3 (40). – С. 48 -53.

10. Обушенко Т. І., Толстопалова Н. М., Галась М. А. Флотоекстракція барвника метилового фіолетового з водних розчинів // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". – 2018. – №8. – С. 144 - 146.

11. Обушенко Т.І., Толстопалова Н.М., Галась М.А. Флотоекстракція барвника бромкрезолового зеленого з водних розчинів// Матеріали III Всеукраїнської науково-методичної конференції Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи (м. Шостка 19 квітня 2018р.). – 2018.– С.25 - 26.

FUNCTIONALIZED ACTIVE CARBON FOR INDUSTRIAL OIL REGENERATION

S Nagaevskaya., G.B. Krymets, I.M. Ivanenko

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",

irinaivanenko@hotmail.com; krimets@xtf.kpi.ua

Activated carbons (AC) are well-known conventional adsorbents with many applications due to their hydrophobicity, surface functionality, pore structure, and high surface area. Different functional groups can be generated on the surfaces of AC by treatment with acids and bases or by oxidation/reduction reactions. Consequently, AC, are suitable adsorbents for the removal of hazardous contaminants from fuel (sulfur- or nitrogen-containing compounds) or water (e.g., aromatic compounds, drugs, and pesticides) [1,2].

Oxidation and nitration are well-developed methods to create acidic or basic (oxygen and nitrogen containing) functional groups on the AC surface. Oxidized and nitrogen-containing carbonaceous materials are suitable adsorbents for fuel improvement (adsorptive desulfurization and denitrogenation) and water purification due to their surface functional groups [1,2].

Oxidized and nitrified AC are promising adsorbents because of its efficiency for fuel regeneration, easy preparation, low cost, and reusability. Several acidic groups (carboxylic, phenolic, and lactone) can be produced by the simple oxidation of commercial AC, as well as amine groups by nitration of AC, and these functional groups may be favorable interaction sites for the adsorbate [1,2].

The purpose of the presented work was the selection of the processing method of active carbon to improve its efficiency in the process of industrial waste oil regeneration.

For this purpose, two samples were obtained on the basis of the initial Norit active carbon, nitrogen adsorption-desorption isotherms and pore size distributions of which are presented in Fig. 1.

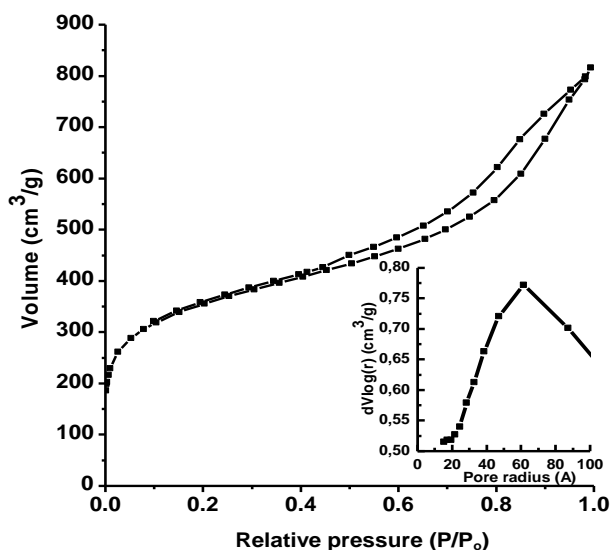


Fig. 1. Nitrogen adsorption-desorption isotherms and pore size distributions of initial Norit active carbon

The first sample was treated with nitric acid (1:1 with water) by boiling for 2 hours, and then washed with bidistilled water to neutral reaction. The second one was autoclaved with urea at a temperature of 350 °C for 1 hour. The resulting samples were placed in a glass column through which the pump pressed the studied waste industrial oil. The acidity of the regenerated oil was determined by titration with sodium hydroxide at the beginning and at the end of adsorption. The degree of regeneration of industrial waste oil in both cases exceeded 50 %, but did not reach full. Therefore, the continuation of this work will be the development of new methods of modification of active coal surface in order to increase its efficiency in the process of oil regeneration to 100 %.

References

1. Bhadra B.N., Seo P.W., Jung S.H. Adsorption of diclofenac sodium from water using oxidized activated carbon / Chem. Engin. J., 2016. – Vol. 301. – P. 27-34.
2. Zhang X, Lin Q, Luo S, Ruan K, Peng K. Preparation of novel oxidized mesoporous carbon with excellent adsorption performance for removal of malachite green and lead ion / Appl. Surf. Scie., 2018. – Vol. 442. – P. 322-331.

СЕКЦІЯ 3
Енергозбереження та
альтернативні палива

SECTION 3
Energy efficiency
and alternative fuels

ИНТЕГРАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ

Ю.А. Селихов, В.А. Коцаренко, М.А. Гаевой

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», Харьков
syua2016@ukr.net

Химическая промышленность и разные ее отрасли являются одним из наибольших потребителей разнообразных природных ресурсов, отходы этой отрасли также загрязняют окружающую природную среду. Обеспечить рациональное потребление ресурсов и сократить вредное экологическое воздействие химических производств можно только на основе всестороннего анализа и оптимизации всех составляющих химико-технологической системы (ХТС), с полным интегрированным учетом их взаимного влияния в структуру производственного процесса [1].

Основой синтеза высокоэффективных ХТС является не только создание оптимальной сети теплообменных аппаратов, но и сами теплообменные аппараты должны отвечать жестким требованиям: работа с минимальной разницей температур теплоносителей и высокий коэффициент теплопередачи; высокая стойкость к образованию отложений и загрязнениям, что позволяет работать без необходимости частых остановок на промывку и техническое обслуживание; требуют намного меньше производственной площади для размещения, монтажа и обслуживания.

Анализ последних исследований и публикаций. Количество тепла, направляющееся на ректификацию жидких смесей, весьма большое, причем наибольшая часть его идет на повторное испарение флегмы, возвращаемой в колонну. Остальное количество тепла идет на часть дистиллята и кубового остатка, которые отводятся из системы. Это количество тепла в значительной степени может быть регенерировано путем использования его в пределах установки самой ректификации - на нагревание начальной жидкой смеси до температуры кипения.

Наибольший эффект по экономии тепла может быть достигнут путем использования теплоты пара, которая идет из колонны. Более того, используя теплоту пара, мы одновременно экономим значительное количество воды, которая идет на конденсацию пара в дефлегматоре и конденсаторе - холодильнике при нормальной работе установки ректификации. Использование этого пара за пределами установки ректификации чаще всего оказывается невозможным из-за невыгодности транспортировки насыщенного пара на большое расстояние. По этой причине представляется целесообразным в ряде случаев применить принцип теплового насоса, то есть, повысить давление пара с помощью компрессора и направить его как теплоноситель в дистилляционный куб аппарата ректификации. За счет теплоты конденсации этого пара, будет испаряться необходимое для процесса количество кубовой жидкости, а полученный конденсат - после отбора расчетного количества готового дистиллята - может быть направлен на верхнюю тарелку колонны как флегма.

Таким образом, снижение: мощности горячих и холодных утилит; расходов греющего пара и охлаждающей воды; металлоемкости установки; затрат на оборудование - являются актуальными задачами.

Предлагается разработанная новая схема процесса ректификации смеси ацетон-вода, позволяющая снизить: расходы греющего пара и охлаждающей воды; мощность горячих и холодных утилит; металлоемкость схемы; затраты на оборудование.

Анализируя работу технологической схемы до реконструкции, мы увидели, что подогрев начальной смеси осуществляется за счет водяного насыщенного пара до температуры $t_F=67^\circ\text{C}$, одновременно с этим кубовый остаток от температуры $t_P=99^\circ\text{C}$ и дистиллят от $t_D=58^\circ\text{C}$ охлаждаются в специальных холодильниках до температуры $t_K=30^\circ\text{C}$. Таким образом, тепловую энергию дистиллята и кубового остатка можно использовать для подогрева начальной смеси, тем самым, сократить расходы греющего пара и охлаждающей воды.

По результатам аудита работы схемы процесса ректификации были рассчитаны материальный и тепловой балансы, определены значения материальных и тепловых потоков исходной смеси, дистиллята и кубового остатка. Эти потоковые данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Потоковые данные технологической схемы

№ потока	Наименование потока	Тип потока	G, кг/с	$T_s, ^\circ\text{C}$	$T_T, ^\circ\text{C}$	$\Delta H=Q,$ кВт
1	P	горячий	0,89	58	30	58,81
2	W	горячий	2,0602	99	30	528,38
3	F	холодный	2,916	17	67	545,6

Согласно анализа, рациональная обвязка многих систем теплообмена может сильно повысить интенсивность их работы. Блоки теплообмена установок ректификации из-за большого количества теплоносителей представляют собой наиболее сложные системы, именно поэтому теплообмен для них играет важную роль. Для оптимизации существующих систем теплообмена действующих установок и объединения теплообменных блоков проектирующихся установок наиболее подходящим является метод пинч-анализа [2]. Пинч-анализ основан на принципе термодинамического анализа системы технологических потоков, а для экономической оптимизации использует немонотонную зависимость общей годовой стоимости эксплуатации проекта от самого маленького температурного напора на теплообменном оборудовании.

Поэтому, на наш взгляд, актуальной является концепция поиска оптимальных путей передачи теплоты от технологических потоков, которые необходимо охладить (горячие потоки), потокам, которые необходимо нагреть (холодные потоки) [3]. Для такой теплоэнергетической системы процесса ректификации нами спроектирована новая технологическая схема с применением пинч-анализа. Одновременно с этим срок окупаемости такой теплоэнергетической системы должен быть соизмерим с гарантийным сроком их эксплуатации. Использование пинч-анализа позволяет добиться существенной финансовой экономии внешних энергоносителей, как для подвода, так и для отвода энергии, путем рекуперации теплоты в рамках энерготехнологической схемы [4]. Традиционно в теплообменной сети ректификационной установки используют кожухотрубные

теплообменные аппараты. В последние годы наметилась тенденция замены кожухотрубных теплообменных аппаратов на пластинчатые теплообменные аппараты. Такая замена обусловлена тем, что пластинчатые теплообменники имеют меньшую металлоемкость, меньшие габариты и вес. Коэффициенты теплопередачи у них в 2-3 раза больше, чем у кожухотрубных, а термическое сопротивление загрязнению значительно ниже (до 10 раз). Расчет теплообменных аппаратов был проведен в пакете CAS 200.

Известные значения: целевой температуры, температуры подачи и величины тепловых нагрузок на потоки, позволяют представить их на температурно-энтальпийной диаграмме.

После проведения оптимизации методом пинч-анализа существующей схемы было предложено заменить кожухотрубные теплообменники на пластинчатые, провести рекуперацию тепла между исходной смесью и продуктами колонны [5].

Создание рекуперативной системы установки ректификации по предлагаемой схеме позволит снизить мощность горячих и холодных утилит, потребляемых процессом.

Сравнение энергетических характеристик существующей и предлагаемой в проекте реконструкции теплообменных сетей технологической системы ректификации представлено в таблице 2.

Таблица 2 Сравнение энергетических характеристик

Технологическая схема	Горячие утилиты Q_{Hmin} , кВт	Холодные утилиты Q_{Cmin} , кВт	Расход пара, G_{a1} , кг/с	Расход воды, G_a , кг/с
До реконструкции	528,5	603,9	0,243	7,21
После реконструкции	4,6	80	0,00212	0,95

Чтобы определить энергосберегающий потенциал рассматриваемого процесса, было найдено оптимальное значение минимальной разницы температур. Для этого были использованы ранее полученные измерения и проведена оценка коэффициентов теплоотдачи для каждого технологического процесса.

Для оптимальной интеграции процесса, было необходимо выяснить наиболее важные экономические значения. Стоимость горячих утилит, использованных в процессе, была взята равной 162 долл. США за 1 кВт в год, с учетом того, что в году 8000 рабочих часов. Стоимость холодных - взята на порядок меньше – 16,2 долл. США за 1 кВт в год.

Используя цены на теплообменное оборудование, полученные от его изготовителей, еще до выполнения проекта реконструкции были оценены необходимые капиталовложения и срок их окупаемости.

Капитальная стоимость одного теплообменного аппарата определяется выражением:

$$\text{Кап. стоимость} = A_0 + B_0 (S)^c,$$

где $A_0 = 5000$ дол. США – стоимость установки одного теплообменного аппарата (для пластинчатых теплообменных аппаратов); B_0 - коэффициент, эквивалентный стоимости 1 м² площади теплообмена, для кожухотрубчатых теплообменных аппаратов $B_0 = 500$, для пластинчатых $B_0 = 800$; S – площадь

поверхности теплообмена теплообменного аппарата; c – коэффициент, который отображает нелинейную зависимость стоимости теплообменника от величины его поверхности теплообмена. Также считается, что для выполнения проекта предприниматели берут в банке кредит сроком на 10 лет с 15% кредитной ставкой.

Данные значения c с помощью составных кривых позволили построить диаграммы для определения величины ΔT_{\min} , которое составляет 5°C . Далее, используя основные принципы пинч-проектирования теплообменных систем, при $\Delta T_{\min} = 5^\circ\text{C}$ были пересчитаны количества теплоты, которые требуются процессу.

Выводы

1. Удалось снизить мощность горячих и холодных утилит до 4.6 кВт и 80 кВт соответственно.
2. Были снижены расходы греющего пара и охлаждающей воды до 0,00212 кг/с и 0.95 кг/с
3. Была спроектирована новая схема процесса ректификации.
4. Данный вариант позволяет максимально использовать количество тепла, которое содержится в потоках и практически не использовать внешних утилит.
5. Уменьшается металлоемкость установки ректификации.

Список литературных источников

1. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. – М.: Химия, 1981. – 352 с.
2. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и основы конструирования. – М.: Химия, 1978. – 280 с.
3. Мешалкин В.П., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы теории ресурсосберегающих интегрированных химико-технологических систем. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. – 412 с.
4. Linnhoff B., Townsend D.W., Boland D., Hewitt G.F., Thomas B.E.A., Guy A.R., Harsland R.H., User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy.- Rugby.: IChem E. 1982 last edition 1994. P. 247.
5. Демирский А.В., Хавин Г.Л. Применение пластинчатых теплообменных аппаратов в брагоректификационных установках / Интегровані технології та енергозбереження // Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ "ХПИ", 2005, №2. – С.115-121.

HIGHLY FILLED COMPOSITIONS ON THE BASIS OF OLIGOMERIC RUBBER SKD-GTR Surovtsev A.B.¹, Gritsay T.Yu.¹, Kuzmenko N.Ya.²

¹ Oles Gonchar Dnipro National University

²Ukrainian State University of Chemical Technology
absurov55@gmail.com

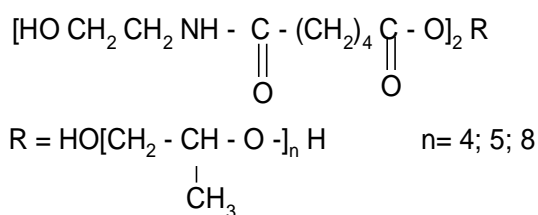
Currently, a promising area of technology development is relevant, based on the development and application of paste fuels, which have a number of significant advantages compared to traditional solid and liquid fuels, the main of which is the possibility of a wide variation in the content of components in the compositions; higher burning rate (up to 10 times) compared with solid fuels; that provides the possibility of implementing the design of the engine with a charge of face burning and obtaining close to one unit volumetric filling coefficient of the chamber due to the lack of requirements on the strength of the charge; high density in comparison with liquid fuel; the ability to

create charges of all shapes and sizes; reduced time cycle of manufacturing the charge of the paste fuel and the absence of forming tooling; simple and safe recycling of the engine after the expiration of their storage or operation [1].

Considered highly filled (70-80 wt. %) polymer compositions based on oligomeric rubber SKD-GTR and highly dispersed filler potassium chloride - as a model compound instead of the real oxidant ammonium perchlorate.

As a surfactant in the studied compositions was used oligomeric polypropylene glycol with a molecular weight of 1000, discussed earlier in [2].

The effect on the rheological properties of these pasty compositions of the introduction of up to 2 wt. % additives oligomeric products of general formula:



Additives were added to the mass of the composition during the mixing process or by pre-coating the surface with a dispersed filler as was shown in [3].

The filler was previously prepared as follows: drying to remove moisture at 130 °C to constant weight; impact grinding in a mixer, followed by fractionation on sieves. To prepare a sample of the filler, fractions with a particle size of 100 microns and less than 45 microns in a mass ratio of 1 : 1 were used.

The work investigated the dependence of the viscosity of the studied compositions on the shear stress in the temperature range of 20–50 °C for a shear stress from 1 to 30 kPa. Experimental data were obtained on a "REOTEST" rotational viscometer with a cone-plane working device designed to measure the viscosity of highly viscous liquids.

The significant effect of the considered series of additives on the reduction of the viscosity of the studied compositions and the possibility of increasing their degree of filling are shown.

Some energy and physico-chemical characteristics were calculated: oxygen balance, heat of combustion, volume of combustion products, density of compositions, volume degree of filling, activation energy of viscous flow for compositions that may be of interest from the point of view of creating paste fuels.

Considered as modifying additives highly filled compositions of oligomeric rubber SKD-GTR derivatives based on oligomeric polypropylene glycols of different molecular weights, containing ether and amide groups, effectively affect the viscosity of these pasty systems.

It is shown that reducing the length of the polypropylene glycol fragment in the oligomeric molecule more effectively affects the decrease in viscosity of the pasty system.

The most effective conditions for modifying the pasty compositions are determined from the point of view of the method of introduction of the additive, its chemical nature and content.

It is shown that due to the use of an effective surfactant and surface modification of the filler by oligomeric polypropylene glycol derivatives with ester and amide groups in the chain, the viscosity of the paste-like compositions studied is reduced 1.5 times, which suggests that such systems can be obtained with a degree of filling in excess of

80 wt. %, satisfying the rheological, energy and physico-chemical requirements for paste-like fuels.

The data obtained can be used in the development of real paste-like fuel compositions.

References:

1.Иванченко, А.Н. Состояние разработки дросселируемых ракетных двигательных установок на унитарном пастообразном топливе / А.Н. Иванченко, С.Г. Бондаренко // Проблемы высокотемпературной техники. – Д.: РИО ДНУ, 2007. – С. 40–50.

2.Третьяков К.О. Залежність реологічних характеристик пастоподібного ракетного палива від дисперсності наповнювача, концентрації наповнювача та ПАР / К.О. Третьяков, О.В. Потупа, С.Г. Огинський, О.Ф. Курочкин, О.Б. Суровцев // Вопросы химии и химической технологии. - Д.: УДХТУ. - 2006. №3. - С. 158 - 163.

3.Суровцев А.Б. Влияние поверхностной модификации наполнителя на реологические свойства пастообразных композиций / А.Б. Суровцев, А.Г. Пайос. - II Междунар. научно-практ. конф. "Хим. технология: наука, экономика и производство". - г. Шостка, 2014, С. 121.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ МИЙНИХ ЗАСОБІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Г.М. Прокоф'єва, Т.В. Сударушкіна

Національний технічний університет

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

nellystrizhak@ukr.net

Рациональне використання топливно-паливно-енергетичних сировинних ресурсів, яке пов'язане з одночасним рішенням екологічних питань, відноситься до глобальних проблем розвитку сучасних технологій в базових галузях промисловості. В вирішенні цих задач головна роль належить збільшенню коефіцієнтів використання обладнання, застосування безвідходних та маловідходних виробництв, особливо оснащених компресорною технікою

Підвищити енергоекологічну ефективність в енергетиці можливо за рахунок: використання природоохоронних заходів та застосування заходів, що до енергозбереження; застосування екологічного моніторингу; стимулювання розвитку наукових досліджень і практичного використання новітніх наукових досягнень і науково-технічних розробок [1-3].

Активізація цих процесів може виводити із ладу газотурбінне обладнання (ГТО) та різко знижувати потужність газових магістралей. При цьому основною причиною є аерозольне забруднення лопаток компресорів та газових турбін, що призводить до їх руйнування.

Мета роботи полягає у розробці ефективних технічних мийних засобів на основі полімерних неіоногенних поверхнево-активних речовин поліфункційної дії.

Нами розглянута можливість заміни жорстких ПАР типу ОП-7, ОП10 неіоногенними ПАР. При цьому представляло інтерес вивчення комплексоутворення як одного із можливих шляхів ініціювання хімічного розпаду відкладень на елементах компресорної техніки та іншого технологічного обладнання [4].

С цією метою різними фізико-хімічними методами (спектрофотометричним, ІЧ-спектроскопічним, електронно-парамагнітним резонансом, методом електрохімічного поляризаційного опору, рН-метрії, препаративного виділення) досліджено процес комплексоутворення в системах залізо (III)- ПАР. Залізо (III) відноситься до головних компонентів забруднень, який характеризується комплексоутворюючими властивостями [5,6].

Спектрофотометричні дослідження залежності світлопоглинання від довжини хвилі вказують на утворення в системах залізо (III)- ПАР безкольорових комплексних сполук, які характеризуються однією розмитою смугою світло поглинання в інтервалі довжини хвиль 250-400 нм.

З метою встановлення оптимальних умов комплексоутворення вивчено вплив концентрації ПАР та кислотно-основних властивостей середовища на повноту зв'язування залізо (III) в комплексні сполуки. Розрахунково графічним способом для залежностей світлопоглинання від вмісту досліджених ПАР встановлено склади комплексних сполук, що утворюються, зі співвідношенням залізо (III):ПАР=1:1.

Фізико-хімічне дослідження трійних систем «Fe(III) –ПАР-Lig, в яких в якості лігандів вивчені інгредієнти раніш розроблених ТМЗ, дозволили встановити співвідношення компонентів в складних композиціях.

Важливою характеристикою ТМЗ є їх корозійні властивості. Цей показник належить до провідних в оцінці строку служби обладнання. Отже, представляло інтерес вивчення залежності швидкості корозії для досліджених ПАР.

Швидкість корозії (I_c) сталених зразків (Ст. 3) при її контакті з розробленими промивними розчинами визначали за величиною поляризаційного опору та розраховували за формулою [7]:

$$I_c = k/R_n,$$

де I_c - швидкість корозії, мм/рік;

R_n - поляризаційний опір, Ом;

K – константа, що враховує електричні параметри корозійного процесу, фізико-хімічні показники металу датчика, а також площу електрода.

$$k = (A \cdot 10^{-4} \cdot K_f \cdot 2) / (nFjS),$$

де A - атомна маса заліза, $A_{Fe} = 55$ а.о.м.;

10^{-4} – перевідний розмірний коефіцієнт, см/мм;

4 - кількість годин на рік для повної промивки;

K_f - електричний коефіцієнт пропорційності між R_n та I_c , мВ;

n - валентність переходу, $n_{Fe} = 2$;

F - число Фарадея, $F = 26.8$ А·г;

j - густина металу, г/см³, $j_{Fe} = 7.87$ г/см³;

S - площа електрода, см², $S = 13.06$ см².

Отримані результати корозії були підтверджені фотозйомками поверхонь електродів, що контактували з розчинами ТМЗ, які включали досліджені неіоногенні ПАР, за допомогою скануючого електронного мікроскопу SELMI РЕМ – 1010би. Усі поверхні досліджених електродів залишалися чистими.

Список літературних джерел:

1. Кросслінг П.Г. Очистка компресора и восстановление характеристик газовой турбины/П.Г. Кросслінг, В.М.Тренин// Газотурбинные технологи.-2007.- № 5.-С.16-19.

2. Межеріцкий А.Д. Агрегаты системы турбонаддува судовых двигателей/ А.Д.Межеріцкий .-Л.: Судостроение, 1986.-248 с.
3. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки /Г.Г. Ольховский.-М.: Энергоатомиздат, 1985.- 304 с.
4. Ребиндер П.А. Взаимосвязь поверхностных и объемных свойств растворов поверхностно-активных веществ/П.А.Ребиндер// Успехи коллоидной химии.- Наука, 1973.-С.9/29.
5. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение// Под науч. ред. Л.И. Зайченко. СПб: Профессия.-2007.-240с.
6. Накамото К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений/Пер. с англ. К.х.н. Н.Б. Куплетской, под. ред. к.х.н. А.А. Мальцева.- М.: Мир.- 1965.- 280 с.
7. Корозионная стойкость оборудования химических производств. Коррозия под действием теплоносителей, хладагентов и рабочих тел: Справ./Под ред. А.М. Сухотина.Л.:Химия.- 1988. -360 с.

**МОЖЛИВІСТЬ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ
ДЛЯ ПЕРЕТВОРЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В
МЕХАНІЧНУ І ЕЛЕКТРИЧНУ ЯК ВАРІАНТ ПЕРСПЕКТИВНОГО
НАПРЯМКУ ЕНЕРГЕТИКИ В МАЙБУТНЬОМУ**

Ю.М. Мар'їнських

PiscoMed Insight – Physics, Singapore, Malaysia

Шосткинський інститут СумДУ

mymih44@gmail.com

Функціональні матеріали в теперішній час у значній ступені розширюють область використання в якості різних конструкційних елементів. Притаманність фізико-хімічним, механічним та іншим властивостям визначають їх призначення в конструкційних деталях, в електричних схемах робочих елементів. Сьогодні шляхом синтезування отримано ряд полімерних комплексів перехідних металів гетероструктурованого формування.

В роботі пропонується положення нового напрямку по створенню функціональних матеріалів основним призначенням яких є властивість виконувати роль робочого тіла для отримання механічної енергії, в ході виконання корисної роботи як у прямому при нагріванні його так і зворотньому процесі при охолодженні. Аргументацією напрямку є нескінченність отримання екологічно чистої теплової сонячної енергії, максимальне ефективне поглинання цієї енергії функціональним матеріалом відносно дешевою конструкцією перетворювача, по відношенню к фотоперетворюванню. Процес передбачає бути ефективним особливо при розташуванням його у відповідних умовах. Для цього процесу ідеальними умовами є космічний навколо земний простір, де при поглинанні теплової енергії сонячного спектру, так і при випромінюванні її робочим тілом відбувається отримання корисної роботи на протязі повного циклу.

На теперішній час синтезовано велика кількість полімерних комплексів перехідних металів з основами Шиффа, детально вивчена їх структура для керування практично значимих властивостей [1,2]. Однак напрямків у теоретичному і практичному аспектах створення функціональних матеріалів з принципіальною можливістю отримання за їх допомогою механічної енергії у процесі періодичного, або циклічного нагрівання-охолодження не спостерігалось.

Наукові результати, що висвітлюють увесь спектр досліджень, пов'язаних характерними рисами до запропонованої проблеми спостерігаються у [3, 4]. Інтригуюча фізична властивість «негативне теплове розширення» твердих тіл на основі взаємодії між решіткою, фоном і електроном дає реальну надію на розв'язання проблеми. Наведемо тільки один аргумент узагальнюючого потенціально схованого процесу.

У різних конструкціях, що піддаються тепловому впливу, кількість теплоти, переданої її елементам, здійснюється в основному одночасно з промінєпоглинанням і промінєвипромінюванням з конвекцією та теплопровідністю. Скласти рівняння для такого одночасного процесу з урахуванням виконаної роботи тілом в принципі можливо, якщо розглянути окремі випадки нагріву і одночасного випромінювання, і об'єднати, додавши відповідні аналітичні вирази у єдину закономірність.

Розглянемо такий випадок з використанням рівняння теплопровідності Фур'є:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \nabla^2 t \quad (1),$$

де α - коефіцієнт температуропровідності;

∇^2 - оператор Лапласа.

Для плоскої стінки елемента конструкції при поширенні тепла в напрямку її товщини по осі x рівняння набуде вигляду:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (2),$$

розв'язком якого є:

$$t = \theta \tau + \frac{1}{2} \cdot \frac{\theta x^2}{\alpha} + C \quad (3).$$

Так як нагрівання супроводжуватиметься виконанням роботи стінкою, то при одному значенні постійного підведення теплового потоку за часом температура буде нижчою, ніж за виразом (3) на величину постійної C_p . Тому формула (3) набуде вигляду:

$$t = \theta \tau + \frac{1}{2} \cdot \frac{\theta x^2}{\alpha} + C - C_p \quad (4),$$

при цьому формула для визначення часу у випадку двостороннього нагріву пластини матиме поправку у зв'язку з виконаною роботою і матиме вигляд:

$$\tau = \frac{\Phi S^2}{\alpha \Delta T} (T_{нов} - T_{нов0}) + \tau_p \quad (5),$$

до якого входять Φ - коефіцієнт форми тіла і за час нагріву; τ - температура поверхні; $T_{нов}$ змінилася від початкової $T_{нов0}$ зміниться на величину ΔT .

Створення функціональних матеріалів що відповідають цільовому практичному призначенні в якості робочого тіла для отримання екологічно чистої енергії визначає актуальність і перспективність наукових досліджень в цієї області.

Література

1. International Technology Roadmap for Semiconductors International SEMATech (2001) <http://www.sematech.org/>.

2. The European White Book, http://de/doku/wb_materials.

3. Jun Chen, Lei Hu, Jinxia Deng and Xidnran Xing. Negative thermal expansion in functional materials Controllable thermal expansion by chemical modifications. Journal: Chemical Society Reviews., 2015, P. 1-46.

4. Yunyue Du, Shujuan Bi, Shaoyong Cai (GdxDy_{1-x})₁₂Co₇ Magneto-thermal Effect. *Insight-Physics*(2018.1)
URL: <http://insight.piscomed.com/index.php/IP/article/view/140>

THE POWER OF THE METAL SEGMENT IN CONTINUOUS CYCLES OF HEATING – COOLING IS A NECESSARY PROPERTY OF A FUTURE FUNCTIONAL MATERIAL

Yu.M. Mar'yinskykh

PiscoMed Insight – Physics, Singapore, Malaysia
Shostka Institute of the Sumy State University, Ukraine
mymih44@gmail.com

World problems of energetics as energy safety, energy efficiency and environmental protection are appended with the factor of energy pricing policy. The restricted and non-renewable character of energy resources on earth as well as the increasing consumption of them caused by the people's comfortable living conditions are leading to the produced useful energy becoming more expensive, which makes us search for alternative ways of generating energy by using renewable sources.

Let us estimate the capacity of the medium of solar energy conversion into the mechanical energy from duraluminum alloy with possible further application of it as an active medium of conversion. The segment material must comply with its main functionality: to perform mechanical work continuously, to have the minimum specific heat capacity and density with the maximum values of the thermal expansion coefficient, the modulus of elasticity at physical loads (compression - tension), and the plates surface emissivity is close to unity with the possibility of placing them in the heat-absorbing zone of the thermal trap and beyond it in the heat-radiating zone in the shadow.

The amount of thermal solar energy at irradiation of the panel segment is used for heating it, for reverse heat radiation, for insignificant reflection from the surface of the thermal trap, wherein the panel is situated, and for heat-stretch work of the segment:

$$\Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 + \Delta Q_3 + \Delta A, (1)$$

In general, the segment power during cyclic heating-cooling is a complex function of independent variables:

$$P = f(\varphi(x), \psi(y), U(z), V(g)), (2)$$

Independent variable functions determine, respectively, the state of heating of the segment, the work performed by it, absorption by the segment of thermal solar energy and reverse radiation. For independent variables x, y, z, g takes place:

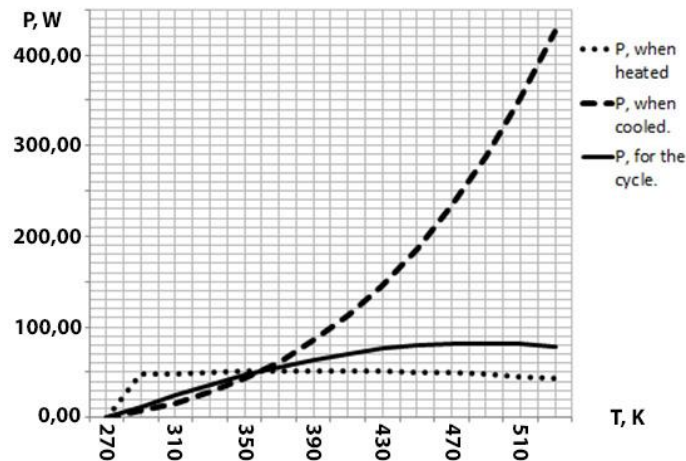
$$\frac{\partial f}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial \psi} \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad \frac{\partial f}{\partial U} \frac{\partial U}{\partial z}, \quad \frac{\partial f}{\partial V} \frac{\partial V}{\partial g}, (3)$$

For the actual process under consideration, the variables x, y are mutually dependent. This dependence complicates the study of the function on the extremum; therefore, we assign certain values to the variable parameters, which will provide a specific segment with its physico-technical characteristics. Define the type of antiderivative functions for given x, y, z, g values in the process of heating, cooling and per cycle:

$$P_{T_0}^{T_i} = \frac{\psi(y)T^2(U(z) - V(g)T^4)}{\varphi(x)T + \psi(y)T^2}, (4)$$

$$P'_{T_0}^{T_i} = \frac{2\psi(y)T^2 2V(g)T^4}{\varphi(x)T - \psi(y)T^2}, (5)$$

$$P''_{T_0} = \frac{4\psi(y)T^2}{\frac{\varphi(x)T + \psi(y)T^2}{U(z) - V(g)T^4} + \frac{\varphi(x)T + \psi(y)T^2}{2V(g)T^4}}, (6)$$



The segment capacity in the process of heat-radiating (cooling down), determined by the ratio (4,5) and the capacity per one cycle of the process of heat-absorbing and heat-radiating by the segment is determined by the expression (6), and its corresponding curve is shown in Figure.

Based on the suggested method of conversion of solar energy, the dependence of the capacity of the segment as working fluid on several variables has been discovered. These variables are the physical characteristics of the material, which the segment is made of. The requirements, made to the optimisation of functioning for space application, lie in receiving an active medium of the rigid elastic material of the panel, the functionality of which is directed to obtaining the maximum capacity per heating-cooling cycle as a result of expansion and compression at minimum weight and size parameters in two perpendicular directions. This is indicated by the researches [1] that allow predicting mechanical properties of nanocrystalline materials and the scheme of their production. The possibility of a wide range of combinations of physical and technical parameters of the active medium of the segment material at its production, which are included into the analytical expression of capacity, allows choosing an optimum variant for its maximum value, which is going to be an alternative for the existing conversion systems.

Literature

1. Wenwu Xu, Lilian P. Davila. Size dependence of elastic mechanical properties of nanocrystal line aluminum. *Mater sci Eng A* 692, 2017, pp 91- 93, DOI: 10.1016/J.msea.2017.03.06

2. YunyueDu, ShujuanBi, ShaoyongCai (GdxDy1-x) 12Co7 Magneto-thermal Effect. *Insight - Physics*(2018.1)

URL: <http://insight.piscomed.com/index.php/IP/article/view/140>

СЕКЦІЯ 4
Економіка виробництва
та управління
SECTION 4
Economy of production and
management

СВОБОДА РУХУ РОБОЧОЇ СИЛИ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

І.В. Вареник

Шосткинський інститут Сумського державного університету
varenik.i@ukr.net

Особливість вільного руху робочої сили полягає у тому, що механізми та інструменти його забезпечення безпосередньо пов'язані із соціальною політикою ЄС, а тому конче важливим є виявлення характеру та напрямів економікоправового процесу досягнення цієї важливої «європейської свободи».

В процесі Євроінтеграції для України є актуальним питання європейської свободи щодо руху робочої сили. Тому актуальним є процес дослідження міграційних процесів в Європі. Міграція в межах Європи завжди відрізнялася доволі високою динамікою, а основна її причина, принаймі у повоєнний час, полягала у різних рівнях оплати праці та безробіття, середній рівень якого є вищим за американський чи японський. У пізніший час (80–90ті роки ХХ ст.) нерідко високі темпи залучення інвестицій в окремі регіони приводили до формування й інтенсивніших міграційних потоків до них. Яскравим прикладом цього може слугувати Ірландія, перетворившись з країниаутсайдера європейської економіки у визнаного в ЄС інноваційного лідера, який виступає своєрідним «магнітом» протягування робочої сили з інших держав Спільноти, передусім – нових членів Європейського Союзу.

Не можна не сказати, що новим чинником пом'якшення міграційної політики ЄС є так зване явище флоридизації, що веде до явного та прихованого дефіциту робочої сили. Природно, що долання цього негативного фактора може бути здійснено як за рахунок нових членів Євросоюзу, так і через залучення мігрантів із третіх країн. З метою подолання негативних наслідків зовнішньої та частково внутрішньої міграції цілком зрозумілим є бажання багатьох старих членів Євросоюзу бачити цей процес суворо контрольованим.

Переваги та недоліки міграції робочої сили не можна вважати тотожними у кількісному плані, адже у будь-якому економічному союзі «переливання» робочої сили є цілком нормальним явищем. Окремо слід відзначити так званий «соціальний демпінг», який нерідко прослідковується в державах лідерах. Приплив працездатного населення з нових країн ЄС нерідко знижує середню вартість оплати години праці в тій чи тій країні, а соціальні норми, що діяли в них упродовж певного часу, суттєво втрачають свою вагу внаслідок цілковитого задоволення «соціальним мінімумом» з боку нових мігрантів.

Місце України в міжнародній міграції робочої сили визначається «проміжним» рівнем її економічного розвитку, що є нижчим порівняно з західними країнами, але вищим, ніж у деяких країнах Східної Європи та Азії. Це зумовлює наявність в Україні і трудової еміграції, і трудової імміграції. Прагнення підвищити життєвий рівень, отримати вищу заробітну плату є фактором активізації еміграції. Основу емігрантських потоків становлять два діаметрально протилежні сегменти ринку праці: з одного боку, висококваліфікована робоча сила, зацікавлена у більш повній реалізації та вищій оплаті; а з іншого, – низько кваліфікована робоча сила, для якої еміграція є єдиною альтернативою безробіттю

Для України, яка одночасно постає країною імміграції та еміграції, наслідки міграційних процесів неоднозначні. З одного боку, закордонні здобутки

висококваліфікованих працівників підтримує престиж української освіти і науки; з іншого, – інтелектуальна еміграція має негативних характер, оскільки країна еміграції втрачає свою наукову еліту. З одного, – експорт робочої сили зумовлює притік додаткових коштів і зменшує тиск на національному ринку праці, а з іншого, маємо демографічні проблеми, соціальні конфлікти, зменшення надходжень до бюджету. В Україні посилюється негативна тенденція до зниження якості людського капіталу: країна втрачає висококваліфікованих працівників репродуктивного віку (насамперед, це молодь після закінчення вищих навчальних заходів) і отримує низку низько кваліфікованих заробітчан з країн пострадянського простору та країн Сходу. Таким чином, стратегічний людський ресурс розвитку країни шукає кращого життя за кордоном, залишаючи на батьківщині заробітчан, які не дають Україні змогу конкурувати з іншими країнами у сучасних умовах.

Незважаючи на те, що організаційно свободи руху робочої сили в ЄЕС/ЄС було досягнуто разом із завершенням формування митного союзу, тим не менше, долання окремих перешкод пов'язаних з цим, триває й досі, зокрема коли йдеться про працевлаштування громадян з нових членів Євросоюзу. Водночас на національному рівні таких перешкод не мало б бути, про що яскраво свідчить первинне право ЄС, зокрема: розгляд поданих пропозицій щодо працевлаштування; вільне пересування з метою працевлаштування на території держав-членів; перебування з цією ж метою в іншій державі члені відповідно до законодавчих положень, адміністративних актів і постанов даної держави про працевлаштування громадян; проживання на території держави члена після завершення трудової діяльності в ній на умовах, визначених в імплементаційних регламентах, прийнятих Комісією ЄС. Зокрема, станом на 1 лютого 2015 р. було зареєстровано 524,4 тис. безробітних (проти 512,2 тис. у січні), з них 415,0 тис. осіб отримують допомогу по безробіттю. При цьому серед міського населення зареєстровано 305,8 тис. безробітних, а серед сільського – 218,6 тис. Мінсоцполітики, відповідно до рішення РНБО та за дорученням Президента України П. Порошенка, готує проект Програми працевлаштування та професійного навчання внутрішньо переміщених осіб на 2015–2016 рр. Один з її аспектів – створення соціально-економічних передумов, що дадуть змогу розвиватися місцям наймасовішого перебування переселенців, а також відбудувати зруйновані території. Такі передумови сприятимуть розширенню можливостей для переселенців (а це переважно 25–45-річні люди) здобути нову професію, перенавчитися, підвищити кваліфікацію. Новації спрямовані й на підвищення зацікавленості роботодавців у наданні цим людям і тимчасової, і постійної роботи. Тому, при формуванні вітчизняної моделі ринку праці необхідно враховувати особливості моделей ринку праці, що існують у світовій практиці, соціально-трудова традиції та психологічні національні особливості вітчизняних працівників, початкові соціально-економічні умови формування ринку праці.

Список літературних джерел

1. Муравйов В. І. Право Європейського Союзу та його система // Вісник Київського університету. Серія: Міжнародні відносини /В. І. Муравйов. – К., 2003. - Вип. 25. – С. 34-38.

2. Татам А. Право Європейського Союзу: підруч. / А. Татам; пер. з англ.. – К.: Абрис

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ ЯК НЕМАТЕРІАЛЬНИЙ АКТИВ ПІДПРИЄМСТВА, АВТОРСЬКІ ПРАВА В УКРАЇНІ ТА ЄС І ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ЇХ ПОРУШЕННЯ

Т.С. Лук'яненко¹, Р.В. Закусило²

¹Глухівський агротехнічний інститут імені С.А. Ковпака Сумського НАУ

²Шосткинський інститут Сумського державного університету
tatluk08@ukr.net, r.zakusylo@ishostka.sumdu.edu.ua

Інтелектуальна власність та питання пов'язані з різними аспектами її використання є актуальним аспектом правового та економічного розвитку України. Для вирішення цих питань активно застосовується існуюча правова база Європейського Союзу, як зразок стабільно працюючого державного інструменту для підтримки розвитку підприємницької діяльності. Сучасний європейський, а тепер і український підприємець, маючи у своєму активі продукт інтелектуальної власності, вже розуміє, що цей продукт має певну ринкову вартість. Знаючи вартість інтелектуального продукту, підприємець може розпоряджатися ним на свій розсуд: здати в оренду, продати, передати в заставу для отримання кредиту, розширити власний капітал тощо. Тобто цей продукт, часто не маючи матеріально-речової форми, може виступати і як товар, і як капітал.

Право інтелектуальної власності означає закріплені законом права на результат інтелектуальної діяльності в промисловій, науковій, художній, виробничій та інших галузях.

Законодавство, яке визначає права на інтелектуальну власність, базується на праві кожного володіти, користуватися і розпоряджатися результатами своєї інтелектуальної, творчої діяльності, які, будучи благом не матеріальним, зберігаються за його творцями і можуть використовуватися іншими особами лише за узгодженням з ними, крім випадків, визначених законодавством.

З економічної точки зору, інтелектуальна власність - це витрати капіталу на освіту або придбання підприємцем нематеріальних об'єктів, що здійснюються з метою його приросту. Висловлюючись бухгалтерською мовою, інтелектуальна власність є не чим іншим, як нематеріальними активами підприємства.

Нематеріальні активи є важливим об'єктом бухгалтерського обліку за своїми характеристиками, своїм складом, за рівнем впливу на результати господарської діяльності та фінансовий стан підприємства. З огляду на тенденції розвитку світових ринків нематеріальні активи виступають в якості головного каталізатора створення вартості підприємства, а їх частка в структурі капіталу постійно зростає.

Єдиного визначення категорії «нематеріальні активи» у нормативних документах не існує.

Так, відповідно до Податкового кодексу України (п.п.14.1.120), нематеріальні активи – об'єкти інтелектуальної, в тому числі промислової власності, а також інші аналогічні права, визнані у порядку, встановленому відповідним законодавством, об'єктом права власності платника податку. [1]

Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку 38 «Нематеріальні активи» трактує нематеріальний актив як немонетарний актив, який не має фізичної субстанції та може бути ідентифікований. [2]

Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 8 «Нематеріальні активи» характеризує нематеріальний актив як немонетарний актив, який не має матеріальної форми та може бути ідентифікований. [3]

Більш повне розкриття сутності нематеріальних активів наводиться у Методичних рекомендаціях з обліку нематеріальних активів, а саме: нематеріальними активами вважаються немонетарні активи, що не мають матеріальної форми та можуть бути ідентифіковані (незалежно від строку їх корисного використання (експлуатації)). [4]

Зіставлення представлених трактувань, а також узагальнення оцінок фахівців із цього питання дозволяє встановити основні ознаки, що мають бути враховані при визначенні сутності нематеріальних активів. [5]

До них слід віднести:

- відсутність матеріальної форми;
- можливість ідентифікації;
- термін використання більше року;
- застосування в основній діяльності.

Отже, нематеріальний актив – це актив, який не має матеріальної форми, може бути ідентифікований, використовується в процесі господарської діяльності більше одного року і сприяє отриманню додаткового доходу.

Як бачимо, одним з основних критеріїв визнання нематеріального активу є можливість здійснення його ідентифікації (відокремлення).

Ідентифікація об'єкта означає встановлення наявності й чинності документів, які засвідчують правомірне набуття права власності, авторства, а також інших документів, що є підставою для оприбуткування об'єкта нематеріального активу та передбачає визначення умов і дати введення об'єкта в господарський обіг, строку корисного використання, отримання майбутніх економічних вигід тощо.

Ідентифікація об'єктів права інтелектуальної власності – це процес розпізнавання, визначення повноти ознак та відмінності між окремими об'єктами права інтелектуальної власності.

Інтелектуальну власність поділяють на «авторське право і суміжні права» та «патентне право» (право промислової власності), спільною істотною ознакою яких є те, що об'єктами авторських прав та прав промислової власності виступають саме результати творчої діяльності людини.

Авторським правом регулюються відносини, які виникають в процесі створення та використання літературних, музичних і художніх творів, витворів кінематографії, наукових праць, серед яких необхідно виділити комп'ютерні програми та бази даних.

Інститутом суміжних прав регулюються відносини, пов'язані зі створенням та використанням результатів творчої діяльності (наприклад, виконавська діяльність артистів, фонограми, відеограми тощо).

Патентне право охоплює охорону винаходу за допомогою патенту, захист певних комерційних інтересів за допомогою законодавства про товарні знаки і торгові найменування, а також законодавства про охорону промислових зразків. Слід зазначити, що досить часто поняття «промислова власність» розуміється як таке, що означає рухому і нерухому власність, яка використовується в процесі промислового виробництва, але насамперед промислова власність є право на об'єкти інтелектуальної власності, таким чином, має відношення до творінь людського розуму (наприклад, винаходи, промислові зразки, товарні знаки тощо).

Суб'єктами права інтелектуальної власності є: творець (творці) об'єкта права інтелектуальної власності (автор, виконавець, винахідник тощо) та інші особи, яким належать за заповітом або за договором особисті немайнові та (або) майнові права інтелектуальної власності.

Суб'єктами права на винаходи, корисні моделі, промислові зразки є автори або фізичні чи юридичні особи, до яких право авторів перейшло за договором чи заповітом.

Суб'єктами права на торговельні марки, зазначення походження товарів можуть бути юридичні особи, а також фізичні особи, якщо вони здійснюють підприємницьку діяльність.

Суб'єктом правовідносин, що виникають у процесі створення і використання сортів рослин, може бути будь-яка юридична чи фізична особа.

Суб'єктом права на раціоналізаторську пропозицію є раціоналізатор, тобто автор раціоналізаторської пропозиції, що створив її творчою працею.

До суб'єктів авторського права відносяться:

- автори творів;
- спадкоємці й інші правонаступники;
- організації, що керують майновими правами авторів на колективній основі.

Право інтелектуальної власності захищається Законом України «Про авторські права і суміжні права» від 23.12.93 р. № 3792 – XII (далі – Закон про авторське право).[6] Він містить доволі широкий інструментарій, який правовласник може застосувати до порушника. Відповідно до його ст. 52 «грошовими» способами захисту є вимоги про:

- відшкодування моральної (немайнової) шкоди;
- відшкодування збитків (матеріальної шкоди), включаючи упущену вигоду;
- стягнення доходу, отриманого внаслідок порушення;
- виплату компенсацій.

З-поміж трьох останніх способів можна застосувати тільки один, на вибір правовласника. Утім розмір збитків потрібно довести, як і причинно-наслідковий зв'язок між діями порушника та завданими збитками. Судова практика демонструє, що для визначення рівня збитків можуть брати до уваги способи неправомірного використання, обсяг контрафактної продукції, її вартість на ринку, територію її розповсюдження, негативний вплив на діяльність правовласника та її дохідність тощо. Те саме стосується доходу, отриманого порушником, - треба встановити його розмір.

Під упущеною вигодою розуміють доходи, які особа могла б реально одержати за звичайних обставин, якби її право не було порушено (ст. 22 Цивільного кодексу України). В п. 41 постанови "Про застосування судами норм законодавства у справах про захист авторського права і суміжних прав" від 04.06.10 р. № 5 (далі - постанова № 5), розмір упущеної вигоди не може бути меншим від доходів, одержаних особою, яка порушила право. [7, 8]

Однак для задоволення судом вимоги про виплату компенсації від зазіхання на авторське право наявність збитків у правовласника чи доходу в порушника не має першочергового значення. А все тому, що розмір компенсації, яку може бути покладено судом на порушника авторського та/або суміжних прав, коливається від 10 до 50000 мінімальних заробітних плат. Ще треба уточнити, що правовласник самостійно визначає в позові розмір компенсації, який, на його

погляд, необхідно стягнути з порушника. Але остаточний її розмір визначатиме суд.

Щоб з'ясувати конкретний розмір компенсації (замість відшкодування збитків чи стягнення доходу), суд повинен врахувати обсяг порушення та/або наміри відповідача. Як впливає з п. 42 постанови № 5, компенсація повинна бути адекватною порушенню. Для її стягнення суд зобов'язаний дослідити:

- факт порушення майнових прав і те, яке саме порушення допущено;
- об'єктивні критерії, що можуть свідчити про орієнтовний розмір шкоди, завданої кожним окремим неправомірним використанням твору;
- тривалість і обсяг порушень (одноразове чи багаторазове використання спірних об'єктів);
- розмір доходу, отриманий унаслідок правопорушення;
- кількість осіб, право яких порушено;
- наміри відповідача;
- можливість відновлення попереднього стану, необхідні для цього зусилля тощо.

До вищезазначених чинників можна додати ще й таку обставину, як наявність раніше вчинених відповідачем порушень виключного права позивача. Про такі порушення йде мова в п. 51.3 постанови "Про деякі питання практики вирішення спорів, пов'язаних із захистом прав інтелектуальної власності" від 17.10.12 р. № 12. [9]

Серед наведених обставин чільне місце для присудження компенсації посідає наявність факту порушення. Це означає наявність факту протиправної поведінки, наприклад, розповсюдження в Інтернеті контрафактних примірників комп'ютерних програм або вчинення іншої дії, згаданої в ст. 50 Закону про авторське право, яка посягнула на немайнові та/або майнові права правовласника.

Розмір компенсації має певним чином співвідноситися із завданою шкодою, яка найчастіше полягає в упущеній вигоді. Бо особлива функція цивільно-правової відповідальності - відшкодування майнових втрат, завданих правопорушенням. Компенсацію визначають виходячи з розміру мінімальної зарплати, який установлено законом на час ухвалення рішення в справі, отже в 2018 році вона становить від 37 230 до 186 150 000 грн.

Висновки: В епоху євроінтеграційних процесів в Україні отримали розвиток економічні та правові аспекти, пов'язані з інтелектуальною власністю, нематеріальними активами підприємств та захистом авторських прав. З економічної точки зору, інтелектуальна власність - це витрати капіталу на освіту або придбання підприємцем нематеріальних об'єктів, що здійснюються з метою його приросту. Правова та економічна грамотність населення, а також пріоритетність права інтелектуальної власності - основа розвитку сучасної європейської держави. Розвинення правової бази України в цьому напрямку позитивно впливає на економічний та творчий потенціал держави.

Список літературних джерел:

1. Податковий Кодекс України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua>.

2. Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку 38 «Нематеріальні активи». IASB; Стандарт, Міжнародний документ від 01.01.2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua>.

3. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 8 «Нематеріальні активи»: наказ Міністерства фінансів України від 18.10.99 № 242 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua>.

4. Методичні рекомендації з обліку нематеріальних активів: наказ Міністерства фінансів України від 16.11.2009 № 1327 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua>.

5. Коба О.В. Визнання, ідентифікація та класифікація нематеріальних активів / О.В. Коба, А.О. Софієнко, А.О.Чиж // Економіка і регіон. Серія: «Бухгалтерський облік, аналіз та аудит». - ПолтНТУ. – 2015. – №6 (55). – С. 136-142.

6. Законом України «Про авторські права і суміжні права» від 23.12.93 р. № 3792 – XII.

7. Про застосування судами норм законодавства у справах про захист авторського права і суміжних прав: Постанова Пленуму Верховного Господарського Суду України від 04.06.10 р. № 5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0005700-10>.

8. Сазонов Г. Стягнення компенсації за порушення авторського права: що необхідно врахувати / Г. Сазонов // Все про бухгалтерський облік. – 2017. - № 111 (2588). – с. 24-25.

9. Про деякі питання практики вирішення спорів, пов'язаних із захистом прав інтелектуальної власності: Постанова Пленуму Верховного Господарського Суду України від 17.10.12 р. № 12 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0012600-12>.

ПЕРСПЕКТИВИ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗОНИ ВІЛЬНОЇ ТОРГІВЛІ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ

Ю. М. Мануйлович

Шосткинський інститут Сумського Державного Університету
manuilovich86@gmail.com

З підписанням Угоди про асоціацію між Україною та країнами ЄС перед ринками аграрної продукції України постали нові виклики, пов'язані з вибором і розбудовою ефективних інтеграційних напрямків за нових геополітичних умов. Участь вітчизняного аграрного сектору у міжнародних інтеграційних формуваннях, який є експортно-орієнтованим і бюджетонаповнюючим для національної економіки, створює можливості для розширення зовнішньоекономічної діяльності України на європейські ринки аграрної продукції, зростання товарообігу та підвищення рівня міжнародної співпраці.

Угода про асоціацію – не просто величезний бюрократичний документ, який скеровує важливі українські реформи, а й символ інтеграції. Україна врешті стане частиною єдиного ринку ЄС. Українські підприємства зможуть поступово здобувати в Європі більше партнерів, клієнтів тощо. Важливими тут будуть подальші специфічні угоди. Наприклад, так звані АСАА, які передбачають взаємне визнання стандартів промислової продукції, що значно полегшуватиме взаємний вихід на ринки [1].

Поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі є частиною Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом. В ній йдеться про такі ключові моменти для України, як відкриття ринків шляхом поступового скасування митних тарифів, надання безмитного доступу в рамках квот.

Для сільськогосподарської продукції з моменту тимчасового застосування Угоди з боку ЄС та її ратифікації Україною мита буде скасовано на 35,2 % тарифних ліній Україною та 83,1 % – Євросоюзом. Що стосується решти товарів, то по 52 % тарифних ліній Україна запроваджує перехідні періоди тривалістю від 1 до 7 років, на 9,8 % – часткову лібералізацію та на 3,0 % – безмитні тарифні квоти. Це означає, що для особливо чутливих секторів поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі дає українським виробникам більше часу для адаптації до конкурентнішого середовища, водночас надаючи споживачам більший вибір продуктів за нижчими цінами [2].

Позитивні очікування від зони вільної торгівлі між Україною та ЄС мають вагомe значення для вітчизняного аграрного сектору, оскільки поряд з існуючими і такими, що динамічно розвиваються торговельними відносинами в аграрній сфері, сторони вирішили надати одна одній певні преференції у торгівлі. За оцінками вчених НААН України, загальна вартість українського експорту квотної агропродовольчої продукції до ЄС може становити майже 1,5 млрд. дол. США за умови повного використання тарифних квот. За підсумками 2017 р., зовнішньоторговельний обіг аграрною та харчовою продукцією між Україною та країнами Європи збільшився на 30,8 %, або \$1,9 млрд, та становив \$8,1 млрд. При цьому Україна експортувала продуктів до країн ЄС на \$5,8 млрд, таким чином сформувавши досить серйозне позитивне сальдо в нашій двосторонній торгівлі.

Найбільшу питому вагу в структурі експорту до країн ЄС мали такі види сільськогосподарської продукції: зернові злаки – \$1,7 млрд; олія – \$1,4 млрд; насіння олійних культур – \$1,1 млрд; залишки і відходи харчової промисловості – \$497,5 млн; плоди, горіхи та цедра – \$139,2 млн; [3].

Поки що експортує Україна переважно сировину, зокрема, аграрну, але Угода створює кращі умови для експорту переробленої продукції. На неї часто мита повністю зняті, а на сировину зняті лише частково (у рамках квот). Тому Угода скоріше сприяє перетворенню України на щось суттєвіше, ніж «сировинний придаток» Європи.

Цифри останньої статистики свідчать про те, що українські виробники почали нарощувати експорт товарів із доданою вартістю. Такі темпи торгівлі дали поштовх до ініціювання збільшення квот. До слова, сьогодні право експорту до ЄС мають вже 288 українських підприємств. Зокрема 108 експортують на цей ринок харчову продукцію.

Наприкінці 2016 року Європейська комісія прийняла пропозицію українських виробників і в травні 2017 року збільшила квоту на крупи та борошно на 7,8 тис. т, овес – на 4 тис. т, кукурудзу – 650 тис. т, мед – 3 тис. т, пшеницю – 100 тис. т. Вже вичерпано на 100 % імпорتنі тарифні квоти ЄС на такі українські товари, як: мед, цукор, ячмінна крупа та борошно, оброблені томати, виноградний та яблучний сік, овес, ячмінь, кукурудза, пшениця. На 98 % вичерпано квоту на безмитний експорт солоду та пшеничної клейковини. Експерти відзначають, що у порівнянні з минулим роком динаміка закриття квот значно прискорилася. Але залишається низка товарів, де квоти не вичерпано взагалі: баранина, яловичина, гриби, продукція з обробленого молока тощо.

Україна входить до ТОП-10 найбільших постачальників агропродукції до ЄС (8-ме місце). Водночас, за багатьма позиціями Україна традиційно посідає перші місця, займаючи суттєві ніші ринку: по пшениці – 32 % від загального імпорту ЄС, кукурудзі – 62 %, ячменю – 74 %, вівсу – 68 %. У свою чергу, Україна

імпортує з ЄС зернові культури, насіння олійних, какао-боби і шоколад, різні харчові продукти, спирт і алкогольні напої, відходи переробної промисловості та тютюнові вироби.

Таким чином, зона вільної торгівлі принесла українським виробникам додаткові можливості для експорту, проте її умови не можна назвати ідеальними та надто вигідними для українців. Відштовхуючись від цього, Міністерство економічного розвитку і торгівлі України ініціює аналіз поглиблення умов торгівлі з Європейським Союзом: перегляду умов вільної торгівлі, митний союз та інші можливі додаткові механізми.

Список використаних джерел:

1. Асоціація з ЄС набула чинності: що це означає? [Електронний ресурс] / Від 1 вересня 2017. – Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/asotsiatsiia-z-yes-nabula-chynnosti-shcho-tse-oznachaiev>.
2. ЄС-Україна: поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі [Електронний ресурс] / травень 2013. – Режим доступу: http://eeas.europa.eu/archives/delegations/ukraine/documents/virtual_library/dcfta_guidebook_web.pdf.
3. Український аграрний експорт до країн ЄС зріс більш ніж на 37 % в 2017 році [Електронний ресурс] / Міністерство аграрної політики та продовольства України. – Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node/25274>.

ЕКОЛОГІЧНИЙ ОБЛІК НА ПІДПРИЄМСТВІ: НЕОБХІДНІСТЬ ТА РОЗВИТОК

Н.М.Осадча

Хіміко-технологічний коледж імені Івана Кожедуба
Шосткинського інституту Сумського державного університету
colledge@ukr.net

У статті розглянуто передумови розвитку бухгалтерського обліку, орієнтованого на екологічні проблеми. Проведено аналіз існуючих поглядів науковців. Визначено основні фактори формування екологічного обліку в сучасних умовах господарювання.

Ключові слова. екологічний облік, екологічна діяльність, інтегральний показник.

Постановка проблеми. Актуальними питаннями розвитку промислових підприємств України та суспільства в цілому є збереження навколишнього природного середовища, раціональне природокористування, зменшення негативного впливу на природу. Масштабність екологічних проблем, зростання забруднення навколишнього природного середовища вимагають спрямування діяльності підприємств на їх усунення та спонукають до пошуку інструментів еколого-економічного управління, що базуються на принципах сталого розвитку. При цьому, однією з найголовніших перешкод розробки і реалізації ефективної екологічної політики підприємства є відсутність належного забезпечення керівництва комплексною, достовірною та своєчасною інформацією про природоохоронну діяльність.

Слід зазначити, що на сьогодні бухгалтерський облік не систематизує екологічну інформацію, або ж відображає її розрізнено та не досить ефективно для користувача. Саме відсутність повної інформації про екологічну діяльність підприємства створює проблеми для користувача, особливо для інвесторів, які не

зможуть оцінити в повній мірі економічну та екологічну ефективність фінансування та прибутковості своїх проєктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що необхідність удосконалення механізму екологічного обліку на підприємстві у центрі уваги багатьох зарубіжних та вітчизняних науковців, таких як: Ф. Бутинця, І. Замули, Л. Максимів, Н. Малюги, В. Папінко, Л. Пелиньо, М. Пушкаря, М. Чумаченка, а також зарубіжних науковців: А. Белоусова, Г. Вінтера, А. Гофмана, Н. Еліаса, М. Моувена, В. Палія, Д. Панкова, Я. Соколова, Д. Хенсена, А. Шеремета та інших.

Екологічний облік на підприємстві – це система виявлення, вимірювання, реєстрації, нагромадження, узагальнення, зберігання, оброблення та підготовки релевантної інформації про діяльність підприємства в галузі природокористування з метою передачі її внутрішнім і зовнішнім користувачам для прийняття оптимальних рішень [1].

Метою статті є дослідження екологічного обліку та необхідність його впровадження в обліково-аналітичну практику підприємств.

Останніми десятиліттями світова спільнота не на жарт стурбована станом природного довкілля. Тому, нині першочерговим завданням є здійснення переходу економіки України до екологічно збалансованого розвитку у напрямку перетворення техногенного господарського мислення у соціально-екологічне. Для України дуже гострими є проблеми, пов'язані з викидами забруднюючих речовин у повітря, накопиченням токсичних відходів, збереженням значної питомої ваги неочищених стоків, що потрапляють у водні об'єкти. Стан навколишнього природного середовища характеризується інтегрованим показником, який враховує стан окремих середовищ довкілля.

Інтегральний показник стану навколишнього середовища характеризує комфортність проживання стосовно стану навколишнього природного середовища; являє інтегровану оцінку показників стану земельних ресурсів, водних ресурсів та атмосферного повітря.

Для вирішення цієї проблеми також необхідно на підприємствах налагодити систему екологічного обліку, яка має знайти відображення в загальній системі бухгалтерського обліку. Тільки у цьому випадку він стане ефективним інструментом природоохоронної діяльності на суб'єктах господарювання. Екологічна діяльність на підприємстві пов'язана з відповідними витратами, які прямо чи опосередковано впливають на економічні показники роботи підприємства. Сума таких витрат у більшості підприємств значна, але сьогодні бухгалтерський облік екологічних витрат ведеться безсистемно, вони не відокремлюються із загальної сукупності витрат, тому що не виділені до окремого об'єкту бухгалтерського обліку. Це призводить до відсутності достовірних облікових даних про розміри, напрями та види природоохоронних витрат підприємств, чого і неможливо зробити при існуючій організації бухгалтерського обліку. [2].

Екологічний облік може бути визначений, як інтегрована система збору, реєстрації і узагальнення даних екологічного характеру, з метою визначення екологічного ефекту та ефективності діяльності підприємства, а також надання цих даних користувачам для обґрунтування та прийняття управлінських рішень. При цьому екологічний облік забезпечить чіткий облік екологічних аспектів діяльності підприємства, буде виступати як складова системи управління підприємством та інформаційною основою для проведення екологічного аудиту,

аналізу основних показників діяльності з урахуванням екологічної складової. Це вимагає чіткого визначення об'єктів бухгалтерського обліку, пов'язаних з екологічною діяльністю суб'єкта господарювання.

Замула І.В. виділяє дев'ять об'єктів бухгалтерського обліку, які забезпечують формування інформації про екологічну діяльність суб'єкта господарювання, та пропонує поділити їх дві групи: об'єкти, що забезпечують господарську діяльність підприємства (екологічні витрати, природно-ресурсний потенціал, генетично модифіковані організми, відходи виробництва, необоротні активи природоохоронного призначення, екологічні зобов'язання, екологічні доходи); об'єкти, що утворюють господарську діяльність підприємства (екологічні господарські операції, екологічний ефект (прибуток, збиток). [3]

Екологічний облік має знайти відображення в загальній системі бухгалтерського обліку, адже лише у цьому випадку він стане ефективним інструментом природоохоронної діяльності на підприємстві.

Екологічний облік підприємств повинен діяти як цілісна система, що включає такі складові: фінансовий облік, управлінська звітність за екологічними показниками, екологічний контролінг, екологічний аудит, оскільки це забезпечить ефективне функціонування природоохоронної системи та належний рівень управління екологічними чинниками.

Доцільним буде введення нових субрахунків у відповідних класах у плані рахунків, нових форм первинних документів і звітності. У результаті виправлення зазначених недоліків і розповсюдження інформації про екологічний облік серед керівництва відбудеться стимулювання та поширення природоохоронної діяльності. Доречним буде надання інформації про природоохоронну діяльність та її економічні складові зацікавленим користувачам.[4].

Висновки. Екологічні проблеми на сьогодні є домінуючими у соціально-економічному житті, а їх вирішення, перш за все, потребує екологічно свідомого управління бізнес-процесами. Облік як основна інформаційна система підприємства має забезпечувати керівництво інформацією для прийняття управлінських рішень, які б гарантували існування підприємства в довгостроковій перспективі, що передбачає зниження /запобігання екологічним ризикам.

Упровадження екологічно орієнтованого обліку на підприємствах потребує формування у майбутніх економістів з обліку нового мислення, спроможності формувати оптимальну обліково-аналітичну систему підприємства, орієнтовану на потреби менеджменту та адекватну сучасним тенденціям. Таким чином, у результаті використання даних нововведень підприємство отримає не лише зручний спосіб ведення обліку і документації господарських засобів, джерел їх формування, а й змогу підвищити результативність та ефективність власної діяльності.

Список літературних джерел

1. Кирсанова Т.А. Экологический контроллинг – инструмент екоменеджмента / Т.А. Кирсанова, Е.В. Кирсанова, В.А. Лукьянихин / Под ред. В.А. Лукьянихина. – Сумы: Изд-во «Козацький вал», 2004.
2. Гнатъева Т.М. Загальні засади розвитку екологічного обліку та контролю в сільськогосподарських підприємствах // Агросвіт. - 2015.№19 – С. 30.
3. Замула І.В. Аналітична модель бухгалтерського обліку екологічної діяльності / І.В. Замула, М.М. Шигун // Вісник національного університету "Львівська політехніка". – 2009. – № 647. – С. 337–343.

4. Пелиньо Л.М. Місце екологічного обліку в сучасній системі бухгалтерського обліку та його важливе значення в сфері охорони довкілля / Л.М. Пелиньо // Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.2. – С. 70–75.

FREEDOM OF CAPITAL MOVEMENT IN THE EUROPEAN UNION

I.V. Prozhoha

Shostka Institute of Sumy State University

miv_72@i.ua

Modern economic space is impossible without a clear regulation of the movement of capital, which allows you to freely conduct cross-border capital transactions and to effectively counter the use of financial institutions for the purpose of criminal activity. Provisions on the regulation of capital movements are currently the most complex part of legislation, legal doctrine and law enforcement practice in most countries of the world.

Freedom of capital movement lies at the heart of the mechanism for the formation of a single EU internal market. Free movement of capital is one of the obligatory conditions for the formation and development of a single market, and the principle of “freedom of capital” is fundamental one. This process is closely related to the global economy, since the movement of capital (foreign direct investment) is the main tool for development; and investment policy is an essential element of the economic policy of the EU member states. The movement of capital today is the main stimulus for economic development, both at the national and international levels. At the same time, it is subjected to strong influence of external and internal factors. Therefore, states have been (and remain) extremely interested in maintaining their own control over investment flows. It is no coincidence that the formation of a mechanism for regulating the movement of capital (and payments) at the EU level is rather complex.

This is due to the fact that it is the free movement of capital within the boundaries of the entire regional economic entity that accelerates the adaptation of national economies to common European interests, contributing to their active inclusion in the common European division of labor, intensifying reproduction, forming a new technological basis.

At the same time, the provisions of Article 63 do not have to affect the competence of member states: a) apply the relevant provisions of their tax legislation, which establish differences between taxpayers who are in different conditions regarding the place of investment of their capital; b) take all necessary measures to prevent violations of national laws and executive acts. This is the case of taxation and thorough control over the activities of financial institutions, to establish a procedure for declaring capital flow data for administrative and statistical purposes, or to take measures that are justified from the point of view of public order or state security (Article 65).

The free movement of capital may include, first of all, the investment of capital from one member country of a community to another without any restrictions. Another component of this principle is the freedom of credit and remittances; the third one is the creation of a single capital market, which implies a single currency system with a single monetary currency. These components are like a framework of principle, vectors of work in each of the directions, providing for specific steps to harmonize all its components (savings tax, interest rates, stability of exchange rates, and much more). The European Community paid this issue a great deal of attention in the Rome Treaty, which did not set the task of creating a monetary and financial union. The stability of

exchange rates was recognized as one of the most important issues, and its maintenance is one of the most important tasks of the Community. Thus, the term “the four main economic freedoms of the EU”, used within the framework of European economic integration, implies a movement towards creating conditions for the free movement of goods, services, labor and capital. Initially, this term began to be used in connection with the signing of the Treaty of Rome on March 25, 1957 “On the Establishment of the European Economic Community”.

Thus, the regulation of capital is a serious intervention in the economy of the state. In a short-term plan the movement of capital has a speculative character. Uncontrolled inflows and outflows of capital can lead to economically unreasonable and devastating fluctuations in the interest rates, and as a result it leads to devaluation and currency crises.

Secondary law: directive 88/361 – contains a list of types of capital movements, for example, various types of investments, purchase and sale of securities, shares, currencies, loans, inheritance, debt repayment, export and import of property, payments related to copyright.

The analysis of the free capital movement proclaimed by the Treaty of Rome on March 25, 1957, establishing the European Community, showed that the implementation of this freedom within the European Union is complicated by the following factors:

- the absence of a legal definition of the freedom of capital movement and payments in the EU law;
- a significant impact of negative integration in the convergence of tax systems in the form of application of case law and the wide role of the Court of the European Communities, which makes the system of European tax law extremely complex and confusing.

References

1. Международные экономические отношения. Учебник для вузов. Под. ред. проф. В.Е. Рыбалкина. 5-е изд., перераб. и доп. М., ЮНИТИ-ДАНА, 2005. С. 167.
2. Договор, учреждающий Европейское сообщество (консолидированный текст с учётом Ниццких изменений) // Кафедра права Европейского Союза, Центр права Европейского Союза. Московская Государственная Юридическая Академия [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://eulaw.edu.ru/documents/legislation/uchred_docs/evr_soob_nice.htm – 2011.
3. Европейский Союз: Основополагающие акты в редакции Лиссабонского договора с комментариями / С.Ю. Кашкин.– М.: ИНФРА-М. 2008. – 698 с.
4. Кашкин С.Ю., Четвериков А.О., Калиниченко П.А. и др. Право Европейского Союза: учебное пособие (отв. ред. С.Ю. Кашкин). – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Проспект, 2011 г. – 274 с.
5. Четвериков, А.О. Договор о функционировании Европейского Союза / Право Европейского союза [Электронный ресурс] –2010.- Режим доступа: <http://www.eulaw.ru/treaties/tfeu> – 2011.
6. Treaty of Lisbon amending the Treaty on European Union and the Treaty establishing the European Community// Eurlex. Access to European Union law [Electronic resource] – access Mode: <http://eurlex.europa.eu/en/treaties/index.htm> – 2011.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИЙ

Н.В. Романчик, О.А. Наумович

Республиканский институт высшей школы, Беларусь,
rivsh_ekonom@mail.ru

В настоящее время в условиях социально-экономических трансформаций, структурных преобразований и технологической модернизации в национальной экономике, имеющих своей целью, в том числе, и ускорение инновационного развития нашей страны, постоянно усиливается потребность поиска средств для осуществления данных процессов. Традиционно предполагается, что для успешности технологической модернизации ключевым фактором являются, прежде всего, научно-технические достижения. Тем не менее, в настоящее время доказано, что это условие является необходимым, но далеко не достаточным. Ключевым сегодня становится набор социальных предпосылок, формирующих благоприятную инновационную среду, стимулирующих новшества и подготавливающих общество к прогрессу.

Следует отметить, что в настоящее время «утвердилась тенденция взаимовлияния и сращивания науки и производства, проникновения технологий во все сферы жизни общества» [1, С.275]. Новейшие технологии сегодня выступают не только гарантом устойчивого экономического роста, но создают материальную основу для поддержания экономической независимости и высокого уровня безопасности страны. Значимость науки в обеспечении конкурентоспособности экономики заключается в том, что наука и технологии, степень их использования являются главным фактором, определяющим решение проблем безопасности и устойчивого развития государства, наука является основным рычагом решения проблем качества выпускаемых технологий, идущих на мировой рынок, важнейшим фактором, обеспечивающим конкурентоспособность экономики в борьбе за рынки.

Известно, что появление нововведений носит волнообразный характер. Периодически сменяющие друг друга волны изменений соответствуют различным уровням организации конкретной социально-экономической системы. Этот волнообразный характер связан с фазами научно-технических и экономических циклов.

Сегодня наука и технологии постепенно вовлекаются в конкурентную рыночную борьбу, а производство наукоемкой продукции становится все более выгодным бизнесом: «по своим потенциальным экономическим возможностям реализуемый на высокотехнологичных рынках бизнес, основанный на науке и технологиях..., значительно превосходит рынок, связанный с энергетическими и сырьевыми ресурсами...» [1, С. 275].

Высокий уровень научно-технических разработок наблюдался в советское время, где «существовала стройная система воспроизводства научно-технического результата, образованная Академией наук, вузами, отраслевыми НИИ» [2, С.23]. Эта система полностью обеспечивала экономику научно-техническими продуктами. После трансформации собственности эта система разрушилась.

В условиях открытой белорусской экономики в современных непростых экономических условиях только на основе преобладания выпуска наукоемкой

продукции можно обеспечить реальную сбалансированность расширенного воспроизводства, что позволит обеспечить способность национальной экономики к устойчивому накоплению и перейти в стадию стабильного экономического развития.

В то же время невозможность реализации предприятиями собственных инноваций и зависимость от внешних рынков блокируют научно-техническое развитие. Проблема видится в кризисе самой экономической системы, которая подрывает стимулы и потенциал высокотехнологичных преобразований. Необходимо восстановление отдельных ликвидированных видов производств, жизненно важных для отечественной индустрии. Пробелы заполняются импортной техникой, иногда бывшей в употреблении и отстающей по развитию от мировых аналогов. Поэтому курс на заимствование ошибочен и губителен для высокотехнологичной модернизации отечественной экономики. Хотя по многим направлениям имеются отечественные разработки, которые не могут быть реализованы в силу деиндустриализации. Для решения этой проблемы необходимо создать высокотехнологичный сектор, располагающий передовыми технологическими разработками, научно-техническими разработками и проводившем политику наукоёмкого развития.

Структурная перестройка отраслей экономики, ориентация на производство наукоёмкой, высокотехнологичной продукции, призваны, в первую очередь, сократить технологическое отставание Республики Беларусь от развитых стран мира, перейти на инновационный путь развития. Модернизация экономики возможна главным образом за счет активной государственной политики, направленной на интенсификацию преобразования высокотехнологичных отраслей, повышения конкурентоспособности отечественной промышленности за счет нового качества экономического роста, создания и эффективного распространения прорывных инноваций. Начинается время доминирования интеллектуального потенциала в структуре имущества предприятий. Создание технологических инноваций в организации приводит к появлению организационных инноваций, основанных на новых принципах организации производственных процессов, использование новых маркетинговых механизмов для сбыта продукции. Соответственно применение технологических инноваций влечет появление организационных, управленческих ресурсных и маркетинговых инноваций. Именно технологические нововведения способны, главным образом, обеспечить предприятию лидирующую позицию в отрасли. Отсутствие кардинальных изменений в соотношении технологических укладов в нашей стране обусловлено таким качеством белорусской институциональной структуры как высокой способностью к консервации производственно-технологических структур.

Список литературы:

1. Измерение инноваций: проблемы сравнительной оценки: монография / Н.И. Богдан, Н.С. Бокун, Н.Н. Бондаренко, Н.Э. Пекарская. – Минск: Мисанта, 2011. – 264 с.
2. Мау В. Логика российской модернизации: исторические тренды и современные вызовы. / Экономика переходного периода. Сборник избранных работ. 2003-2009. – М.: Издательство «Дело» АНХ, 2010. – С.23-57.

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОСТІ СПОЖИВЧОЇ УПАКОВКИ

О.В. Синиця

Хіміко-технологічний коледж імені Івана Кожедуба
Шосткинського інституту Сумського державного університету
o.synytsia.htc@gmail.com

Сьогодні упаковка стала необхідним атрибутом життя суспільства споживання. Споживча упаковка – це упаковка, яка разом з товаром доходить до кінцевого споживача, є невід'ємною частиною товару та включена до його вартості. Історична функція упаковки полягає у розміщенні в ній певного продукту та його збереженні. У наш час основними функціями споживчої упаковки є: захисна, маркетингова та інформаційна. В сучасній торгівлі упаковка і товар – єдине ціле, оскільки саме через споживчу упаковку формується образ закритого в ній товару та приймається покупцем рішення про купівлю.

Використання прогресивних методів продажу у роздрібній торгівлі призвело до збільшення частки фасованих продуктів з використанням зручних і дешевих, але шкідливих для довкілля пакувальних матеріалів, що не піддаються біодеградації. У зв'язку з масовим використанням упаковки постає серйозна екологічна проблема – нераціональне використання ресурсів і глобальне забруднення навколишнього середовища.

Мета роботи полягає у дослідженні екологічних якостей споживчої упаковки та проблеми накопичення відходів упаковки, розкритті інструментів впливу торгівлі на формування екологічного споживання.

У пересічному супермаркеті реалізується більше 5000 асортиментних позицій, кожна з яких має споживчу упаковку. Отже, незаперечним є факт катастрофічно швидкого забруднення навколишнього середовища через короткий термін існування упаковки. Ланцюг «магазин – споживач – смітник» кожне домогосподарство нашої країни проходить майже щодня.

Екологічні якості упаковки – це здатність її при використанні та утилізації не завдавати суттєвої шкоди довкіллю. Абсолютно безпечних для навколишнього середовища видів упаковки немає, оскільки при її утилізації в навколишнє середовище потрапляють найрізноманітніші речовини, у тому числі отруйні та шкідливі для здоров'я.

Єдиного стандарту вимог до упаковки не існує. Вимоги до упаковки продукції містяться в галузевих і державних стандартах, а також у стандартах на конкретний вид продукції. Стандартами жорстко регламентовані вимоги до матеріалів, конструкції й технології пакування продукції, до маркування, транспортування і зберігання, нормується точність дозування продуктів під час фасування.

В сучасних умовах значення упакування зростає особливо під час експорту товарів. Вітчизняні виробники намагаються застосовувати сучасні технології, щоб завдяки якісному упакуванню забезпечити вихід своєї продукції на світовий ринок і конкурувати із зарубіжними товарами. Цьому сприяє Державна програма розвитку виробництва тари і пакувальних матеріалів на період до 2000 року.

У країнах ЄС стандарти щодо матеріалів упаковки створені та контролюються на державному рівні. Обсяг та маса упаковки повинні бути мінімально необхідними для збереження товару, може допускатися мінімальна кількість шкідливих речовин, упаковка повинна бути придатною для багатократного використання, а після закінчення терміну служби – для вторинної переробки

(перероблена в товарний продукт або утилізована в енергетичних цілях), використання первинної сировини повинно знижуватися [1].

Гострою проблемою є небезпека засмічення навколишнього середовища відходами упаковки. За статистичними даними, середній обсяг відходів упаковки в європейських країнах становить 140 кг на людину щороку, а найбільший її рівень фіксується в Німеччині та становить близько 200 кг. Кожен українець генерує не менше 100 кг відходів упаковки, що ставить Україну в один ряд з такими країнами, як Польща та Чехія [2].

Облік обсягів утворення, перероблення та утилізації відходів упаковки як вторинної сировини ведеться на державному рівні не в повному обсязі. Не реалізується європейський принцип розширеної відповідальності виробника, суб'єкти господарювання не несуть відповідальності за подальшу утилізацію використаної упаковки [3].

Найбільш поширений до останнього часу спосіб боротьби із залишками упаковки – вивезення на звалища – вже не вирішує екологічних проблем. Побутові відходи в Україні складаються із близько 40–50 % відходів упаковки. У зв'язку з цим необхідним є здійснення розумного вибору пакувальних матеріалів, впровадження ресурсозберігаючої стратегії розвитку упаковки, забезпечення максимального вторинного використання та належного знищення непотрібних залишків.

Проблема накопичення залишків упаковки особливо сильно відчувається останнім часом у зв'язку з різким зростанням застосування полімерної упаковки.

Майже кожна купівля товарів у магазині закінчується придбанням одного або кількох полімерних пакетів. В Україні на одну особу щорічно припадає понад 500 таких пакетів. Час корисної експлуатації поліетиленового пакету за призначенням майже перевищує 30 хвилин, а період розкладання становить більше 100 років. Тому близько 10 країн світу вже заборонили або обмежили використання полімерних пакетів [4].

Отже, деякі види упаковки можна переробити, деякі повторно використати, деякі утилізувати, а від деяких відмовитися, знайшовши їм альтернативу. Тому сьогодні знову повертаються до екологічних видів упакувань зі скла, паперу, картону, тканин. Для полегшення утилізації відходів упаковки розробляються сучасні матеріали з регламентованим терміном служби, біо-, фото-, водорозкладні пакування, їстівні покриття.

Для привернення інтересу споживача до екологічної упаковки в роздрібній торгівлі можуть бути використані такі елементи комунікації: реклама, стимулювання збуту, зв'язки з громадськістю, персональний продаж [5].

Рекламні засоби інформують покупців про екологічні властивості упаковки та товару, спонукають відмовлятися від «шкідливої упаковки», заохочують покупців приходити до магазину зі своєю тарою (мішечки з тканини, скляні пляшки, харчові контейнери тощо), допомагають створити позитивний образ самого підприємства, як екологічно орієнтованого.

Стимулювання збуту спонукає покупців до здійснення купівлі екологічних товарів. Торговельним підприємствам доцільно використовувати стратегію протягування товару, залучаючи для цього посередників та виробників.

Зв'язки з громадськістю допомагають сформуванню екологічного іміджу, довести, що екологічно орієнтоване підприємство працює не тільки заради прибутку, а й в інтересах всього суспільства.

Під час особистого продажу відбувається безпосередній контакт продавця і покупця, є можливість детально пояснити переваги екологічного споживання. Таку ж інформацію можуть донести до покупців і консультанти у магазині самообслуговування.

Проблему екологічного споживання успішно вирішують екомагазини. Екомагазин в його міжнародному розумінні (ресурсозберігаючий, що збільшує асортимент екологічно безпечної продукції, мінімізує відходи тощо) - це той формат магазину, якого сьогодні не вистачає покупцям, що ведуть активний, здоровий спосіб життя, цікавляться екопродуктами. Нажаль, у зв'язку із низькою платоспроможністю населення України, цей формат привертає увагу покупців преміум-класу. Але такий статус дозволяє налагодити перспективні ділові зв'язки і підвищити лояльність з боку зарубіжних і внутрішніх партнерів. Разом з цікавістю та довірою зростають продажі [6].

З метою вирішення проблеми екологічності споживчої упаковки можуть бути запропоновані до використання наступні заходи у сфері торгівлі:

- прийняття екологічно орієнтованих рішень під час планування та здійснення закупівель;
- підвищення ціни на споживчу упаковку, тим самим мотивуючи споживачів до купівлі товарів без «шкідливої» упаковки;
- формування маркетингової політики торговельних підприємств з урахуванням світової тенденції екологічного та здорового способу життя;
- використання багатооборотної споживчої упаковки;
- підтримка екологічного іміджу шляхом екомаркування товарів та упаковки;
- формування екологічної культури споживачів;
- підтримка формату «екомагазин».

Отже, застосування екологічних вимог у сфері торгівлі повинно призвести до того, що виробництво споживчої упаковки – одне з джерел забруднення – буде модернізоване з урахуванням питань охорони навколишнього середовища.

Список літературних джерел

1. Сирохман І. В. Товарознавство пакувальних товарів і тари: Підручник. І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. К.: – Центр учбової літератури, 2009. – 616 с.
2. Як позбутися відходів упаковки? Р. Ткаченко. Центр досліджень європейського права / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.euointegration.com.ua/experts/2016/04/27/7048074/>
3. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року від 8 листопада 2017 р. № 820-р / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017>
4. 500 торбинок на людину в рік. Поліетиленова біда України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://glavcom.ua/publications/500-torbinok-na-lyudinu-v-rik-polietilenova-bida-ukrajini-459415.html>
5. Екологічний маркетинг: навчальний посібник / А. М. Вічевич, Т. В. Вайданич А. П. Дідович. – Львів: УкрДЛТУ, 2002. – 248с.
6. Всеукраїнська спілка екологічного маркування «Зелена зірка» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://greenstar.org.ua/14-ekologichniy-magazin.html>

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВЗАЄМОУЗГОДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ЕКОЛОГО-ОРІЄНТОВАНОГО РОЗВИТКУ РІЗНИХ СИСТЕМНИХ РІВНІВ

О. М. Тур

Шосткинський інститут Сумського державного університету
AleksandrTur@gmail.com

Сформована стратегія еколого-орієнтованого розвитку національної економіки є важливим елементом гармонійного розвитку держави, який є можливим за узгодження як регіональних так і національних інтересів. Структурно-логічна схема взаємоузгодження стратегій на різних системних рівнях управління і на сьогодні залишається дискусійним питанням, що призводить до появи конфліктів при виконанні національних стратегій на місцях.

За результатами дослідження «Стратегічне планування регіонального розвитку: труднощі та досягнення» більшість експертів (70–80%) вважає, що в першу чергу повинні бути розроблені стратегії вищого системного рівня управління природокористуванням, починаючи з національного, а в останню – стратегії нижчого системного рівня управління природокористуванням. Разом із тим існує думка, що розроблення стратегій має відбуватись у зворотному порядку: спочатку – стратегії нижчого системного рівня управління природокористуванням, потім – вищого. Незважаючи на невелику питому вагу (7,4%), заслуговує на увагу думка експертів, що процес формування стратегій розвитку повинен відбуватись паралельно на всіх системних рівнях управління природокористуванням [1].

Оскільки не існує єдиного погляду стосовно ланцюга формування стратегій різних системних рівнів управління природокористуванням, логічним вбачаємо такі твердження:

– формування стратегій більш високого адміністративного рівня має бути взаємозв'язаним із основними потребами та аспектами розвитку суб'єктів управління нижчих системних рівнів управління природокористуванням, які входять до його складу;

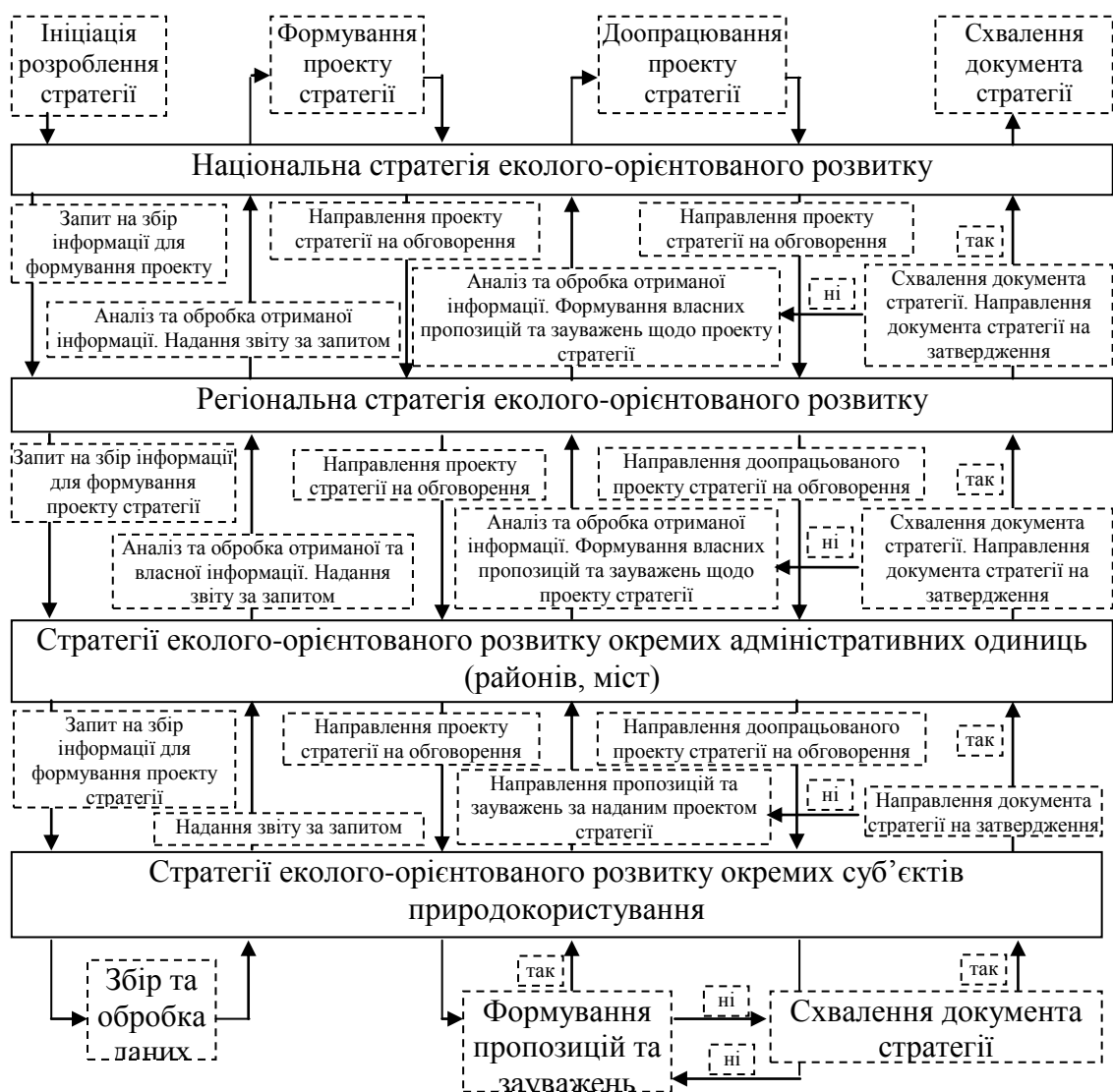
– формування стратегій більш низького системного рівня управління природокористуванням повинне бути узгоджене із сформованою стратегією більш високого системного рівня управління природокористуванням;

– стратегії розвитку всіх системних рівнів управління природокористуванням повинні ґрунтуватися на однакових принципах і бути спрямовані на досягнення таких цілей, завдань та пріоритетів розвитку, що сприяють виконанню цілей, завдань і пріоритетів розвитку адміністративних одиниць вищого системного рівня управління природокористуванням.

Виходячи з наведених тверджень та можливих підходів до процедури взаємоузгодження стратегій, що розглянуті вище, пропонуємо таку структурно-логічну схему формування та взаємоузгодження пріоритетів, цілей, завдань національної стратегії еколого-орієнтованого розвитку (рис. 1).

Держава для формування національної стратегії еколого-орієнтованого розвитку починає процес збору інформації з найнижчих ланок національної економіки. Після отримання необхідної інформації готує та пропонує проект стратегії, що розповсюджується для ознайомлення та коригування в регіони, адміністративні центри та зацікавленим суб'єктам природокористування. Після ознайомлення з проектом документ стратегії, починаючи «знизу», повертається до найвищих органів управління природокористуванням, де ухвалюють рішення

стосовно доопрацювання стратегії з урахуванням пропозицій та зауважень. Доопрацьований документ повторно розповсюджують з метою отримання схвального рішення або виявлення недоліків. На останньому етапі узгодження стратегії з регіональними та місцевими інтересами документ стратегії повертається до найвищих органів управління природокористуванням для подальшого доопрацювання (якщо таке необхідне) чи затвердження (за умови схвального відгуку більшістю адміністративних одиниць). За умови, коли документ було доопрацьовано, потрібно отримати схвальний відгук від адміністративних одиниць та суб'єктів національної економіки.



– процедура, що виконується в рамках механізму стосовно відповідних суб'єктів природокористування.

Рисунок 1 – Структурно-логічна схема взаємоузгодження національної стратегії еколого-орієнтованого розвитку із стратегіями нижчих системних рівнів управління природокористуванням

Схвалений документ національної стратегії еколого-орієнтованого розвитку в цьому разі доцільно використовувати як базу для формування стратегій нижчих

системних рівнів управління природокористуванням, оскільки в процесі його формування має бути враховано основні потреби та аспекти розвитку всіх адміністративних одиниць національної економіки. Виходячи з цього, пропонуємо формування стратегій нижчих системних рівнів управління природокористуванням починати за принципом «зверху вниз», використовуючи схвалені документи стратегій вищого системного рівня управління природокористуванням як базу для формування стратегій нижчих рівнів.

Такий процес підготовки та узгодження документа дасть можливість найточніше врахувати основні потреби та аспекти розвитку регіонів і суб'єктів природокористування національної економіки, підвищить важливість такого документа та відповідальність за його реалізацію з боку державних органів влади.

Виходячи з вищевикладеного, для удосконалення процесів формування та реалізації еколого-орієнтованої стратегії національної економіки доцільно запропонувати таке:

- формування стратегій нижчих системних рівнів управління природокористуванням доцільно починати за принципом «зверху вниз», використовуючи для їх розроблення як базу схвалені документи стратегій вищого системного рівня управління природокористуванням;

- процес взаємоузгодження стратегії повинен стати багатоступеневим, у ході якого буде враховано максимальний обсяг інформації про стан розвитку регіональних та місцевих об'єктів національної економіки, а також буде досягнуто максимальний ступінь взаємоузгодження пріоритетів, цілей і завдань розвитку різних ієрархічних рівнів управління природокористуванням шляхом отримання пропозицій та зауважень щодо розробленого проекту стратегії з подальшим доопрацюванням такого документа та його схваленням на всіх системних рівнях управління природокористуванням;

- реалізація стратегій та їх формування повинні бути відкритими процесами для будь-якого громадянина України. Контроль з боку суспільства за процесом розроблення та впровадження стратегії надасть документу стратегії характеру обов'язковості для різних поколінь можновладців, дозволить своєчасно формувати документ стратегії та здійснювати задекларовані в цьому документі цілі і завдання.

Список літературних джерел

1. Аналітичний звіт «Стратегічне планування розвитку регіонів України» [Електронний ресурс] / Проект партнерства Канада-Україна «Регіональне врядування та розвиток» / Київ, 2007. – 39 с. – Режим доступу. : http://derzhava.in.ua/Lists/2/Attachments/1805/Report_on_Strategic_Planning_for_Ukraine_2007_UKR.pdf (Актуально на 15.10.2018).

РОЛЬ КРИПТОВАЛЮТ У СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ СИСТЕМІ СВІТУ ТА УКРАЇНИ

А.А. Шкіра, О.М. Бормотова, А.М. Шкіра

Хіміко-технологічний коледж імені Івана Кожедуба

Шосткинського інституту Сумського державного університету

ashkira@ukr.net

Актуальність теми дослідження. Світ постійно змінюється і вимагає від його учасників адаптивності до цих змін. Особливо це стосується змін у сфері розрахунків та платежів, оскільки вона безпосередньо пов'язана з розвитком

економіки та добробуту населення. І якщо вивчення ринку криптовалют та його регулювання, як інструменту здійснення розрахунків і платежів, не буде реалізовано своєчасно, то існуючі інститути ризикують втратити фінансові потоки, що беззаперечно вплине на сучасну фінансову систему. Поява нових фінансових інструментів, пришвидшення здійснення фінансових операцій дозволили стрімко збільшити обсяги транскордонних потоків капіталу та більш ефективно розподіляти фінансові ресурси.

Метою дослідження виступає з'ясування положення і статусу криптовалют у світі та в Україні.

Завданням є визначення життєздатності і необхідності криптовалют як фінансового інструменту.

Методи дослідження: діалектичний, аналіз і синтез, індукція.

Об'єктом дослідження є криптовалюти.

Предметом дослідження є всебічний фінансовий аналіз і перспективи криптовалют.

Концепція електронних грошових переказів не така вже й нова: з тих пір, як існує інтернет, існують способи обміну законним платіжним засобом за допомогою електронних засобів [1]. Однак це ще не та криптовалютизм, якою вона є сьогодні.

Якщо в 2013 році біткоїнами користувалися 120 000 людей, то в 2017 – 6,5 млн. До 2030 їх кількість може зрости до 400 млн користувачів. Курс криптовалют постійно коливається. Можливо, ми побачимо за один біткоїн 50000 доларів, можливо і більше, не виключено, що його вартість впаде до 100 доларів.

В основі криптовалют лежить технологія блокчейн. Це ланцюжок блоків, в кожному з яких зберігається інформація за адресами - транзакціями, а сама структура повністю децентралізована. Саме завдяки децентралізації сервери не належать одному кругу осіб й існують сотні тисяч комп'ютерів, на кожному з яких зберігається повна база блокчейна криптовалюти, вся історія транзакцій, баланси рахунків та інше. Щоб коректувати або зламати інформацію, треба змінити її на всіх серверах, якими володіють звичайні користувачі – майнери. З технічної точки зору криптовалюти (як ідея і як технічні механізми її реалізації) - це новітні технології, перспективні рішення, технічний прогрес і тому подібні речі.

Але при цьому з фінансової точки зору криптовалюта, в яку вам пропонують вкладати гроші, це скоріше фінансова піраміда. За нею немає ні будь-якого бізнесу, що генерує дохід, ні навіть просто взагалі будь-якого забезпечення. Ці сурогатні гроші мають вартість лише до тих пір, поки люди вірять в те, що вони щось варті. Варто цій вірі (як вірі в долар або золото) похитнутися, і їх вартість одразу впаде до нуля. Люди, які «інвестують в криптовалюту», думаючи при цьому, що вони «інвестують в нові технології», на жаль, просто обманюють самих себе, не розуміючи різницю між технічною та фінансовою сторонами питання. Тому знову хочемо нагадати - як інструмент торгівлі (спекуляції) будь-яка криптовалюта згодиться без проблем, але як засіб тривалого зберігання – це дуже ризиковано. Завдяки високій волатильності (здатності швидко змінювати вартість) вона вкрай ризикована в якості довгострокового засобу накопичення багатств.

Чи є криптовалюта грошима? Для відповіді на це питання охарактеризуємо відповідність біткоінів як грошових активів постулатам сучасної теорії грошей [2].

Міра вартості - так як біткоін не прив'язаний до економічних благ і цінних ресурсів, а його вартість виражається в різних національних валютах, він служить вимірником цінності товарів і послуг опосередковано, а в самостійному вигляді являє собою лише числа, існуючі в електронному просторі.

Засіб нагромадження - на тлі мінливого обмінного курсу на валютному ринку змінюється і волатильність біткоіна, в результаті чого даний актив не здатний адекватно перенести свою купівельну спроможність у майбутнє, що може посприяти випадковому розподілу грошового капіталу і нестабільності ринкової капіталізації даного фінансового активу.

Абсолютна ліквідність - на даний момент, лише невелика, хоч і зростаюча кількість суб'єктів ринку приймають оплату в формі біткоіна, отже, розглянута криптовалюта не підходить під дану грошову функцію.

Засіб обігу - безумовно, є обіг в економіці, присутній на валютному ринку і користується попитом, проте, його поширення як засобу платежу обмежено - у таблиці 1 представлено регулювання обігу біткоінів в розрізі держав за ступенем обмеження.

Таблиця 1 Обмеження обігу біткоіна в державному розрізі

Відсутність бар'єрів		Наявність бар'єрів	
Вільний обіг	Регламентований обіг	Адміністративна відповідальність	Кримінальна відповідальність
США, Аргентина, Бельгія, Австралія, Чилі, Японія, Індія, Греція, Франція, Естонія	Бразилія, Канада, Сінгапур, Німеччина, Болгарія, Гонконг, Швеція, Швейцарія	Росія, Болівія, Еквадор	Бангладеш

Таким чином, з точки зору грошової теорії, біткоіни не можна повноцінно визначити як гроші.

Що стосується взаємодії біткоіна з реальним і фінансовим секторами економіки, можна виділити як позитивні, так і негативні сторони. Так як він не схильний до контролю, даний актив сприяє різним угодам, виключаючи можливості різних торгових обмежень. Крім того, біткоін унеможлиблює інфляційний вплив на економіку в традиційному розумінні теорії інфляції, оскільки обсяг його емісії обмежений до 21 млн. монет, точніше до $21 \cdot 10^{14}$ частин.

З іншого боку, збільшення пропозиції біткоінів сприятиме зменшенню купівельної спроможності криптовалюти, а при поширенні в якості засобу платежу може вплинути на перевагу ліквідності в реальному секторі і прискорити дефляційні процеси на товарному ринку і ринку послуг, згубні для економіки. Саме цінність її як валюти сильно залежить від неекономічних чинників, таких як злам системи, чутки і пропаганда, політичні рішення великої кількості суб'єктів.

На практиці ж цей фінансовий актив за останні 5 років користувався зростаючою популярністю: в інтернет-просторі було розгорнуто велику кількість маркетингових компаній щодо збільшення розміру обороту. Цей економічний феномен став частиною «моди», а бурхливе обговорення його економічного потенціалу ведеться в центральних банках і державних органах. Загальна

капіталізація усієї криптовалюти світу складала на 1 січня 2018 року 836 млрд доларів, на 1 квітня 2018 року впала до 245 млрд доларів, станом на 1 жовтня цей показник становив 223,4 млрд доларів. Зараз, станом на 1 жовтня 2018 року, на першому місці Біткоїн з капіталізацією 114,6 млрд доларів, на другому Ефір з капіталізацією 23,6 млрд доларів, третє місце посідає Райпл з 23,2 млрд доларів і на четвертому місці - Біткоїн Кеш з капіталізацією у 9,2 млрд доларів. Аналітики вважають, що до 2022 року капіталізація зросте до 20-30 триліонів доларів.

Чому так? Тому, що криптовалюти і біткоїн, зокрема, мають певні переваги. Усі криптовалюти забезпечені:

- децентралізацією, а саме відсутністю так званого центрального органу;
- неможливістю змінювати попередні транзакції;
- надійністю: записи залишаються, аж до самого останнього комп'ютера в світі, про всі попередні транзакції;
- прозорістю: інформація відкрита, доступна і в разі необхідності, легко видобувається і миттєво перевіряється.

Цифрова валюта використовується так само, як традиційна валюта-купюра для покупок і онлайн-платежів, але вона також вважається товаром, як і срібло або золото. Це означає, що цифрова валюта теж вразлива від коливань ринку, як і будь-який інший товар або товарний запас.

Міжнародна практика використання криптовалют свідчить про те, що держави по різному ставляться до її впровадження в обіг. Пояснюється це передусім новизною даного інструменту та відсутністю єдиного визначення категорії «криптовалюта», яка б розкривала її економічну сутність.

Зацікавленість до цифрових валют також поживається в Україні. Сприяє цьому криза вітчизняної банківської системи, нестабільність гривні, мінливий курс валют та інші соціально-економічні труднощі, які сконцентровані на фінансовій системі України.

У березні 2017 р. голова Ради НБУ Б. Данилишин заявив, що «біткоїн, інші віртуальні валюти/криптовалюти є грошовими сурогатами, які не мають забезпечення реальної вартості і не можуть використовуватися на території України як засіб платежу, оскільки це суперечить нормам українського законодавства» [6]. Однак на початку лютого 2017 р. директор із комунікацій «R-Street Institute» (США), політичний аналітик Бен Карнс написав на «Forbes» про те, що Україна є «тихим» лідером у революції цифрових валют: «Україна не могла б оминати пристрасних обіймів Біткоїна завдяки багатьом громадянам, які використовують цю валюту як інструмент хеджування проти крайньої інфляції і нестабільної гривні, що втратила 80% своєї вартості на тлі кризи, що триває. У 2014 році близько 5000 терміналів по всій країні запропонували можливість купити біткоїн за готівку – так само легко, як здійснити будь-яку іншу банківську операцію. У 2016 році один український звіт служби Біткоїн-продажу констатував збільшення попиту в 5 разів і країна фактично стала першим регульованим ринком у світі, де почали пропонувати ф'ючерси на Біткоїн-контракти» [3]. Таким чином, в Україні наявний дисбаланс між економічними реаліями ринку та розвитком законодавства, що ускладнює створення формально-інституціональних норм регламентації процедури емісії та обігу криптовалют і, в свою чергу, посилює можливі ризики на макро- і мікрорівнях.

В Україні на даний час розробляють законопроект, який повинен буде врегулювати обіг криптовалют у країні. Поки що Національний банк разом із

регулятором фінансового ринку, Мінфіном і профільними експертами вивчають питання. Рада фінансової стабільності України 18 вересня 2018 року прийшла до висновку: українці майнять законно. "Члени Ради та запрошені експерти, серед яких були народні депутати, погодилися, що майнінг криптовалют дозволений законодавством. Криптовалюта не може вважатися грошима." – йдеться у її звіті.

Як і раніше, позиція Нацбанку з приводу криптовалют усе ще формується. З одного боку, ігнорувати їхнє існування регулятор не може, а з іншого – не може не взяти до уваги ризику. Головний ризик – немає гарантій. Якщо інвестувати всі гроші в біткоіни, а завтра курс впаде – ніхто не поверне втрачені кошти. Крім того, немає розвинутої інфраструктури (криптовалюту, як засіб оплати, в Україні приймають тільки одиниці компаній), але є ризику шахрайства та крадіжок.

Ще один висновок Ради: курс біткіна розвивався за принципом бульбашки. "Курс біткоіна ріс за моделлю "бульбашки", яка почала "здуватися" із грудня 2017 року. Волатильністю є не тільки ринкова вартість криптовалют, але і число операцій із ними: за перші сім місяців 2016-го середня за день кількість операцій із біткоінами у світі становила 211 000, за аналогічний період 2017-го – 280 000, а в 2018 році скоротилася до 208 000" – йдеться у звіті Ради.

Криптовалюту в Україні можна заробити, купити або подарувати. Раніше заробляти її було легше, але у 2017 р. ситуація змінилася [4]. В Україні «проблематично розплатитися криптовалютою за товари чи послуги, лише одиниці онлайн-магазинів і підприємств вказують на своїх сайтах, що приймають криптовалюту як оплату товарів чи послуг» [5]. UBR.ua підрахувала, що з біткоінами в Україні працюють не більше ніж 20 компаній [6].

Звичайно, зараз в Україні використання криптовалют не досягло таких показників, як у США, країнах Західної Європи чи Південно-Східної Азії. Однак, незважаючи на те, що широка громадськість ще і досі мало знає про криптовалюту, в тому числі і про біткоін, сьогодні Україна входить у топ-5 країн світу за кількістю користувачів різними біткоін-гаманцями. Справа в тому, що біткоін дуже популярний серед українських ІТ-фахівців, які дуже активно інвестують реальні гроші у віртуальну валюту. Також за них можна придбати квитки на концерт, виставку, кіно, театр, цирк, дельфінарій, планетарій. Оплачувати ці послуги криптовалютою стало можливим з жовтня 2015 року. З грудня 2016 року Українська біржа запустила торгівлю ф'ючерсними контрактами на індекс біткоіна. Специфікація контрактів зареєстрована в НКЦПФР. Це фактично перший регульований ринок у світі, який запропонував ф'ючерсні контракти з біткоінами. У 2016 році юридична компанія Axon Partners стала першою українською компанією, що внесла біткоін в свій статутний капітал, що свідчить про те, що криптовалюта знаходить своє застосування в Україні.

Використання криптовалют можна розглядати як варіант оплати товарів і послуг, що істотно розширює можливості ведення аграрного бізнесу, дає можливість проводити розрахунки за сільськогосподарську продукцію та послуги там, де немає банків та інших платіжних систем або ж комісії за банківське обслуговування надмірно високі (наприклад, в деяких країнах Азії). Головна і єдина умова – наявність інтернету [6].

Можливості криптовалюти великі, і прогнозується, що якщо вона показуватиме стійке зростання протягом декількох років, то зростання попиту на неї залишиться високим і на наступні роки. Криптовалюти, зокрема, біткоіни,

набрали чинності, а це також сприяє зростанню попиту. На даний час відомо більше 1500 видів криптовалют. Тільки у 2018 році з'явилося понад 60 їх видів.

Директор Міжнародного валютного фонду Крістін Лагард, виступаючи під час конференції у Банку Англії зазначила, що «у майбутньому Біткоїн та інші криптовалюти замінять центральні та комерційні банки і скасують монополію державних грошей. Зараз віртуальні гроші, на зразок Біткоїна, не загрожують порядку речей, що склався». На її думку, криптовалюти з часом здатні стати стабільнішими за традиційні гроші. Вона закликала банкірів продовжувати «ефективну монетарну політику», але бути відкритими для свіжих ідей та нових вимог, що виникають через розвиток економіки.

Європейський комітет з економічних і валютних питань нещодавно випустив доповідь, в якій проведено аналіз впливу цифрових валют на світову економіку і схвалив використання криптовалюти. Її можна визначити як «цифровий еквівалент вартості, не випущений центральним банком, кредитною установою або інститутом електронних грошей, продукти яких в деяких випадках також можуть бути використані в якості альтернативи грошам» – йдеться в доповіді. Експерти впевнені, що випуск комерційними і державними банками власних криптовалют здатний вплинути на популярність цифрових активів. Це може змінити рівень конкуренції на криптовалютному ринку, що склався зараз.

Але у криптовалют, зокрема біткоіна, існують певні небезпеки.

Перша небезпека: з 2009 року з гаманця Сатоші не був витрачений жодний біткоїн. Тому не треба допускати різкого підйому ціни біткоіна і його капіталізації.

Друга небезпека: 40% біткоінів володіють не більше ніж одна тисяча людей. Крім того, 42% їх власників не продавали активи в період максимальних значень ціни в грудні 2017 року, а 27% продовжили з тих пір нарощувати кількість біткоінів. Як заявили аналітики Diar, 3,8% всіх біткоінів вартістю близько 4,2 млрд доларів зберігаються на п'яти найбільших гаманцях, які, швидше за все є в якості резервного капіталу торгових платформ.

Третя небезпека: біткоїн неможливий без майнінга. У теперішніх нових криптовалют такий майнінг вже непотрібний. Розроблені й існують більш безпечні і дешевші блокчейни, де роль майнера не така вже й велика. Вони також не потребують великої кількості електроенергії.

Блокчейн уже впроваджується в життя. Цьому сприяє ICO. Це нове поняття, що означає початкове розміщення монет. Прикладом є монети проекту STRATIS, які за 2016 рік вирости з \$ 0,007 до \$ 10,58, тобто на 151000 %. За підсумками 2017 року було проведено понад 300 ICO, де зібрано понад \$4 млрд. Це – вчетверо більше, ніж у 2016 році. 2018 рік може стати випробуванням для проектів, що вийшли в 2017 році на ICO. Причина проста: настане час звітувати перед інвесторами та покупцями токенів і показати вже готові блокчейн-сервіси.

Зараз все більше треба проектів, які об'єднують життя і блокчейни. Наприклад, у 2018 році буде запущений ICO проект ArmPack (зараз обсяг ринку 500 млрд доларів на рік), який унеможливує світ від підробок побутових товарів, а також буде скоро корисний мобільний додаток ArmWallet, за допомогою якого можна буде розраховуватися криптовалютою і проконтролювати якість товару.

Висновки

Криптовалюти претендують на роль «нового золота». Вони більш зручні, ніж старе, яке добре блищить, але через інтернет ним розрахуватися неможливо. При цьому жодна з криптовалют не повинна мати домінування над іншими. Також криптовалюту не можна повноцінно визначити як гроші.

На сьогодні зростає зацікавленість пересічних громадян України у використанні криптовалюти, так само як зростає кількість компаній, які працюють з цією валютою. Саме тому першочерговим завданням є розробка нормативно-правових актів на прикладі країн, які вільно використовують криптовалюту та широко впроваджують їх для розрахунків.

За умов постійного вдосконалення ІТ-технологій, належного криптографічного захисту, законодавчого врегулювання, покращення інфраструктури функціонування криптовалют, зважаючи на динаміку їх курсів та загальну капіталізацію, вони займатимуть усе більш помітне місце в житті українців.

Список літературних джерел

1. Колесников О.В. Історія грошей та фінансів: навч. пос. / Колесников О.В., Бойко Д.І., Коковихіна О.О. – Х.: УкрДАЗТ, 2017. – 140 с.
2. Фінансовий аналіз: навч. пос. / Заг. ред. І.О. Школьник / І.О. Школьник, І.М. Боярко, О.В. Дейнека та ін. – К.: Центр учбової літератури, 2016. – 368 с.
3. Carnes B. Ukraine Is Silently Leading A Digital Currency Revolution/ Ben Carnes // The Little Black Book of Billionaire Secrets. – [Електронний ресурс]: MAR 20, 2017. – Режим доступу: <https://www.forbes.com/sites/realspin/2017/03/20/ukraine-issilently-leading-a-digital-currency-revolution/#26c49ac6465c>
4. Біткоїн Україна : Майданчик для спілкування та інформаційний центр щодо використання технологій блокчейн (біткоїн) та інших відкритих розподільчих протоколів в Україні. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.bitcoina.org/theboard/>
5. Ліхачов М. Скромное обаяние биткоина: украинские реалии использования криптовалют. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://forbes.net.ua/opinions/1428255-skromnoe-obayanie-bitkoinaukrainskie-realii-ispolzovaniya-kriptovalyut>
6. С. В. Васильчак Використання криптовалют в сучасних економічних системах України: перспективи та ризики / С. В. Васильчак, М. В. Куницька-Ляш, М. П. Дубина / Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Економічні науки. - 2017. - Т. 19.- № 76. - С. 19-25. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smlnues_2017_19_76_6
7. Гусева І. І. Тенденції розвитку криптовалют на ринку України / Гусева І. І., Петрова Т. О./ Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Економіка і менеджмент. - 2017. - Вип. 24(1). - С. 48-50. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2017_24%281%29__12

СЕКЦІЯ 5
Інформаційні технології,
моделювання та автоматизація

SECTION 5
Information technology,
modeling and automation

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОДГОТОВКИ ФАХІВЦЯ

Г.М. Худолей, Є.М. Мозок

Шосткинський інститут

Сумського державного університету

hudoley1951@gmail.com

Однією з актуальних проблем сучасного виробництва можна назвати постійно наростаючий розрив між соціально необхідним рівнем підготовки кваліфікованих фахівців, затребуваних суспільством, і фактичним рівнем, що отримується в процесі навчання у вищому навчальному закладі [1].

На наш погляд ця тенденція є неминучою в силу постійного лавиноподібного наростання інформаційних потоків та стрімкого розвитку техніки, за якими, з одного боку, не може об'єктивно встигати викладач, а з іншого боку і студенти не в змозі в обмежений час ефективно переробляти інформацію, що надходить.

Разом з тим наука і виробництво з кожним роком все гостріше відчуває дефіцит кваліфікованих інженерних кадрів [2], хоча, як це й не парадоксально, близько 50% випускників вузів щорічно починають свій трудовий шлях з біржі праці. Ситуації, що склалася можна знайти немало причин, серед яких найважливішою, як нам здається, є та, що зазначена на початку.

Справа в тому, що все-таки справді «кадри вирішують все», тобто, від рівня професійної підготовленості, інтелекту, особистісних даних фахівця покликано керувати, проектувати або проводити дослідження в значній мірі залежить потенційний успіх виробництва, його ефективність. І це добре розуміє бізнес. Звідси і така обережність у вирішенні кадрових питань, так як ціна помилки тут дуже велика.

Основною проблемою при вирішенні кадрових питань будь-якого підприємства є, образно кажучи, проблема «кота в мішку», обумовлена вкрай обмеженою, часто однобокою і не завжди достовірною інформацією, що надається претендентами на вакантну посаду.

Як же намагається вирішити зазначену проблему бізнес? Для цього в його арсеналі є цілий набір способів, кожен з яких має свої переваги і свої недоліки. Найпоширеніші з них такі:

так зване «сарафанне радіо», тобто спроба отримати про претендента якомога більше інформації, використовуючи неформальні канали; хоча цей спосіб дуже популярний, але не позбавлений недоліків, пов'язаних із одержанням суб'єктивних і, нерідко, суперечливих оцінок, що надходять від різних джерел;

надання «резюме» є дуже популярним прийомом в процесі відбору претендентів, особливо в країнах з розвинутою економікою, однак цей спосіб має ту особливість, що резюме складається самим претендентом і тому не завжди відрізняється об'єктивністю;

щоб уникнути помилки при формальному розгляді наданих резюме, багато підприємств при відборі претендентів використовують цілу систему спеціального тестування і практикують особисті співбесіди, проте і в цьому випадку результат багато в чому залежить від якості використовуваного тесту і здатності екзаменатора правильно інтерпретувати одержані відповіді на тест і питання співбесіди;

і, нарешті, можна назвати ще один «спосіб», що складається у відсутності будь-якого серйозного відбору, а щоб уникнути серйозних наслідків помилкового вибору, застосовується практика випробувального терміну. Цей «спосіб» може

призвести до значних прямих фінансових втрат, пов'язаних з необхідністю навчання (часто неодноразово) претендента, а також до непрямих втрат, викликаних використанням фахівця, який не відповідає необхідним вимогам.

Нескладно помітити, що жоден з розглянутих підходів не гарантує в належній мірі підприємству безпомилкового підбору фахівця, відповідно до висунутих виробництвом вимог, які, в свою чергу, теж можуть різнитися залежно від кадрової стратегії керівництва підприємством, зокрема:

вимога вузькоспеціалізованої професійної підготовки, що забезпечує глибокі теоретичні знання, практичні навички, і, бажано, наявність практичного досвіду;

вимога універсальної підготовки фахівця, розрахованої на ефективне його використання в суміжних, а, іноді, і в різних сферах професійної діяльності;

мінімальні вимоги до професійної підготовки претендента, обмежені, часто, наявністю відповідного диплома, в розрахунок на його подальшу поглиблену підготовку або навіть перепрофілювання безпосередньо на робочому місці.

Крім зазначених вище вимог до професійної підготовки сучасний бізнес все частіше починає пред'являти до майбутніх спеціалістів вимоги, які дозволяють їм успішно виконувати роботу в команді, формувати так званий «командний дух». В числі таких вимог можна вказати організаторські здібності, комунікабельність, активність життєвої позиції, здатність до самовдосконалення та ін.

Таким чином стає зрозумілим, що для безпомилкового вибору бажаного фахівця необхідно мати досить об'ємну і максимально об'єктивну інформацію про кожного з претендентів, так би мовити «професійно-соціальний портрет». А що є найчастіше в дійсності? За фактом випускника вузу супроводжує малоінформативне додаток до диплому, іноді сумнівної якості резюме, а також розрізнені і часто суперечливі відгуки викладачів і однокурсників. Маючи таку обмежену і не завжди об'єктивну інформацію, роботодавцю вельми складно отримати достовірне уявлення навіть про фактичний рівень підготовки, а тим більше про потенційні можливості і морально-вольові якості претендента.

Подібна ситуація частково викликана труднощами, пов'язаними з необхідністю накопичення величезного масиву інформації з подальшим її не простим аналізом, які в сучасних умовах можуть бути успішно подолані шляхом використання обчислювальної техніки і мережевих технологій. Однак рішення такого завдання наштовхується на складності математичної формалізації і логічного аналізу даних і, як правило, не виходить за рамки моніторингу рівня успішності студента в розрізі дисциплін навчального плану підготовки [2]. Крім того, однією з принципових перешкод при реалізації подібних моніторингових систем є необхідність отримання інформації від великої кількості джерел її створення, розділених територіально і, часто таких, що не підкоряються єдиному керівному органу.

Авторами пропонується ідея створення системи автоматизованого моніторингу якості підготовки фахівців на базі сучасних Інтернет-технологій, що дозволила б не тільки здійснити об'єктивний контроль за фактичною успішністю майбутнього фахівця, а й простежити і навіть проаналізувати його інтелектуальний і професійний ріст протягом всього терміну навчання, дати оцінку його громадської активності та морально-етичних якостей та інше, тобто, ставиться завдання створення «професійно-соціального портрета» випускника, який би його максимально об'єктивно характеризував як фахівця.

На першому етапі планується формування системи показників «портрета», істотних з точки зору вимог роботодавця, проектування бази даних та розподіленої структури джерел отримання інформації, а також апробація системи моніторингу в інформаційному режимі.

На наступних етапах передбачається здійснити розроблення логічної і алгоритмічної структури підсистем аналізу накопиченої інформації для формування професійної та соціальної частин «портрета» з залученням профільних фахівців: педагогів, психологів та ін.

На завершальній стадії розробки буде зроблена спроба використання накопиченої і проаналізованої інформації з метою створення безпосередньо в процесі циклу підготовки фахівця керуючих впливів (ймовірно у вигляді рекомендацій), що будуть мати на увазі завдання корегування «портрету» в бажаному напрямку.

Система моніторингу передбачає функціонування в режимі з обмеженим доступом до персональної інформації, тобто коли кожен з учасників має право доступу тільки до своєї частини бази даних, а користувач-роботодавець отримує на вимогу узагальнену характеристику у вигляді своєрідного «професійно-соціального портрета».

Розробка і впровадження подібної системи моніторингу дозволить, на наш погляд, істотно зменшити ризики і економічні втрати роботодавців, викликані неефективним, а іноді і помилковим підбором фахівців.

Список літературних джерел

Березнякова Г. П. Автоматизация функционирования и проектирования систем оценки качества подготовки специалистов в высшей школе : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.10 "Управление в социальных и экономических системах" / Березнякова Галина Петровна – Воронеж, 2001.

В Украине нарастает дефицит кадров [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://news.finance.ua/ru/news/-/417777/v-ukraine-narastaet-defitsit-kadrov>.

Полупан К. Л. Мониторинг качества образования в вузе в условиях внедрения компетентностной модели подготовки специалиста / Ксения Леонидовна Полупан. // Вестник Балтийского федерального университета им. И.Канта. – 2012. – №11. – С. 41–45.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

І.П. Бурик, М.М. Іващенко
Конотопський інститут СумДУ
burykip@gmail.com

Зараз в промисловості спостерігається інтенсифікація технологічних процесів на основі впровадження ріжучих інструментів з нових інструментальних матеріалів, розширення сфери застосування обладнання з ЧПК, створення роботизованих верстатних комплексів. Ці заходи призводять до підвищення розмірної і геометричної точності виготовлення деталей, підвищують продуктивність праці.

Ускладнення обладнання, що використовується, вимагає і нового підходу до навчання робітників і фахівців при роботі на ньому. Освоєння роботи на

верстатах з ЧПК вимагає застосування сучасних систем CAD/CAM/CAE та імітаційних освітніх технологій. В основі імітаційних методів навчання лежить модель, побудована на підставі норм і правил реальної практичної діяльності. На практиці цей метод часто називають «симуляцією», «симулятором», зустрічається також термін «імітаційна гра».

Для моделювання роботи верстатів із ЧПК нами використовується програмне забезпечення Swansoft CNC Simulation. Воно дозволяє візуалізувати роботу таких систем керування, як Fanuc, Haas, Dasen, Heidenhain, Mazak, Sinumerik тощо. Поряд з цим для отримання практичних навичок корегування G-коду можливе додаткове використання програм, таких як Surfcam NC Editor. Як приклад на рис. 1 наведено зовнішній вигляд симулятора Swansoft CNC Simulation для верстата системи Fanuc 0TD. Для організації самостійних робіт з використанням симуляторів верстатів актуальним залишається розроблення відповідного методичне забезпечення.

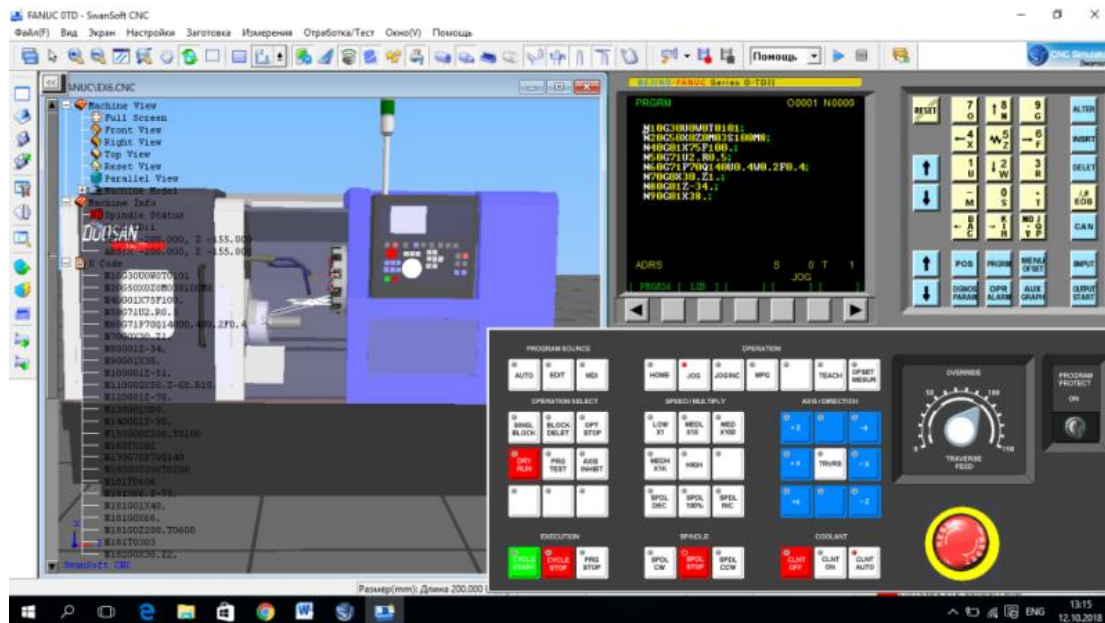


Рис.1. Інтерфейс симулятора для токарного верстата із ЧПК системи Fanuc0TD

Коректне використання симуляторів верстатів з ЧПК дозволяє:

- забезпечити знайомство фахівців із ЧПК різних типів;
- звести до мінімуму матеріальні витрати при навчанні;
- отримати практичні навички програмування верстатів ЧПК;
- проводити заняття в умовах з високим рівнем безпеки робіт.

Поряд з цим симулятори верстатів не володіють властивістю самодостатності. Заняття на них обов'язково повинні бути закріплені безпосередньо практикою роботи на верстатах із ЧПК.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Т.А.Левицкая

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»,
tlevitiisys@gmail.com

Необходимым условием развития экспортного потенциала металлургических предприятий Украины является внедрение конкурентоспособных технологий изготовления непрерывнолитой заготовки. Одним из важнейших свойств, оказывающих значительное влияние на качество непрерывнолитого сляба, являются поверхностные свойства. Получение достоверной информации про них возможно только при использовании комплекса современных методов исследования. Поэтому усовершенствованию методов исследования, изучению физико-химических свойств шлакообразующих смесей и их расплавов уделяется постоянное и значительное внимание. Среди них особо важное значение уделяется методам изучения поверхностных свойств ШОС. В этом направлении является актуальным усовершенствование методик с применением современных способов обработки информации, возможностей персонального компьютера и методов вычислительной математики[1].

В последнее время все большее внимание при экспериментальном исследовании как поверхностного и межфазного натяжения, так и краевых углов уделяется методам, основанным на анализе оцифрованного изображения зоны двух- и трехфазного контакта. Очевидно, что дальнейшее развитие метода неподвижной капли непосредственно связано с разработкой новых методик и специально разработанных алгоритмов, позволяющих производить автоматический компьютерный расчет поверхностных свойств[2-4]. К настоящему моменту времени отсутствуют хорошо апробированные, современные, высокоточные, экспериментальные методы измерения поверхностного и межфазного натяжения, поэтому развитие этого направления актуально и перспективно.

Для проведения экспериментальных исследований поверхностных свойств металлургических расплавов изготовлена из низколегированной стали установка, которая снабжена оптической системой, выполненной с возможностью перемещения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Оптическое изображение исследуемого объекта формируется горизонтальным оптическим микроскопом Stemi SV 11, использование которого необходимо, поскольку ресурсы регистрирующего устройства не позволяют получить четкого изображения. Далее, с помощью черно-белой видеокамеры SONY SPT-M308CE, изображение передается в виде аналогового сигнала на плату захвата изображения (frame grabber) DATA TRANSLATION (DT-3155). Оцифрованное изображение с пространственным разрешением 768x576 пикселей и 256 уровнями серого помещается в память компьютера для дальнейшей обработки с помощью специально разработанных алгоритмов.

Получение профиля капли в пикселях позволяет очень точно определять такие параметры, как углы смачивания, поверхностное натяжение, объем капли и т.д. Важнейшим этапом анализа оцифрованного поля изображения является сегментация и распознавание границ объекта. После анализа известных методов сегментации, целью которого было определить наиболее приемлемый метод для анализа оцифрованного изображения лежащей капли, установлено, что

глобальный и локальный методы малопригодны для определения профиля лежащей капли.

Целесообразно применять градиентные методы, которые основаны на том, что на границе между двумя объектами с различной освещенностью имеет место резкое изменение интенсивности, которое легко фиксируется вычислением градиента уровня серого, направление которого перпендикулярно границе раздела объектов. Величина градиента в пределах объектов с однородным освещением стремится к нулю. Градиентные методы, в отличие от других методов, позволяют выделять все границы в обрабатываемом изображении, независимо от количества имеющихся объектов и освещенности. Для вычисления градиентов применяются различные дифференциальные операторы или маски.

Детектирование границ капли нами осуществлялось в три этапа, по методу, описанному в работах [5-6]. На первом этапе во всем поле исследуемого изображения применяется оператор для вычисления градиентов по столбцам и по строкам. Пиксели с наибольшим по модулю значением градиента интенсивности выбираются для дальнейшей обработки. На втором этапе в горизонтальном, вертикальном и диагональном направлении сравниваются величины градиентов интенсивности для отобранных на первом этапе пикселей, и выбирается максимальный по значению. В его направлении производится аппроксимация натуральным кубическим сплайном при определенных граничных условиях. Выбирается координата точки пересечения уровня интенсивностей серого (полусумма верхнего и нижнего плато) и аппроксимирующей кривой. На третьем этапе методом наименьших квадратов для каждой из пяти последовательных точек вдоль профиля лежащей капли подбирается полином второго порядка. Пиксели границы капли, которые используются для дальнейшей математической обработки, вычисляются как средняя точка такой полиномиальной кривой.

Список литературных источников.

1. Левицкая Т.А. Применение информационных технологий для автоматизации расчетов термодинамических характеристик поверхностного слоя / Т.А. Левицкая // Вісник Приазовського державного технічного університету.– ПДТУ: Маріуполь, 2014.– №29.– С. 199-205.

2. Федосова И.В. Особенности построения эмпирического описания контура капли в автоматизации расчетов поверхностных свойств расплавов/ И.В. Федосова, Т.А. Левицкая // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка: Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2015. – Вип. 1(20). – С. 119-125.

3. Левицкая Т.А. Автоматизация процесса расчета плотности и поверхностного натяжения/ Т.А. Левицкая // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка: Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2015. – Вип. 2(21). – С. 105-110.

4. Левицкая Т.А. Разработка программного комплекса для обработки цифрового изображения лежащей капли в исследованиях поверхностных свойств расплавов/ Т.А. Левицкая // Системи обробки інформації. Інформ. проб. теорії акустик., радіол і телеком. систем: Зб. наук. праць. –Харків: ХУПС, 2015. – Вип. 10(135). – С. 219-222.

5. Левицкая Т.А. Автоматизация процесса расчета плотности и поверхностного натяжения/ Т.А. Левицкая // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка: Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2015. – Вип. 2(21). – С. 105-110.

6. Левицкая Т.А. Математический аппарат для обработки контура лежащей капли/ Т.А. Левицкая, Е.Е. Пятикоп, Тельных Л.В. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка: Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2016. – Вип. 2(23). – С. 86-91.

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ УНІВЕРСАЛЬНОГО АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО ПРИСТРОЮ ВВОДУ-ВИВODУ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ ЗА СИСТЕМОЮ БРАЙЛЯ

Є.М. Мозок¹, Є.С.Тарануха², О.В.Карпенко², О.І.Карась²

¹Шосткинський Інститут СумДУ, ²ШСШ I-III ступенів № 1
mozokevgen@gmail.com, jenuataran55@gmail.com

Для читання та написання текстів незрячими одним із всесвітньо прийнятих методів є система Брайля. Апаратні пристрої для використання з персональними комп'ютерами (ПК) та мобільними пристроями (МП) є досить дорогими [1]. Програмні засоби для забезпечення вводу та зворотного зв'язку [2] наразі присутні лише як наукові модельні розробки і не доступні широкому колу користувачів. Одним із популярних рішень для вводу даних на МП є віртуальна сенсорна клавіатура за системою Брайля, зі зворотнім аудіо каналом. Таке рішення не задовольняє потреби людей з вадами зору і слуху. Тому існує необхідність у розробці універсального апаратно-програмного пристрою для використання з ПК та МП, що забезпечує можливість вводу та виводу текстових даних за системою Брайля.

Метою даною роботи є розробка структури універсального апаратно-програмного пристрою вводу-виводу текстових даних за системою Брайля. Основним критерієм при розробці є забезпечення мінімальної вартості при достатній доступності і функціональності кінцевого продукту. Додатковим завданням є розробка моделі з'єднання та використання пристрою з МП, та виготовлення тестового зразка.

Виходячи із поставленого завдання була обрана наступна апаратна структура пристрою (рис 1.а). Для зменшення кінцевою собівартості та габаритних розмірів було вирішено не використовувати окремі елементи живлення. Так як пристрій передбачає використання з ПК або МП, то в якості ліній живлення і даних буде використаний інтерфейс USB. Використання даного інтерфейсу накладує умови на ЦП, а саме - обраний контроллер повинен мати апаратну реалізацію інтерфейсу USB. Цим умовам задовольняють мікроконтролери сімейства ATmega32U4 та STM32F102(STM32F103). Для побудови тестового зразка була обрана плата Arduino Leonardo на базі МК ATmega32U4. Для організації вводу інформації можливе використання сенсорних кнопок, що забезпечує гнучкість побудову та мінімальні габаритні розміри пристрої. При побудові тестового зразка була використана кнопочна мембранна клавіатура. Для забезпечення зворотного зв'язку можливе використання міні мікродвигунів, встановлених сумісно з блоком кнопок.

Використання вказаних апаратних засобів дозволяє створити пристрій, що задовольнить поставлені критерії.

Для вирішення поставленої мети був розроблений алгоритм функціонування апаратно-програмного пристрою. На рисунку 1б представлений алгоритм роботи модуля вводу інформації, на рисунку 1в - алгоритм модуля виводу інформації.

Модель використання пристрою передбачає роботу в режимі зовнішньої клавіатури. При під'єднанні до ПК або МП клас пристрою визначається відповідно до стандарту USB HID Consumer Control. Виходячи з цього для реалізацію інтерфейсу передачі на ПК або МП не потрібно встановлювати додаткового програмного забезпечення, реалізація роботи здійснюється завдяки вбудованій мікропрограмі пристрою.

При роботі в режимі виводу інформації необхідно передавати поточні текстові дані з ПК або МП до пристрою, що потребує додаткової програмної реалізації на стороні ПК або МП.

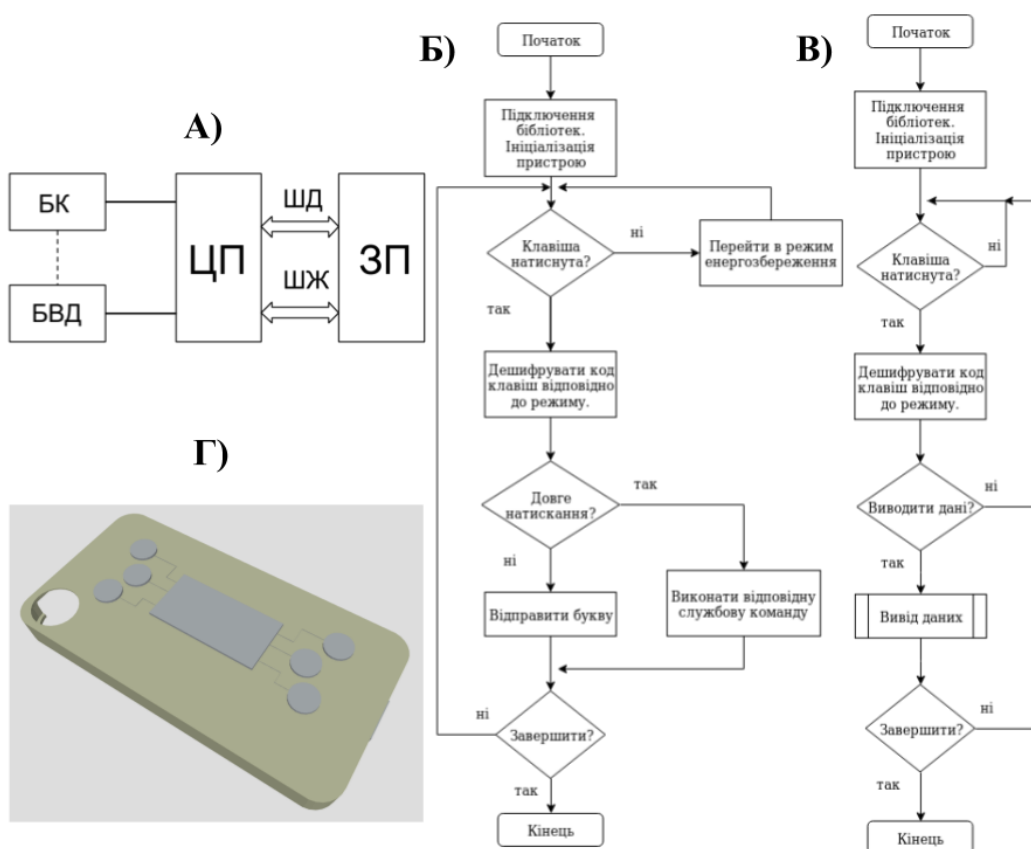


Рис. 1 а) Структура пристрою б) Алгоритм вводу в) Алгоритм виводу г) Модель кейсу МП

ЦП - центральний пристрій, БК - блок кнопок, БВД - блок вібродвигунів, ЗП - зовнішній пристрій, ШД - шина даних, ШЖ - шина живлення.

Для зручності використання пристрою в якості зовнішньої клавіатури МП доцільною формою реалізації є формат кейсу МП. Розроблена тривимірна модель кейсу МП з інтегрованим пристроєм вводу-виводу представлена на рисунку 1г.

В результаті проведеної роботи розроблена структура та алгоритм функціонування апаратно-програмного універсального портативного персонального пристрою для вводу виводу текстових даних за системою набору Брайля для використання з персональними комп'ютерами та мобільними

пристроями. Проектом передбачена можливість забезпечення зворотнього зв'язку для користувача.

Список літературних джерел.

1. Магазин для незрячих. Портативний дисплей Брайля Focus 14 Blue [Електронний ресурс] / Магазин для незрячих – Режим доступу до ресурсу: <http://www.trostri.com.ua/focus-14-blue.html>.
2. Rantala J. Methods for Presenting Braille Characters on a Mobile Device with a Touchscreen and Tactile Feedback / J. Rantala, R. Raisamo, J. Lylykangas. // IEEE Transactions on Haptics. – 2009. – №2. – С. 28 – 39.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (AR) ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IOT) ДЛЯ НАВЧАННЯ ОСНОВАМ ПРОГРАМУВАННЯ ШКОЛЯРІВ МОЛОДШИХ КЛАСІВ.

П.С. Пата, О.О. Андрусенко, Є.М. Мозок

Хіміко-технологічний коледж імені Івана Кожедуба ШІ СумДУ,
Шосткинський інститут Сумського державного університету
pspata@yandex.ua

З недавніх пір в тренди технологій вийшла доповнена реальність. Доповнена реальність (AR, Augmented Reality) – доповнення цифровими об'єктами реального світу за допомогою різних гаджетів (смартфонів, планшетів, портативних пристроїв). На даному етапі розвитку це досить ефективна технологія для візуалізації освітніх ідей та наочності освітніх ресурсів.

Сучасне втілення цієї технології найчастіше має такий вигляд: перед веб-камерою, підключеною до комп'ютера або камерою смартфона/планшета розміщується спеціальне зображення-маркер. Це може бути двомірне зображення, віддруковане на простому аркуші паперу. Спеціальна програма, запущена на комп'ютері, аналізує отримане зображення з камери і доповнює його на екрані монітора віртуальними об'єктами. Звідси і назва технології – «доповнена» або «збагачена» реальність.

В теорії все має дуже простий вигляд, однак на практиці робота системи AR досить складна. Комп'ютер повинен практично в реальному часі зробити наступні операції. По-перше, знайти в кадрі спеціальну мітку-маркер, яка позначає необхідність вставити в зображення віртуальний об'єкт. По-друге, розпізнати маркер, щоб зрозуміти, з яким саме віртуальним об'єктом він пов'язаний. Але цього мало: комп'ютер повинен ще визначити, в якому становищі знаходиться маркер (як він орієнтований відносно користувача).

Після отримання цієї інформації, і її обробки система вставляє відповідний тривимірний об'єкт в реальне зображення, що видається на екран. Причому тривимірний віртуальний об'єкт правильно розташований відносно маркера і взаємодіє з ним за заданими правилами – наприклад нахилиється разом з маркером, надрукованим на сторінці журналу. В якості маркера може виступати будь-який предмет або зображення, хоча для спрощення розпізнавання мітку часто роблять контрастною і легко помітною.

В даній статті нас цікавить одна з очевидних сфер застосування AR – освіта.

По перше, це звичайно ж створення навчальної літератури нового покоління, адже для друку на сторінках книги маркерів для AR не треба ніяких особливих витрат. Зате, як пожвавиться, в прямому сенсі цього слова, сторінка книги, якщо, приміром, учень побачить на ній тривимірне зображення піраміди Хеопса або

першої парової машини Уатта. Для цього навіть не обов'язкові спеціальні пристрої, хоча вони наразі проєктуються і створюються перші зразки. Досить планшету або комунікатора з відносно широким екраном. При цьому, переміщаючи підручник можна розглянути доповнений віртуальний об'єкт в різних ракурсах і масштабах.

З розвитком AR, перетвориться так само і набір наочних посібників – адже необхідність громіздких макетів знизиться. Вчителю досить розмістити невелике зображення – маркер перед камерою, і спроектувати на екран вже доповнене комп'ютером зображення, що вигідно відрізняється тим, що його вільно модифікувати, обертати, масштабувати. З'явиться можливість, не виходячи за межі класу, розглядати тривимірні зали та виставки світових музеїв.

Ми пропонуємо вивчення основ програмування і алгоритмічній будові за допомогою технологій доповненої реальності та інтернету речей. В якості представника світу інтернету речей використовуємо макет іграшкового будинку, на якому розташовані основні елементи розумного будинку (датчики навколишнього середовища, виконавчі пристрої, контролер управління тощо).

Програмування розумного будинку (а саме вимірювання параметрів навколишнього середовища, відкриття/закриття дверей, керування ліфтом і т. п.) відбувається за допомогою магнітних карток з маркерами доповненої реальності, за допомогою яких можна зібрати програму на металічній дошці, або прямо на парті. При наведенні камери смартфона/планшету або веб-камери комп'ютеру, використовуючи інтернет-сторінку, зібрана програма зчитується та команди керування передаються до контролеру управління через мережу інтернет та послідовно виконуються на макеті будинку.

Ще однією новизною при використанні технологій доповненої реальності є створення ігрових ситуацій на уроках по вивченню навколишнього світу. Наприклад при дії на датчик вологості можна на екрані досліджувати ріст рослин та підтримувати їх життєдію.

Особливо дані приклади ефективні в рамках розвитку дитини в новій українській школі, де учні досліджуючи навколишнє середовище вивчають принципи роботи з технологіями широкого використання, які можуть стати у нагоді в дорослому житті.

В результаті реалізації подібних проєктів не лише відбувається популяризація AR та окреслення перспективи її застосування, а і залучення учнів у дослідження, розробляючи для цього навчальні ситуації, використовувати сучасні технології, інструменти та способи діяльності для досягнення якісного результату. Узагальнюючи сказане можна стверджувати, що доповнена реальність є багатообіцяючим інструментом навчання в загальноосвітній школі майбутнього, що має принципово нові можливості візуалізації, особливо корисним в навчанні в підлітковому віці.

Список літературних джерел.

1. Azuma, Ronald T. "A Survey of Augmented Reality." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4 (August 1997), 355 – 385
2. Lamanauskas V., Vilkonis R. (2007). *Pedagogical Evaluation of the new teaching/learning Platform based on Augmented reality technology: prototipe 1. Science and technology Education in the central and eastern Europe: Past, Present and Perspectives. 6th IOSTE SCE Europe, 17-21 June 2007, Siauliai, Lithuania. Ed. Vincentas Lamanauskas and Gintaras Vaidotas. P.88-87.*

3. Vilkoniene M., Lamanauskas L., Vilkonis R. (2007). Pedagogical Evaluation of the Teaching/learning Platform based on Augmented Reality Technology: the Opinion of Science teachers. Informatikon & Communication Technology in Natural Science education – 2007., 2-5 December 2007, Siauliai, Lithuania. P. 181-210.

4. Матвієнко Ю.С. Застосування технології доповненої реальності в освітній галузі, тези доповідей на III Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції молодих учених та студентів «Новітні інформаційно-комунікаційні технології в освіті» (м. Полтава, 18-19 листопада 2015 року), 2015 рік

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ ЖИДКОСТИ В СИСТЕМЕ ПРОГРАММ LABVIEW

Г.А. Васильев, А.Г. Серяков, В.А. Щеголькова

Шосткинский институт Сумского Государственного Университета.

chostka1@rambler.ru

В настоящее время в промышленности и коммунальном хозяйстве достаточно остро стоит вопрос энергосбережения. Значительные количества энергии тратятся при перекачивании жидкостей и газов. Регулирование объемов перекачиваемых сред часто осуществляется путем дросселирования (введением в нагнетающую магистраль разных заслонок) [1]. Данный способ транспортировки жидкостей и газов обладает рядом существенных недостатков:

он достаточно материалоемкий;

при малом статическом напоре и больших необходимых диапазонах изменения подачи данный способ регулирования оказывается неэкономичным.

Эти недостатки можно существенно уменьшить при регулировании перекачиваемых объемов жидкости с помощью управляемого электропривода. Регулирование перекачиваемых объемов осуществляется путем изменения частоты вращения двигателя насосов.

Целью настоящей работы являлось создание системы управления электроприводом, которая бы обеспечивала подачу заданного объема жидкости в строго определенные моменты времени с минимальными потерями энергии в соответствии с технологическим регламентом.

В работе были рассмотрены вопросы выбора двигателя и насоса для перекачивания жидкости в промежуточный резервуар, а также составлена программа управления двигателем. Для создания программы управления электроприводом было решено применить пакет программ LabView 8.5 [2].

Это обусловлено следующими причинами:

программа, (в LabView она называется виртуальным прибором), имеет очень удобный интерфейс пользователя, выполненный как стенд (Рис. 1) и легко осваивается операторами;

программа легко перенастраивается при изменении параметров технологического режима даже не специалистами в программировании.

Разработанная система управления электроприводом позволяла:

устанавливать требуемые параметры питания двигателя для изменения его скорости в моменты времени t_i ;

устанавливать время t_n , при котором скорость двигателя не изменяется и обеспечивается необходимая производительность насоса Q_n ;

устанавливать время разгона и торможения двигателя t_{ij} , при котором не происходит механической перегрузки двигателя.

На Рис.1 представлена лицезва панель управління двигателем в программе LabView, которая одновременно является и пультом управления электропривода. На этом пульте можно задавать (левый ряд регуляторов) управляющие напряжения, обеспечивающие необходимую скорость вращения двигателя. Средний ряд регуляторов позволяет задавать время работы электропривода в каждом режиме. Правый ряд регуляторов позволяет устанавливать время разгона и торможения двигателя. Пуск и остановка программы управления осуществляется нажатием кнопки «пуск/стоп». Время разгона и торможения можно задавать с помощью переключателя в минутах или секундах.

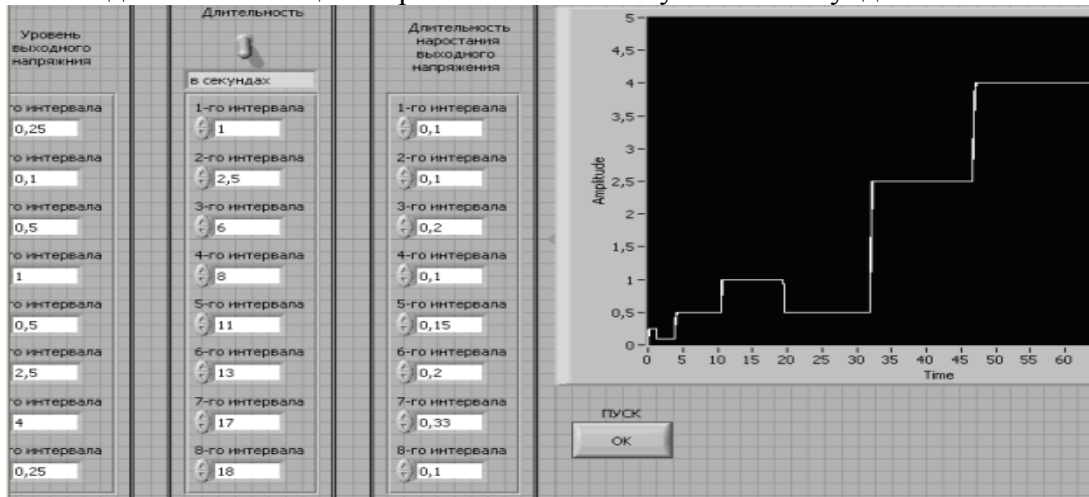


Рис.1 Лицевая панель управления в LabView.

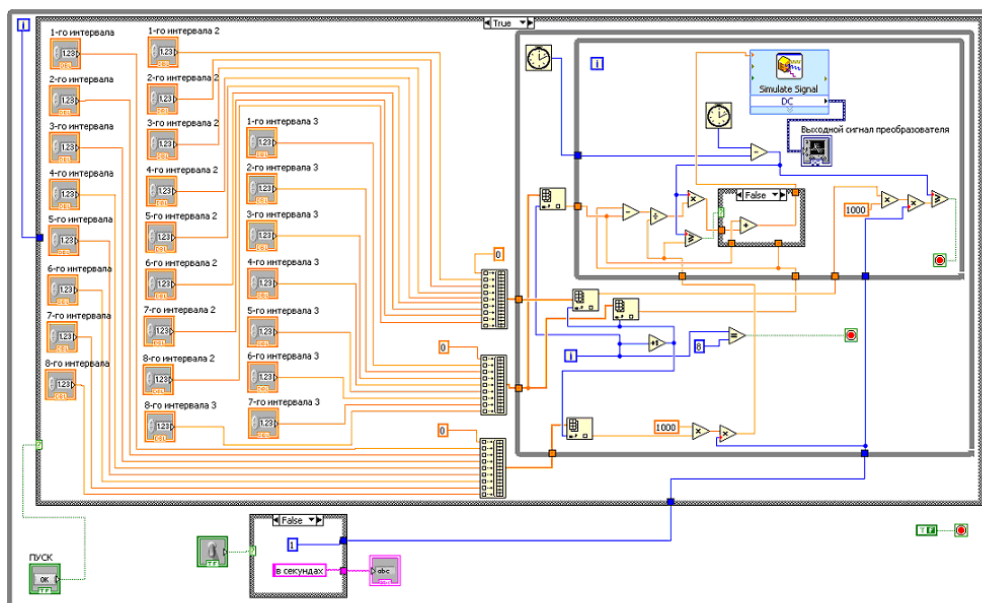


Рис.2 Программа управлением двигателем (диаграмная панель)

Примененная схема управления электроприводом позволяет значительно снизить динамические нагрузки на двигатель, насос, уменьшить гидравлический удар при пуске системы, а главное – значительно сократить потери электроэнергии при питании двигателя. Разработанная система управления позволяет не только задавать режимы работы (установившиеся скорости

вращения двигателя), но и изменять время нарастания скорости при пуске и торможении, то есть активно вмешиваться в динамические режимы работы привода во всем цикле управления.

Программа управления достаточно гибкая, легко перенастраивается и может быть применена и в других системах перекачивания жидкости. При введении в систему управления датчика расхода жидкости такая система может быть применена в системах подпитки воды в многоэтажных домах, в насосных станциях и так далее.

Список литературных источников.

1. Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции с центробежными насосами. – М.: Стройиздат, 1983. – 204 с.
2. Клеменьтьев Е.К. Основы графического программирования в LabView, из-во СГАУ, Самара, 2002, с.65.

МЕТОД ПОБУДОВИ ОВЕРЛЕЙНОЇ МОДЕЛІ УЧНЯ НА ОСНОВІ НАВЧАЛЬНОГО ТЕКСТУ

В.А. Щеголькова, А.Г. Серяков, А.І. Акуліна

Шосткинський інститут Сумського Державного Університету
waliborman@gmail.com

На сьогоднішній день найбільш відомими способами представлення знань про студента є стереотипна і оверлейна моделі. Перша використовується для адаптації до груп, друга дозволяє повністю індивідуалізувати навчання.

Оверлейна модель є функцією засвоєння на концептному графі предметної області. Залежність від структури навчального матеріалу не дозволяє зробити її універсальною для всіх систем. Також, якщо предметна область велика, то її побудова стає трудомістким процесом. Таким чином виникає задача автоматизованого способу побудови структури предметної області, а разом з цим і оверлейної моделі учня, яку зручніше представити у вигляді графа.

Структура предметної області заснована на навчальному матеріалі, зокрема, на навчальних текстах. Тому можна скористатися результатами досліджень в області автоматичного структурування великих масивів тексту. Попередній огляд літератури [1,2,3] та інших джерел показав, що в загальному випадку ця проблема поки що не має однозначного і ефективного рішення.

Розв'язання нашої задачі в порівнянні із загальною полегшено тим, що для навчання зазвичай надається розмічений текст. Він розділений на розділи і підрозділи, виділені основні поняття і вправи, визначено функціональне призначення окремих фрагментів. Т.ч. автоматизоване створення графа предметної області на розміченому текстовому матеріалі виглядає більш оптимістично.

Нехай задана нормативна модель учня у вигляді множини $tr_j, (j = \overline{1..n})$ ключових слів, які представляють вимоги до знань і вмінь. Концептом K назвемо неподільний елемент предметної області, призначений для вивчення учнем і оцінюваний системою. Формально концепт можна представити у вигляді кортежу $K = (id, tr, keys)$, де id - унікальний ідентифікатор, tr - ключове слово, яке визначається концептом (може бути відсутнім), $keys$ - список ключових слів, які зустрічаються в тексті концепту.

Нехай навчальний текст складається з множини концептів $K_i, (i = \overline{1..m})$. Скористаємося логічною впорядкованістю тексту і пронумеруємо концепти в порядку їх слідування в навчальному матеріалі.

Побудуємо орієнтований граф $G(K, E)$ концептів предметної області на основі зв'язку за ключовими словами. Для цього визначимо множину зв'язків E .

Концепти K_p і K_q знаходяться у відношенні $K_p \Rightarrow K_q$ («Для вивчення K_q необхідно знати K_p »), якщо ключове слово tr_p концепту K_p знаходиться в списку ключових слів $keys_q$ концепту K_q . У матриці інцидентності таким парам поставимо у відповідність значення 1, зворотному відношенню поставимо у відповідність значення -1.

Предметна модель учня може бути представлена як функція на множині пов'язаних концептів. Надання індивідуальних фрагментів матеріалу для вивчення є однією з головних її задач. При цьому сформований фрагмент повинен бути: 1) тематично пов'язаний з деяким поняттям або групою понять; 2) перебувати в зоні найближчого розвитку учня; 3) в разі потреби доповнений коригуючих матеріалом.

Для виявлення фрагментів (перша умова) скористаємося ідеєю «острівної кластеризації», запропонованою в роботі [3] для тематичного групування великих фрагментів текстів і зведення їх в ієрархічну структуру. Реалізуємо ідею щодо нашої задачі за допомогою наступного методу.

Вхідні дані: $G(K, E), \{tr_j\}$ // Граф концептів і множина ключових слів.

Вихідні результати: $\{G_{id}(K', E')\}$ // Множина підграфів-островів.

Спочатку призначимо концепти, що визначають ключові слова, центрами островів.

$\forall j = 1..n$

$\{ G_{id} \leftarrow K_{id} //$ Призначити концепт центром острова

$Count_{id} = 1 //$ Порахувати кількість концептів острова

$C \leftarrow id //$ Занести ідентифікатор концепту до множини центрів

$Pro \rightarrow K_{id} \}$ // Вилучити концепт із множини вільних концептів

Складемо рекурсивну функцію обходу підграфа центру.

Функція $Add(Rod)$

$Inc_{Rod} //$ Обчислити множину інцидентних концептів

якщо $Inc_{Rod} \neq \emptyset$, то

$\{ \forall K_i \in Inc_{Rod}$

якщо зв'язок $Rod \Rightarrow K_i$ тільки один для K_i , то

$\{ G_{idRod} \leftarrow K_i //$ Занести K_i до породжуючого острова

$Count_{idRod} = Count_{id} + 1 //$ Збільшити кількість концептів острова

$Pro \rightarrow K_i //$ Вилучити K_i із множини вільних концептів

$Add(K_i) \}$ // Застосувати функцію Add до K_i

Якщо зв'язок $Rod \Rightarrow K_i$ не єдиний для K_i , то

$\{ Rod_{K_i} //$ Визначити множину концептів, які породжують K_i

```
idmax(RodKi) // Знайти максимальне id для цієї множини  
Gidmax ← Ki // Занести Ki в острів з ідентифікатором idmax  
Countidmax = Countidmax + 1 // Збільшити лічильник кількості концептів  
Pr o → Ki } // Вилучити Ki з множини вільних концептів  
} // Кінець функції  
Віднесемо вільні концепти до конкретних островів.  
∀id ∈ C  
{ Add(Kid) }
```

Може виявитися так, що деякі острови будуть маленькими. В цьому випадку потрібно поєднати їх з більшим і відповідним за змістом островом. Обмежимо мінімальну кількість концептів острова величиною T .

```
∀id ∈ C, де Countid < T // Для всіх островів, розміри яких < T  
// Приєднаємо їх до найближчого острова серед породжуючих або нащадків  
{ id min =  $\min_{l \in \text{Inc}_{id}, \text{Rod}_{id}} (id_l - id)$  // обчислити номер найближчого острова  
Gidmin ← Gid // Приєднати поточний острів до знайденого сусіда  
Countidmin = Countidmin + Countid // Змінити кількість концептів  
C → id } // Вилучити id маленького острова зі списку островів
```

В результаті отримаємо множину тематичних островів, кожен з яких можна вважати змістовним фрагментом.

Друга і третя умови забезпечують індивідуалізацію навчання. Вони реалізуються шляхом адаптації фрагментів матеріалу на підставі таких параметрів, як рівень знань, список помилок, здатність до навчання і т.д. Ці питання будуть розглянуті у майбутніх публікаціях.

Список літературних джерел.

1. Виноградова Н.В., Митрофанова О.А., Паничева П.В. Автоматическая классификация терминов в русскоязычном корпусе текстов по корпусной лингвистике // Труды 9ой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции», - RCDL'2007. <http://www.dialog-21.ru/dialog2007/>

2. Ермаков А.Е. Автоматизация онтологического инжиниринга в системах извлечения знаний из текста // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: труды Международной конференции Диалог'2008. – Москва, Наука, - 2008.

3. Киселев М. В. Метод кластеризации текстов, учитывающий совместную встречаемость ключевых терминов, и его применение к анализу тематической структуры новостного потока, а также ее динамики / М. В. Киселев, В. С. Пивоваров, М. М. Шмулевич // Интернет-математика 2005. Автоматическая обработка веб-данных, - М. -2005. - с. 412-435.

СЕКЦІЯ 6

Філософсько-методологічні та
соціальні аспекти виробництва

SECTION 6

Philosophical and methodological
and sociological aspects
of production

МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ НАУКОВЦІВ ВНДІЛК І ПОЛЬСЬКОЇ НАРОДНОЇ РЕСПУБЛІКИ У ДРУГІЙ ПОЛОВИНІ ХХ СТОЛІТТЯ

С.М. Базиль

Глухівський національний педагогічний університет ім. О. Довженка
bsm-sveta@ukr.net

Всесоюзний науково-дослідний інститут луб'яних культур (далі ВНДІЛК) був створений на півночі України у м. Глухові в 1931 році як головний науковий заклад країни у галузі коноплярства. Його творчий і науковий шлях неподільно пов'язаний із історією і розвитком всієї вітчизняної сільськогосподарської науки.

Вибір Глухова для організації інституту був зроблений не випадково, тому що Чернігівська (до якої входила в той час частина нинішньої Сумської області), Курська, Орловська і Брянська області були основними коноплесіючими областями колишнього Радянського Союзу. Крім того у м. Глухові містився конопляний учбово-дослідний радгосп. Тому вчені мали можливість проводити дослідження безпосередньо на конопляних полях [5, арк. 7].

В другій половині ХХ століття волокна конопель і льону широко використовували при виготовленні тканин для одягу і різних побутових виробів, а насіння - для отримання рослинної олії. Крім того, волокно конопель і льону було важливим джерелом сировини для текстильної промисловості і для продажу на експорт. Тісна співпраця в питаннях покращення старих сортів і виведення нових, а також обмін досвідом були важливими аспектами співпраці із міжнародними партнерами. Зокрема одним із таких напрямків співпраці був науковий обмін із вченими-аграріями Польської Народної Республіки (далі ПНР).

Питання двосторонньої співпраці вчених ВНДІЛК і ПНР раніше не ставало об'єктом наукового дослідження, тому основним завданням цієї роботи є характеристика і аналіз певних етапів міжнародної співпраці вчених обох країн. Для написання статті були використані матеріали Відомчого архіву Інституту луб'яних культур Української Академії аграрних наук, зокрема особові справи співробітників інституту, звіти про закордонні відрядження та звіти відділів про наукову діяльність.

1949 року на противагу американському «Плану Маршалла». РЕВ передбачала тісне економічне співробітництво країн. До складу цієї організації входили країни соціалістичного табору. ПНР була однією із країн-засновників Ради і постійним її учасником [6, арк. 12].

Перший обмін досвідом вчених ВНДІЛК і ПНР відбувся у травні 1979 року. Вітчизняна делегація у складі Є.Г. Труша (ВНДІ льону) і Г.С. Степанова (ВНДІЛК) була направлена до Польської Народної Республіки строком на 10 днів (з 25.05.1979 р. по 03.06.1979 р.) для роботи за темою: «Агротехніка і селекція льону-довгунцю і конопель» [2, арк. 41].

Представником від лубінституту на Вченій Раді ВНДІЛК не випадково було обрано Геннадія Степановича Степанова. Майбутній вчений у 1961 році закінчив агрономічний факультет Чуваського сільськогосподарського інституту. У 1964 – 1967 рр. навчався в очній аспірантурі ВНДІЛК по спеціальності «Загальне землеробство». Після закінчення навчання з 21.03.1967 р. працював у відділі селекції і насінництва ВНДІЛК в якості наукового співробітника. 1968 року захистив кандидатську дисертацію на тему: «Строки збирання нових селекційних сортів конопель» і отримав звання кандидата сільськогосподарських наук.

З метою посилення робіт по селекції льону-довгунця у складі відділу селекції, генетики і насінництва конопель наказом № 27 від 07.02.1979 р. була створена лабораторія генетики і селекції льону. Завідуючим новоствореної лабораторії був призначений Г.С. Степанов [2, арк. 28].



Фото 1 Степанов Геннадій Степанович [2, арк. 29]

Вчений мав вагомий досвід у вивченні і відтворенні нових сортів луб'яних культур. Він був співавтором двох сортів і одного гібриду конопель. Починаючи із 1974 р. плідно займався селекцією льону-довгунця для північно-східних районів Поліської зони УРСР. Мав 46 опублікованих наукових праць з питань генетики і селекції луб'яних культур. Тому саме С. Г. Степанов був рекомендований для закордонного відрядження як представник ВНДЛК [2, арк. 40].

Метою відрядження було продовження сумісних досліджень в галузі агротехніки і селекції льону-довгунцю і конопель [3, арк. 3].

Радянським вченим потрібно було:

- 1) ознайомитися із станом і перспективами розвитку льонарства і коноплярства в ПНР;
- 2) вивчити методику селекції льону-довгунцю і конопель;
- 3) узагальнити досвід використання малогабаритної техніки в селекційно-насінницькій роботі;
- 4) вивчити особливості насінництва, агротехніки і технології льону-довгунцю і конопель;
- 5) закласти досвід по вивченню впливу екологічних умов вирощування насіння льону-довгунцю на їх врожайні якості.

Основним напрямком роботи польських науковців було виведення високопродуктивних із високим рівнем і якістю волокна однодомних сортів конопель. В якості похідного матеріалу використовувались дводомні і однодомні сорти Польської і іноземної селекції. В загальних рисах селекційна робота проводилася аналогічно СРСР. Як позитивний момент в селекційній роботі був визначений «метод половинок», котрий з мінімальними затратами праці дозволяв позбутися потомства (родин) елітних рослин, що не відповідали поставленим завданням.

Під час відрядження делегація вітчизняних вчених відвідала низку наукових і дослідних закладів (схема 1), де ознайомила із їх структурою, складом і методами роботи.

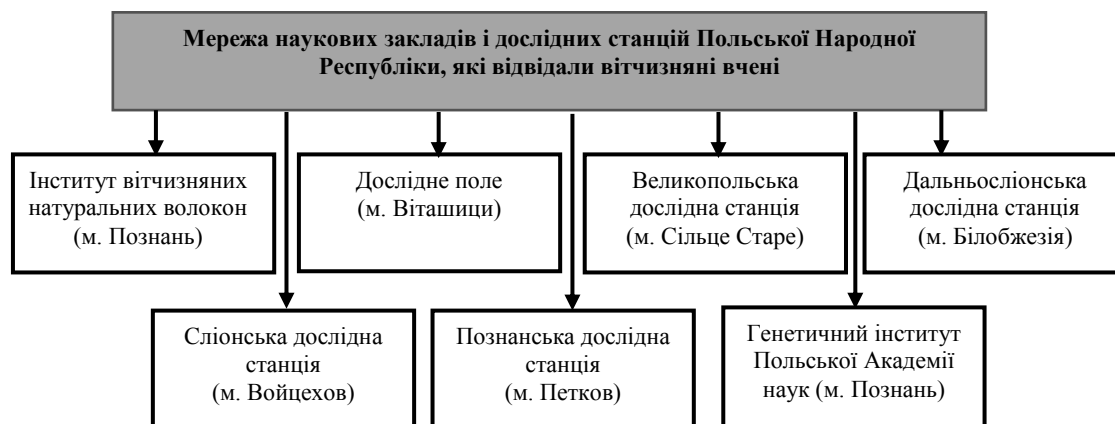


Схема 1. Мережа науково-дослідних закладів ПНР [3, арк. 3]

Було відмічено, що в ПНР посіви конопель майже не пошкоджувалися конопляною блохою (*Psylliodes attenuate*) і кукурудзяним метеликом (*Pyrusta nubilalis*) і тому викликали приємне враження [3, арк. 5].

В селекційно-насінницькій роботі з льоном-довгунцем і коноплями польські аграрії широко використовували малогабаритну техніку. Вітчизняними вченими були розглянуті трактори чехословацького виробництва, до яких додавався повний комплект змінних знарядь для господарських робіт, обробки ґрунту і догляду за рослинами. Для висіву насіння конопель і льону у ПНР застосовували трьохколісну норвезьку сіялку «Квіорд», яка давала можливість регулювати норму висіву і ширину рядів.

Боротьбу із бур'янами, хворобами і шкідниками луб'яних культур, у Польщі вели за допомогою оприскувача «Бертоліні» власного виробництва і «Арімісі» виробництва Японії.

Дуже цікаві новинки були розроблені польськими вченими у галузі збирання луб'яних культур. В Інституті вітчизняних натуральних волокон (далі ІВНВ) у м. Познані був розроблений самохідний льонозбиральний комбайн універсального типу, який повинен здійснювати збирання льону із укладанням його у стрічку; підбір, обмолот і розстил обмолоченої соломи в стрічку; підйом із стрічки з механізованою в'язкою снопів.

Ознайомившись із особливостями селекції і насінництва, агротехніки і технології первинної обробки льону-довгунця і конопель, які проводилися у ПНР, члени делегації вважали за потрібне звернути увагу на нові і більш прогресивні методи селекції луб'яних культур, а також на методи боротьби із бур'янами на всіх етапах селекційно-насінницької роботи. За результатами відрядження був складений план подальшої роботи обох сторін [3, арк. 14].

Наступний етап спільної роботи розпочався у липні 1983 року. Наказом по Міністерству сільського господарства СРСР від 14.07.1983 року за № 45 для продовження наукових досліджень у галузі агротехніки льону-довгунця і

конопель до ПНР були направлені А.М. Комаров (ВНДІ льону) і Л.М. Горшкова (ВНДІЛК). Відрядження тривало 8 днів з 4 по 11 липня 1983 року [4, арк. 1].

Для продовження наукового співробітництва була обрана кандидатура Горшкової Лідії Михайлівни. Вчена мала великий досвід дослідницької і селекційної роботи та була висококваліфікованим науковим співробітником по селекції конопель.

Л.М. Горшкова закінчила у 1962 році агрономічний факультет Української сільськогосподарської академії і отримала кваліфікацію вченого агронома. Після закінчення академії працювала головним агрономом колгоспу «Перемога» Городовиковського району Калмицької АРСР. Протягом 1966 – 1969 рр. навчалася в аспірантурі ВНДІЛК по спеціальності «Селекція і насінництво». У 1971 році успішно захистила кандидатську дисертацію на тему: «Фізико-біологічні особливості конопель різної статі дводомної і однодомної форм», отримавши вчене звання кандидата біологічних наук. З 1969 по 1972 рр. працювала в лабораторії селекції молодшим науковим співробітником, а з квітня 1972 р. на посаді старшого наукового співробітника [1].



Фото 2 Горшкова Лідія Михайлівна [1]

Л.М. Горшкова, починаючи із 1978 року, вела роботи по вивченню каннабіноїдних сполук в рослинах конопель. Вчена була співавтором нових районованих сортів однодомних конопель – ЮСО-16, ЮСО-14, Дніпровської однодомної-6, ЮСО-19, ЮСО-28 і ЮСО-29. У 1982 році на державне сортовипробування переданий ранньостиглий сорт однодомних конопель ВЛК-31. Всі виведені за її участю сорти були високопродуктивними і мали низький вміст канабіноїдних сполук. Результати досліджень Л.М. Горшкової висвітлені у 20 статтях, які надруковані у наукових журналах [1].

Під час робочої поїздки передбачалось:

- дослідити питання агротехніки вирощування льону-довгунцю, а саме, результати випробувань нових гербіцидів в боротьбі із бур'янами;
- розглянути питання селекції і насінництва конопель.

Делегація радянських вчених відвідала ІВНВ (м. Познань), Познанську дослідну станцію (м. Пентково), Дальньосліонську дослідну станцію (м. Білобжезія). Було відмічено, що ІВНВ в Познані займається всіма питаннями льонарства і коноплярства, починаючи від селекції і закінчуючи прядінням [4, арк. 3].

У 1983 році посіви льону-довгунця в ПНР займали 55 тис. га. У 1982 році середня врожайність льоносоломки у селянських господарствах складала 35 – 38 ц/га, на дослідних станціях 60 – 70 ц/га, насіння відповідно 4 – 5 и 6 – 7 ц/га. Висівалися в основному 6 сортів льону-довгунця після ярових зернових і озимої пшениці.

Обов'язковим агротехнічним прийомом було лушення стерні відразу після збирання зернових культур на глибину 8 – 12 см і наступна оранка зябі плугами. Дуже велика увага приділялася внесенню мінеральних добрив і обробці насіння льону ядохимікатом. На полях проводилася боротьба із пириєм повзучим. Для цього застосовували гербіцид «Раундал».

При огляді полів на Познанській дослідній станції увагу привернула обробка посівів льону у фазі «ялинка» регулятором росту «Стимулін». За даними досліджень він покращував умови ґрунтового живлення і забезпечував кращий зріст рослин льону.

Основним і найпоширенішим способом збирання льону-довгунця в ПНР був сноповий, при якому льоносоломка відправлялася у необмолоченому вигляді на льонозаводи, де був обладнаний спеціальний цех для обмолоту і очистки насіння льону до посівних кондицій.

Посівні площі конопель в ПНР продовжували знижуватися і у 1983 році складали 4 – 5 тис. га, що майже у 4 рази менше у порівнянні із 1977 роком, коли вони складали 16 тис. га. Таке значне зниження посівних площ фахівці ІВНВ пояснюють відсутністю ринку збуту і відсутністю механізації таких трудомістких процесів, як збирання конопель і виготовлення трести. Передбачалось також, що посівні площі в країні не будуть скорочуватися, у зв'язку з тим, що активно проводилася робота сумісно із текстильним інститутом у м. Лодзі з метою використання обладнання для прядіння вовни, на якому можна буде прясти волокно конопель. Тому саме для цього в ІВНВ проводилася робота по отриманню однотипного волокна без розділення його на первинне і вторинне, а також легкою промисловістю використовувалася нова технологія виготовлення тканин, які містять 30% волокна конопель, 50% штучного волокна і 20% волокна льону.

Селекційна робота по отриманню нових сортів конопель проводилася на декількох дослідних станціях: Дальньосліонській, Білобжезькій і інших. На цих же станціях в основному проводилася і насінницька робота, яка виконувалася непогано, у зв'язку із тим, що в країні обробляється один сорт конопель. Природно-економічні умови Польщі дозволяли висівати і обробляти тільки один сорт конопель [4, арк. 4].

ІВНВ, провідний науковий заклад ПНР, у 80-х роках працював по удосконаленню технології обробки льону-довгунця і конопель. Польськими вченими були виявлені нові гербіциди у боротьбі із дводольними бур'янами і пириєм повзучим. Удосконалювалася селекційна і насінницька робота по коноплям. Поряд із цим проводилося випробування регулятора росту на посівах льону-довгунцю і взятий напрямок на отримання однотипного волокна без

урахування первинного і вторинного волокна. Одночасно із цим ІВНВ розроблена схема із використанням однотипного волокна.

Крім цього, ІВНВ займався удосконаленням збирання льону-довгунця шляхом виготовлення на базі льонокомбайну ЛКВ-4Т підбирача-очесувача, модернізацією рулонного процесу (виробництва заводу в м. Люблін) для підбору і пресування льону у великі рулони вагою 150 – 250 кг.

ІВНВ також проявляв цікавість до результатів роботи ВНДІЛК по технології обробки, збирання льону-довгунця і конопель. Інститут був зацікавлений у придбанні макетного зразку малогабаритного самохідного комбайну, який був розроблений у ВНДІЛ, для випробувань у дослідах наукових закладів і господарств.

При обміні взаємною інформацією з агротехніки льону, селекції і насінництва конопель була встановлена взаємна зацікавленість обох сторін. У зв'язку із чим була досягнута домовленість в обміні результатами випробування гербіциду «Гліна» (ДРХ-4189) на посівах льону-довгунця і селекційній роботі по отриманню однотипного волокна [4, арк. 8].

Отже, сумісна наукова робота вчених СРСР і ПНР мала велике значення для подальшого розвитку льонарства і коноплярства в обох країнах. Під час візиту було прийнято рішення про цілеспрямоване використання досвіду польських вчених по централізованому визначенню залишкових кількостей гербіцидів в льонопродукції і навколишньому середовищі. Досягнута домовленість про проведення обміну інформацією, по дослідженнях з технології вирощування, збирання льону-довгунця, селекції і насінництва конопель, що пришвидшило процес селекції нових сортів луб'яних культур.

Список літературних джерел

1. Відомчий архів Інституту луб'яних культур Української Академії аграрних наук (ВАІЛКУААН), особова справа наукового співробітника Л.М. Горшковой 1966 р. – до наших днів., пагінація відсутня.

2. ВАІЛКУААН, особова справа наукового співробітника Г.С. Степанова 1963 – 1985 рр., 74 арк.

3. ВАІЛКУААН, Отчет о командировке советской делегации в составе Е.Г. Труш (ВНИИ льна) и Г.С. Степанова (ВНИИЛК) в ПНР с 25 мая по 3 июня 1979 г. по теме: «Агротехника и селекция льна-долгунца и конопли», 1979 г., 29 листов.

4. ВАІЛКУААН, Полный отчет о результатах командировки ученых (А.М. Комарова – ВНИИ льна, Л.М. Горшковой – ВНИИ лубяных культур) за границу по линии международных научно-технических связей, 1983 г., 9 листов.

5. ВАІЛКУААН, Протокол расширенного заседания Координационного и Ученого совета, посвященного 60-летию со дня основания института 30-31 октября 1991 г., 60 арк.

6. Даниленко В. Співробітництво країн-членів РЕВ: критичний аналіз проблем, Академія наук Української РСР. Інститут історії, Київ, 1989 р., 19 с.

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИМУЛЮВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ЧЕРЕЗ
ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДИК ТА ТЕХНОЛОГІЙ В
НАВЧАЛЬНО-ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС**

Н.О. Тугай, О.А. Гурба, Н.Ю. Баланюк
ДПТНЗ Шосткинське вище професійне училище
вул.Воронізька, 38, м. Шостка 41100
b.n.y@ukr.net

В умовах стрімкого розвитку та запровадження інноваційних технологій як окремими ринковими суб'єктами господарювання, так і економічною системою загалом, беззаперечно простежується їх динамічний розвиток й підвищення показників функціонування відповідно.

Ефективність використання інноваційних методик та технологій залежить як від специфіки функціонування конкретного закладу, так і мінливого зовнішнього середовища.

Питання ефективності запровадження інноваційних методик на підприємстві досліджуються у зарубіжній та вітчизняній фаховій літературі, зокрема у працях І. Ансоффа, П. Дойль, Л. Друкера, М. Портера, А. Стрікленда, М. Алексеевой, М. Гріценко, М. Карпуніна, В. Маркова, А. Мельника, С. Попова, Н. Саломатіна, А. Томпсона, Н. Трунова тощо. Із врахуванням сучасних умов безперервного розвитку науково-технологічного, кадрово-господарського, навчально-методичного потенціалу необхідно детально приділити увагу теоретичним та практичним аспектам застосування високотехнологічних інновацій на підприємстві.

Отже, актуальність теми полягає у запровадженні новітніх ефективних інноваційно-технологічних засобів, що, в свою чергу, нададуть можливість підприємству поєднати альтернативні моделі виробництва та навчання на базі виробництва, отримавши конкурентні переваги: монополізація ринку свого продукту, підвищення власного навчального та виробничого потенціалу – вдосконалення практичної підготовки учнів, слухачів, підвищення кваліфікації педагогічних працівників, фахівців підприємств, організацій, установ.

Щоб забезпечити високоефективне впровадження у навчально-виробничий процес інноваційних технологій та методів професійного навчання із застосуванням сучасних виробничих технологій, варто зосередитись на актуалізації застосування системного, своєчасного та комплексного аналізу інноваційної діяльності підприємства.

Для вирішення поставленого завдання необхідно здійснити акцент на наступних першочергових напрямках, а саме:

- адаптування установи до новітніх умов господарювання;
- часткова зміна його внутрішньої структури (моделювання нових форм і методів в управлінні як поточними виробничими процесами, так і процесами відтворювального характеру, безпосередньо пов'язаними із впровадженням науково-технічних досягнень);
- здійснення співробітництва з виробничими підприємствами, організаціями, установами, навчальними закладами, центрами зайнятості, місцевими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування, державними і громадськими організаціями, іншими заінтересованими органами щодо впровадження інноваційних підходів до здійснення системного комплексного, орієнтованого на практику освітньо-виробничого процесу;

- робота над створенням цілісної системи новітніх методик професійного навчання на основі вивчення, апробації кращого досвіду та його впровадження в інших навчальних закладах і установах;

- поступове впровадження у навчально-виробничий процес інноваційних технологій та методів професійного навчання із застосуванням сучасних виробничих технологій, техніки, обладнання, інструментів і матеріалів [1].

Основними критеріями оцінювання результатів запровадження інноваційних методик та технологій в нашому випадку стануть:

- актуальність – розроблення навчально-методичного, інформаційного супроводу, спрямованого, в першу чергу, на підвищення якості професійної підготовки;

- практичність – організація стажування та підвищення кваліфікації кадрів на базі підприємства;

- значущість – надання практичної та методичної допомоги з питань впровадження у навчально-виробничий процес новітніх технологій і матеріалів

- багатоаспектність – надання консультативної, інформаційної та посередницької допомоги з питань використання інноваційних матеріалів і технологій;

- маневреність – надання тренінгових, маркетингових, інформаційних, виробничих послуг з метою вирішення поточних і програмних завдань.

Отже, сучасні економічні умови вимагають значної уваги від організації інноваційної діяльності, забезпечення її результативності, підвищення ефективності роботи всіх учасників інноваційного процесу. Чим більше працівників організації долучається до інноваційної діяльності, тим гнучкішою і мобільнішою вона стає, тим вагомішою є віддача від реалізації інновацій завдяки скороченню термінів їх упровадження [2].

Таким чином, діяльність підприємства із застосування інноваційних методик та технологій спрямована на створення і залучення із зовнішнього середовища таких інновацій, які б сприяли підвищенню його конкурентоспроможності, зміцненню ринкових позицій, забезпечували перспективу розвитку.

Управління інноваційною діяльністю, на нашу думку, має здійснюватися, з одного боку, з огляду на потенційні можливості інновацій у формуванні конкурентних переваг, а з іншого – з урахуванням кадрового, навчально-методичного, виробничого, а, головне, інвестиційного потенціалу підприємств. Це потребує економічного обґрунтування доцільності впровадження кожної, навіть, на перший погляд, перспективної новачки, що дасть змогу керівництву приймати позитивне рішення лише щодо тієї новинки, яка створить для установи «монопольні» переваги і забезпечить належну економічну віддачу.

Список використаних джерел:

1. Положення про модельний навчально-практичний центр дієтичного харчування ДПТНЗ «Шосткинське ВПУ», затверджене наказом ДПТНЗ «Шосткинське ВПУ» ВІД 17.09.2018 №01-02.
2. Charles W.L., Hill Strategic Management Theory. An integrated approach / Charles W.L., Hill, Gareth R. Jones. – New York.: Houghton Mifflin company, 2004. – P. 89-90.

СЕКЦІЯ 7
Хімія та фармацевтика
SECTION 7
Chemistry and pharmaceuticals

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВЭЖХ АНАЛИЗА В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АКТИВНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ИНГРЕДИЕНТОВ И ГОТОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Ю.В. Ересь

Публичное акционерное общество Фармак г. Шостка
y.yeres@farmak.ua

Для соответствия требованиям мировых стандартов качества GMP, FDA, при качественном и количественном анализе сырья, полупродуктов и готовой продукции, приходится всё чаще переходить от менее точных и специфичных методов (ручное и автоматическое титрование, тонкослойная хроматография, цветные реакции на идентификацию) к высокоточным, специфичным и чувствительным методам анализа. Одним из таких методов является высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Сущность метода заключается в разделении сложной многокомпонентной смеси, основанной на разности распределения компонентов на границе фаз одна из которых подвижная, а вторая неподвижная, с последующей регистрацией каждого компонента. Данный метод имеет ряд преимуществ, среди которых универсальность, высокая чувствительность (определение сопутствующих примесей на уровне 0,05%) и селективность (особенно с применением масс-спектрометрического детектирования), возможность анализа термолабильных веществ, высокая степень автоматизации процесса. Несмотря на большое количество преимуществ, данный метод не лишен недостатков, главный из которых время проведения анализа. Для сравнения, среднее время проведения количественного анализа методом потенциометрического титрования на автоматическом титраторе составляет от 10 до 60 минут. Тогда как проведение такого же анализа методом ВЭЖХ, при стандартном подходе, составляет от 4 до 12 часов.

При контроле качества в фармацевтической отрасли нередки случаи, когда приходится анализировать смеси из двух и более компонентов. На рисунке 1 представлена хроматограмма образца состоящего из восьми компонентов.

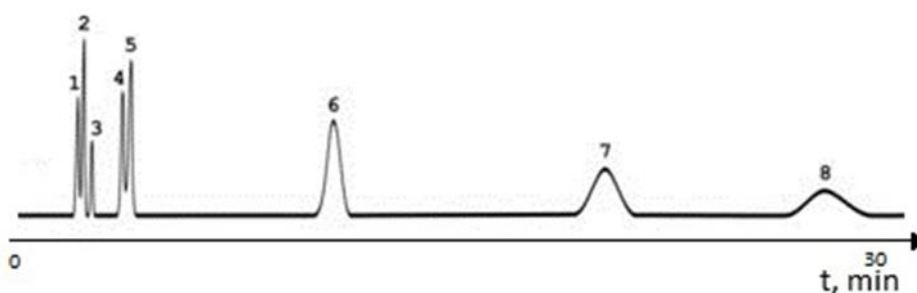


Рисунок 1. Хроматограмма восьмикомпонентного образца на подвижной фазе со слабой элюирующей силой.

Из рисунка 1 видно что время выхода восьмого компонента приблизительно равно 30-ти минутам, а это значит что при наличии нескольких тестовых образцов и достаточном количестве растворов сравнения суммарное время анализа может составить от нескольких часов до десятков часов. Время выхода компонентов пробы прямопропорционально зависит от длины хроматографической колонки и обратно пропорционально элюирующей силе подвижной фазы. Попытки уменьшить время хроматографирования путём сокращения длины

хроматографической колонки или увеличения элюирующей силы подвижной фазы приводят к ухудшению разрешения слабо удерживаемых компонентов. На рисунке 2 изображена хроматограмма этого же образца с использованием подвижной фазы с высокой элюирующей силой.

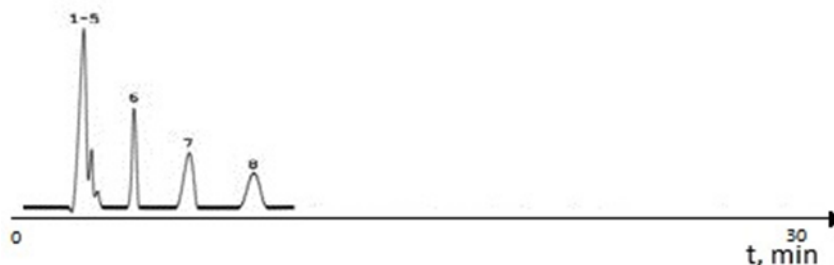


Рисунок 2. Хроматограмма восьмикомпонентного образца на подвижной фазе с высокой элюирующей силой.

Одним из решений данной проблемы является переход от изократического режима элюирования к градиентному.

Изократический режим элюирования – режим хроматографирования при котором состав подвижной фазы не меняется на протяжении всего анализа.

Градиентный режим элюирования - режим хроматографирования при котором состав подвижной фазы изменяется на протяжении анализа в соответствии с заданной программой.

Изменение состава подвижной фазы программируется таким образом, чтобы слабоудерживаемые компоненты элюировались на подвижной фазе с слабой элюирующей силой, имея при этом хорошие показатели разрешения, а последующие компоненты, с ростом элюирующей силы подвижной фазы имели минимальное время выхода. На рисунке 3 изображена хроматограмма образца при использовании градиентного режима элюирования. Из описанного выше можно сделать вывод, что при анализе многокомпонентных смесей, для оптимизации времени анализа целесообразно использовать градиентный режим.

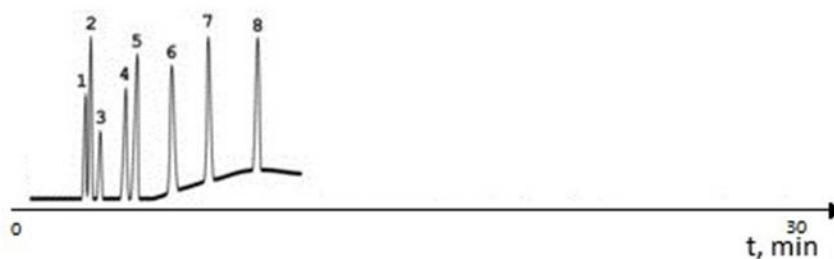


Рисунок 3. Хроматограмма восьмикомпонентного образца при использовании градиентного режима элюирования.

Однако нередко выбор в пользу градиентного элюирования бывает неоправданным. На практике можно встретить по крайней мере два типа таких ситуаций.

Случай первый – когда селективность разделения всех компонентов достаточно хорошая, критических пар на хроматограмме нет. Рисунок 4а. Градиент не требуется, достаточно увеличить элюирующую силу подвижной фазы.

Случай второй, обратный первому – селективность разделения для всех компонентов плохая Рисунок 4б. Присутствуют критические пары, причем как в начале, так и в конце хроматограммы. Попытка адаптировать для такого разделения градиентный режим закончится неудачей: некоторые критические пары пиков перестанут разрешаться.

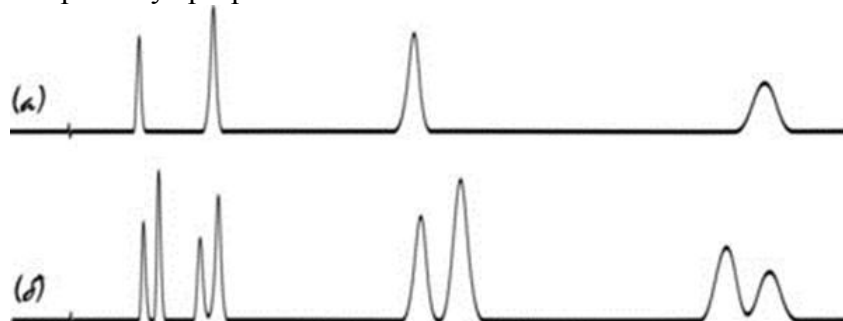


Рисунок 4. Примеры разделений, где переход на градиентное элюирование может быть нецелесообразен.

Кроме вышеописанного метода, для оптимизации времени анализа, может быть использован переход к более совершенным сорбентам. В основе развития технологии сорбентов лежат принципы, объясняемые уравнением Ван Деемтера.

$$H = A + \frac{B}{u} + Cu$$

где: H – высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ),

u – средняя линейная скорость подвижной фазы,

A – слагаемое вихревой диффузии,

B – слагаемое продольной диффузии,

C – слагаемое массопереноса.

Уравнение Ван Деемтера – это эмпирическая формула, которая описывает зависимость между линейной скоростью (скоростью потока) и высотой теоретической тарелки (или эффективностью колонки). Так как размер частицы является одной из переменных, то кривые Ван Деемтера могут быть использованы для исследования режима хроматографирования.

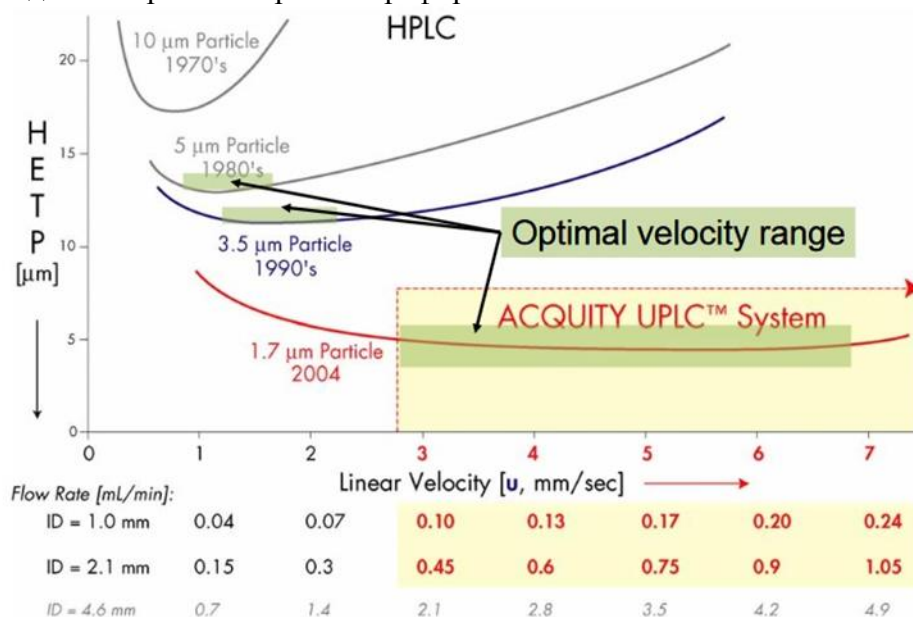


Рисунок 5 Графическое изображение зависимости оптимальной скорости потока от размера частичек сорбента.

В соответствии с уравнением Ван Деемтера с уменьшением размера частицы в область менее 2.5 мкм, значительно увеличивается эффективность, кроме того она не ухудшается с увеличением скорости потока или линейной скорости. используя меньшие частицы, скорость анализа и пиковая емкость (количество пиков разделенных за единицу времени) могут быть продвинуты к новым пределам, обозначаемым термином Ультра ВЭЖХ. Используя УВЭЖХ возможно выполнять разделения с использованием более коротких колонок и/или более высоких скоростей потока наряду с высокими разрешением и чувствительностью, а также минимизировать время анализа.

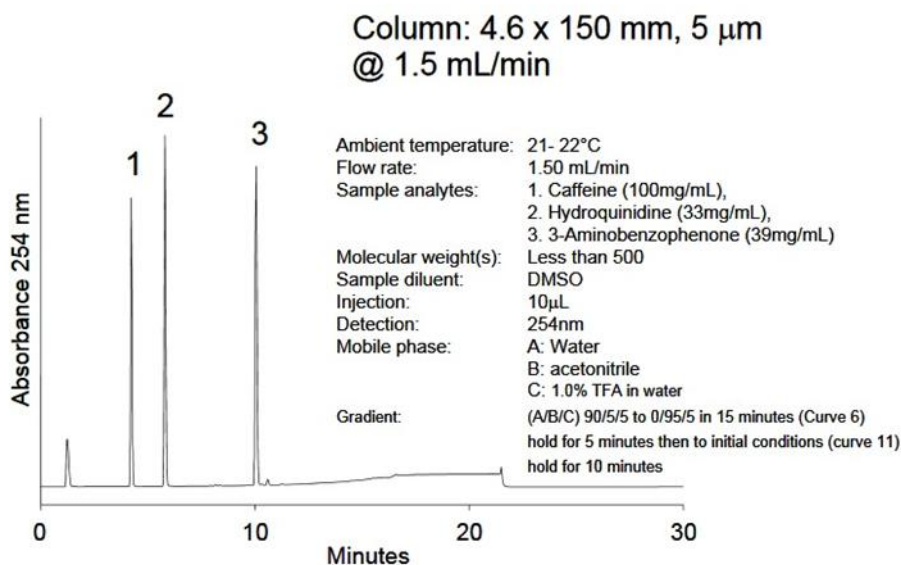


Рисунок 6. Пример разделения трёхкомпонентной смеси в режиме ВЭЖХ.

На рисунке 6 изображена хроматограмма разделения 3-х компонентной смеси в режиме ВЭЖХ. Условия хроматографирования: размер колонки 4,6*150 мм*5 мкм температура колонки 21-22 °С, поток 1,5 мл/мин, объём инъекции 10 мкл, УФ-детектирование на длине волны 254 нм.

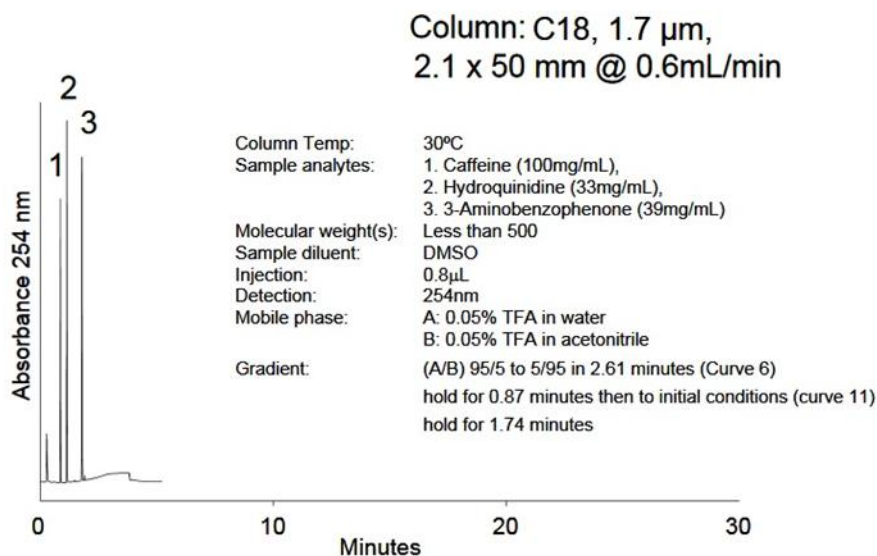


Рисунок 7. Пример разделения трёхкомпонентной смеси в режиме УВЭЖХ.

На рисунке 7 изображена хроматограмма разделения предыдущего образца, в режиме УВЭЖХ. Условия хроматографирования: размеры колонки 2,1*50 мм*1,7 мкм, поток 1,5 мл/мин, объём инъекции 0,8 мкл, УФ-детектирование на длине волны 254 нм.

Проанализировав приведённые выше данные можно сделать вывод что при переходе с классической ВЭЖХ модели проведения анализа на УВЭЖХ можно значительно сократить время выполнения анализа, расход растворителей, затраты электроэнергии, что при условии непрерывного производства даст значительный экономический эффект.

Список литературных источников:

1. К.С. Сычев «Практический курс жидкостной хроматографии» 2013.
2. Материалы семинара "Проблемы и ошибки высокоэффективной жидкостной хроматографии" И.М. Кейтлин.
3. Шаповалова Е. Н., Пирогов А.В. «Хроматографические методы анализа».
4. СТ-Н МОЗУ 42-4.0 Настанова Лікарські засоби. Належна виробнича практика.
5. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги.
6. Державна фармакопея України.

STUDY OF CYTOKININ-LIKE ACTIVITY OF DERIVATIVES OF OXAZOLOPYRIMIDINE AND OXAZOLE

V.A. Tsygankova, Ya.V. Andrusevich, O.I. Shtompel,
S.G. Pilyo, A.M. Kornienko, V.S. Brovarets

Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry,
National Academy of Sciences of Ukraine
frontrabot@gmail.com

Abstract. The cytokinin-like activity of chemical low molecular weight heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole was studied. The specific bioassay on cytokinin-like activity conducted on the cotyledons isolated from seeds of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea showed the high cytokinin-like stimulating effect of the chemical heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole used at the concentrations 10^{-9}M on the growth of

biomass of 16th-day-old cotyledons isolated from seeds of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea, which was similar or higher of the effect of plant hormone cytokinin Kinetin used at the same concentrations 10⁻⁹M. The obtained results confirmed the inducing cytokinin-like effect of synthetic heterocyclic compounds on plant cell elongation, division, and differentiation that are the basic processes of plant growth. The practical application of chemical low molecular weight heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole as a new effective plant growth regulating substances was proposed.

Keywords: cytokinin-like activity, Kinetin, oxazolopyrimidine, oxazole, *Cucurbita moschata* Duch. et Poir.

Introduction. As is known, the major plant hormones cytokinins take an important part in control of embryo patterning, seed germination, de-etiolation, cell cycle control and protein synthesis, chloroplast differentiation, overcoming of apical dominance, releasing of lateral buds from dormancy, flower and fruit development, delaying of leaf senescence, plant-pathogen interactions, and *in vitro* morphogenesis in plants [1-5].

In recent years the considerable attention is focused on study of plant growth regulating activity of different classes of low-molecular weight heterocyclic compounds, some of them, belonging to derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole, have already found practical application in the agriculture as effective substitutes of plant hormones, herbicides, and antimicrobial agents [6-9].

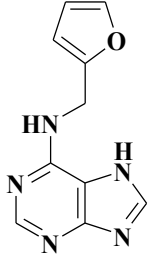
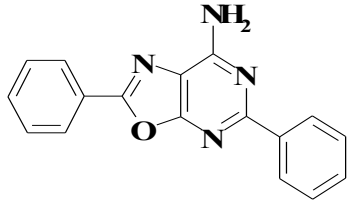
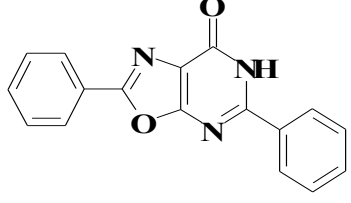
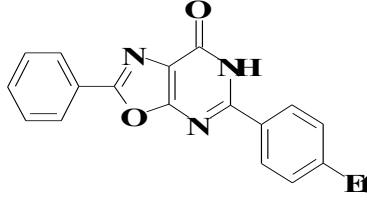
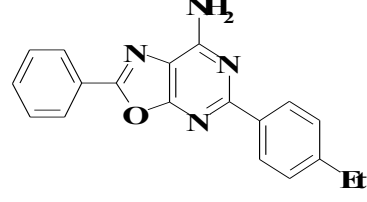
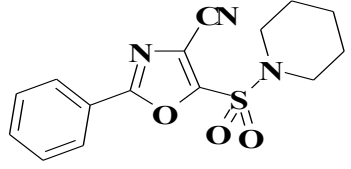
Today the new classes of the plant growth regulating substances are elaborated on the base of chemical low molecular weight five and six-membered heterocyclic compounds synthesized in the Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine. Our numerous researchers showed that different classes of chemical low molecular weight heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole revealed a high stimulating auxin-like and cytokinin-like effect on seed germination and vegetative growth of various agricultural crops [10-14].

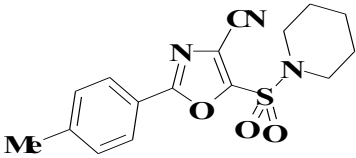
The main task of present work was study of the cytokinin-like activities of new chemical low molecular weight heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole using specific bioassay on the isolated organs of pumpkin plants.

Materials and methods. In our work to study cytokinin-like activity of chemical heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole we used specific bioassay conducted on the cotyledons (i.e. food-storage organs) isolated from seeds of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea. As is known, this bioassay is based on key role of cytokinins in regulation of cell division in isolated plant organs, which leads to an increase in their biomass [1, 15]. The activity of chemical heterocyclic compounds was compared with the activity of plant hormone cytokinin Kinetin.

The chemical structure, chemical name and molecular mass (MM) of plant hormone cytokinin Kinetin (N-(2-Furylmethyl)-7H-purin-6-amine), and tested chemical heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine (compounds № 1-4) and oxazole (compounds № 5 and 6) are shown in the Table 1.

Table 1. Chemical structure of plant hormone cytokinin and chemical heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole

№	Chemical structure of compounds	Chemical name and relative molecular mass of compounds
Kinetin		<i>N</i> -(2-Furylmethyl)-7 <i>H</i> -purin-6-amine, MM 215.22
1		7-Amino-2,5-diphenyl[1,3]oxazolo[5,4- <i>d</i>]pyrimidine, MM 288.31
2		2,5-Diphenyl[1,3]oxazolo[5,4- <i>d</i>]pyrimidin-7(6 <i>H</i>)-one, MM 289.30
3		5-(4-Ethylphenyl)-2-phenyl [1,3]oxazolo[5,4- <i>d</i>]pyrimidin-7(6 <i>H</i>)-one, MM 317.35
4		7-Amino-5-(4-ethylphenyl)-2-phenyl [1,3]oxazolo[5,4- <i>d</i>]pyrimidine, MM 316.37
5		2-Phenyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile, MM 317.37

6		2-Tolyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile, MM 331.40
---	---	--

To study cytokinin-like activity of chemical low molecular weight heterocyclic compounds, seeds of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea were sterilized in 1 % KMnO_4 solution for 3 min and 96 % ethanol solution for 1 min and washed three times in the sterilized distilled water. After this procedure seeds were placed in the cuvettes (each containing 20-25 seeds) on the filter paper moistened with distilled water. Then seeds were placed in the thermostat for their germination in darkness at the temperature 25°C during 96 hours. The 4th-day-old pumpkin seedlings were separated from cotyledons using sterile scalpel. The isolated cotyledons were weighted and placed in the cuvettes (each containing 20 seeds) on the filter paper moistened with distilled water (control) or with water solution of chemical heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole used at the concentration 10^{-9}M , or with water solution of plant hormone cytokinin - Kinetin used at the same concentration 10^{-9}M . Then isolated cotyledons were placed in the plant growth chamber in which they were grown during 16 days at above mentioned conditions. To determine indices of growth of biomass (g) of cotyledons isolated from seeds of pumpkin, they were washed with sterilized distilled water and weighted. All experiments were performed in three replicates. Statistical analysis of the data was performed using dispersive Student's-t test with the level of significance at $P \leq 0.05$, the values are mean \pm SD [16].

Results and Discussion. The obtained results showed that according to the indices of growth of biomass of cotyledons isolated from seeds of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea during 16 days all tested chemical compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole used at the concentration 10^{-9}M showed the expressive cytokinin-like activity, which was similar or higher of the activity of plant hormone cytokinin Kinetin used at the same concentration 10^{-9}M .

The obtained data of the statistical analysis of indices of growth of biomass of isolated cotyledons of pumpkin showed that the highest cytokinin-like activity revealed the compounds, derivatives of oxazolopyrimidine: the compound №2 - 2,5-diphenyl[1,3]oxazolo[5,4-*d*]pyrimidin-7(6*H*)-one and compound №4 - 7-amino-5-(4-ethylphenyl)-2-phenyl[1,3]oxazolo[5,4-*d*]pyrimidine, as well as the compound, derivative of oxazole: the compound №6 - 2-tolyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile (Figure 1).

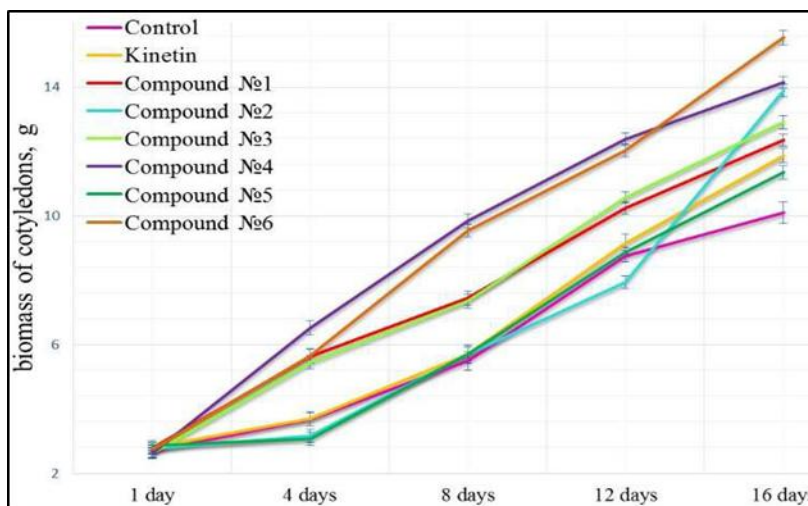


Figure 1. The cytokinin-like effect of chemical heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine (compound №1 - 7-amino-2,5-diphenyl[1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidine, compound №2 - 2,5-diphenyl[1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidin-7(6H)-one, compound №3 - 5-(4-ethylphenyl)-2-phenyl[1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidin-7(6H)-one, compound №4 - 7-amino-5-(4-ethylphenyl)-2-phenyl[1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidine), and derivatives of oxazole (compound №5 - 2-phenyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile and compound №6 - 2-tolyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile), and plant hormone cytokinin Kinetin (N-(2-Furylmethyl)-7H-purin-6-amine) on the growth of the biomass of cotyledons isolated from seeds of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea (the biomass was weighted with the interval of each 4 day)

Among the compounds, derivatives of oxazolopyrimidine the compound №4 - 7-amino-5-(4-ethylphenyl)-2-phenyl[1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidine, which contains amino group at the 7th position of pyrimidine fragment, showed the highest cytokinin-like activity; the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown on the 10^{-9} M water solution of compound №4 were higher at the 40% and 19% of the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown either on the distilled water (control) or on the 10^{-9} M water solution of cytokinin Kinetin, respectively (Figure 1).

The high cytokinin-like activity demonstrated also the compound №2 - 2,5-diphenyl[1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidin-7(6H)-one, which contains phenyl substituent at the 5th position of pyrimidine fragment; the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown on the 10^{-9} M water solution of compound №2 were higher at the 38% and 17% of the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown either on the distilled water (control) or on the 10^{-9} M water solution of cytokinin Kinetin, respectively (Figure 1).

The lower cytokinin-like activity showed the compound №3 - 5-(4-ethylphenyl)-2-phenyl[1,3]oxazolo [5,4-d]pyrimidin-7(6H)-one, which contains 4-ethylphenyl substituent at the 5th position and oxygen at the 7th position of pyrimidine fragment; the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown on the 10^{-9} M water solution of compound №3 were higher at the 28% and 9% of the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown either on the

distilled water (control) or on the 10^{-9} M water solution of cytokinin Kinetin, respectively (Figure 1).

The lower cytokinin-like activity showed also the compound №1 - 7-amino-2,5-diphenyl[1,3] oxazolo[5,4-*d*]pyrimidine, which contains phenyl substituent at the 5th position and amino group at the 7th position of pyrimidine fragment; the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown on the 10^{-9} M water solution of compound №1 were higher at the 22% and 4% of the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown either on the distilled water (control) or on the 10^{-9} M water solution of cytokinin Kinetin, respectively (Figure 1).

Among the compounds, derivatives of oxazole the compound №6 – 2-tolyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile, which contains tolyl substituent at the 2th position of oxazole, showed the highest cytokinin-like activity; the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown on the 10^{-9} M water solution of compound №6 were higher at the 54% and 31% of the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown either on the distilled water (control) or on the 10^{-9} M water solution of cytokinin Kinetin, respectively (Figure 1).

At the same time the compound №5 - 2-phenyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile that contains phenyl substituent at the 2th position of oxazole revealed lower cytokinin-like activity; the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown on the 10^{-9} M water solution of compound №5 were higher at the 23% of the indices of growth of biomass of the isolated cotyledons of pumpkin grown on the distilled water (control) (Figure 1).

Conclusion. Thus, the specific bioassay on cytokinin-like activity showed that among heterocyclic compounds, derivatives of oxazolopyrimidine and oxazole the highest activity on the growth of biomass of cotyledons isolated from seed of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea demonstrated the compounds: the compound №2 - 2,5-diphenyl[1,3]oxazolo[5,4-*d*]pyrimidin-7(6*H*)-one, which contains phenyl substituent at the 5th position of pyrimidine fragment, the compound №4 - 7-amino-5-(4-ethylphenyl)-2-phenyl[1,3]oxazolo[5,4-*d*]pyrimidine, which contains amino group at the 7th position of pyrimidine fragment, and the compound №6 - 2-tolyl-5-(piperidin-1-ylsulfonyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile, which contains tolyl substituent at the 2th position of oxazole. It is obvious that cytokinin-like activity on the growth of the biomass of cotyledons isolated from seed of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. et Poir.) cultivar Gilea of chemical compounds, derivatives of oxazolopyrimidine may depend on substituents at the 5th and 7th positions of pyrimidine fragment, while as activity of compounds, derivatives of oxazole may depend on substituents at the 2th position of oxazole.

References

1. Gyulai G. and Heszky L.E. Auxin and cytokinin bioassays: a short overview. *Acta Agronomica Hungarica*, 1995, 43(1/2): 185-197.
2. Šimonová E., Henselová M., Zahradník P. Benzothiazole derivatives substituted in position 2 as biologically active substances with plant growth regulation activity, *Plant Soil Environ*, 2005; 51(11): 496-505.
3. Wilcox E.J., Selby C., and Wain R.L. The cytokinin activities of 6- α -alkylbenzylpurines, *Ann. Appl. Biol*, 1981; 97: 221-226.
4. Mok D.W.S., Mok M.C. Cytokinin metabolism and action, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 2001; 52: 89-118.

5. Haberer G., Kieber J.J. Cytokinins. New Insights into a Classic Phytohormone, *Plant Physiol*, 2002; 128: 354-362.
6. Baum J.S., Chen T.M. Plant growth and development modification using benzoxazole derivatives, 1987, Patent US 4659360 A.
7. Chang J.H., Baum J.S. Phenylmethyl-4,4-dimethyl-3-isoxazolidinone plant regulators, 1990, Patent US 4892578 A.
8. Newton T., Waldeck I. Oxazole carboxamide herbicides, 2000, Patent US6096688 A.
9. Zhao Q., Liu Sh., Li Yo., Wang Q. Design, Synthesis, and Biological Activities of Novel 2-Cyanoacrylates Containing Oxazole, Oxadiazole, or Quinoline Moieties, *J Agric. Food Chem*, 2009; 57(7): 2849-285
10. Tsygankova V., Andrushevich Ya., Shtompel O., Romaniuk O., Yaikova M., Hurenko A., Solomyanny R., Abdurakhmanova E., Klyuchko S., Holovchenko O., Bondarenko O., Brovarets V. Application of Synthetic Low Molecular Weight Heterocyclic Compounds Derivatives of Pyrimidine, Pyrazole and Oxazole in Agricultural Biotechnology as a New Plant Growth Regulating Substances, *Int J Med Biotechnol Genetics*, 2017; S2(002): 10–32.
11. Tsygankova V.A., Andrushevich Ya.V., Shtompel O.I., Kopich V.M., Pilyo S.G., Prokopenko V.M, Kornienko A.M, Brovarets V.S. Intensification of Vegetative Growth of Cucumber by Derivatives of [1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidine and N-sulfonyl substituted of 1,3-oxazole, *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical, and Chemical Sciences (RJLBPCS)*, 2017; 3(4): 107–122.
12. Tsygankova V., Andrushevich Ya., Kopich V., Shtompel O., Pilyo S., Kornienko A.M, Brovarets V. Use of Oxazole and Oxazolopyrimidine to Improve Oilseed Rape Growth, *Scholars Bulletin*, 2018; 4(3): 301–312.
13. Tsygankova V.A., Andrushevich Ya.V., Shtompel O.I., Pilyo S.G., Kornienko A.M., Brovarets V.S. Using of [1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidine and N-sulfonyl substituted of 1,3-oxazole to improve the growth of soybean seedlings. *Chemistry Research Journal*, 2018, 3(2): 165-173.
14. Tsygankova V.A., Andrushevich Ya.V., Shtompel O.I., Pilyo S.G., Kornienko A.M., Brovarets V.S. Acceleration of vegetative growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) using [1,3]oxazolo[5,4-d]pyrimidine and N-sulfonyl substituted 1,3-oxazole, *The Pharmaceutical and Chemical Journal*, 2018; 5(2): 167-175.
15. Chen C.M., Leisner S.M. Cytokinin-Modulated Gene Expression in Excised Pumpkin, *Plant Physiol*, 1985; 77: 99-103.
16. Bang H., Zhou X.K, van Epps H.L., Mazumdar M. *Statistical Methods in Molecular Biology. Series: Methods in molecular biology*, New York: Humana press, 2010.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОРОШКУ ДЛЯ ОРАЛЬНОГО РОЗЧИНУ
«ЦИТРИК» В ПАКЕТИКАХ САШЕ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТА ЗБЕРІГАННІ**

О.В. Тригубчак, О.М. Яковенко, С.М. Гурєєва

Публічне акціонерне товариство «Фармак»

o.tryhubchak@farmak.ua

Вітчизняна фармацевтична галузь розвивається за рахунок переважно створення генеричних препаратів та впровадженню їх на вітчизняному ринку. Лідером фармацевтичних виробників є ПАТ «Фармак».

В процесі фармацевтичної розробки закладається якість, ефективність та безпека лікарського засобу [1, 2].

Розробка вітчизняного генеричного комбінованого препарату «Цитрік», порошок для орального розчину по 22,13 г в пакетиках саше, до складу якого входять парацетамол, аскорбінова кислота, фенілефрину гідрохлорид, феніраміну малеат робить актуальним проведення аналітичного забезпечення фармацевтичної розробки, що було метою роботи.

За рекомендаціями ІСН [3, 4] під час фармацевтичної розробки потрібно підтвердити якість препарату під час виробництва та в процесі зберігання.

З метою контролю якості порошку для орального розчину «Цитрік» проведено контроль критичних параметрів напівпродуктів на кожній стадії виробництва (грануляту, масу для наповнення саше) та готового продукту.

При отриманні грануляту «Цитрік» запропоновано контролювати його якість за описом і втратою в масі при висушуванні. Опис оцінюється візуально. Це однорідна маса білого або майже білого кольору без сторонніх механічних включень. Випробовування втрати в масі при висушуванні проводять експрес-методом за допомогою вологоміра при температурі 100-105 °С. Враховуючи результати експериментальних досліджень, встановлено нормування втрати в масі при висушуванні грануляту.

Масу для наповнення саше рекомендовано аналізувати за описом і кількісним вмістом аскорбінової кислоти, парацетамолу, фенілефрину гідрохлориду та феніраміну малеату. У результаті візуального аналізу за показником «Опис» запропонований напівпродукт має відповідати наступним характеристикам: сипучий гранульований порошок з білими та жовтуватими гранулами, в якому можлива наявність м'яких грудочок, із запахом лимону. Оскільки до складу входять 4 активних фармацевтичних інгредієнтів з різними фізико-хімічними властивостями, для їх кількісного визначення запропоновано парацетамол, фенілефрину гідрохлорид і феніраміну малеат визначати методом рідинної хроматографії, а для аскорбінової кислоти розроблено методику титрування шляхом прямої йодометрії.

Готову продукцію контролювали за показниками: «Опис», «Ідентифікація», «рН розчину», «Супровідні домішки», «Середня маса вмісту саше», «Однорідність дозованих одиниць», «Мікробіологічна чистота», «Кількісне визначення» [5, 6]. Для ідентифікації запропоновано методики хроматографічного визначення. На хроматограмі випробовуваного розчину має виявлятися пляма на рівні плями на хроматограмі розчину порівняння (аскорбінова кислота) відповідна їй за розміром та забарвленням. На хроматограмі випробовуваного розчину, отриманій у розділі «Кількісне визначення», часи утримування піків парацетамолу, фенілефрину гідрохлориду, феніраміну малеату мають співпадати з часами утримування відповідних піків на хроматограмі розчину порівняння з точністю $\pm 2\%$. За кожним показником встановлено нормування. Так, рН має коливатися від 2,0 до 4,0. Специфічною домішкою парацетамолу є 4-амінофенол. Середня маса вмісту саше повинна бути в межах від 20,47 г до 23,79 г. Мікробіологічна чистота повинна відповідати вимогам Державної Фармакопеї України [5]. Кількісний вміст аскорбінової кислоти повинен бути в інтервалі від 45,0 мг до 55,0 мг, парацетамолу – від 292,5 мг до 357,5 мг, фенілефрину гідрохлориду – від 9,0 мг до 11,0 мг, феніраміну малеату – від 18,0 мг до 22,0 мг.

Порошок для орального розчину «Цитрік» по 22,13 г було упаковано в пакетики з фольгоплену і закладено для вивчення стабільності при трьох температурних режимах: довгострокові випробування – температура 25 ± 2 °C, відносна вологість 60 ± 5 %; проміжні випробування – температура 30 ± 2 °C, відносна вологість 65 ± 5 % та прискорені випробування 40 ± 2 °C, відносна вологість 75 ± 5 % [4].

На основі запропонованих методів контролю готовий продукт проаналізовано на початку дослідження та в процесі зберігання. Для встановлення термінів придатності препарату проведено екстраполяцію результатів прискореного режиму за критичними показниками якості. Їх зміни коливаються в межах допустимих норм.

З метою підтвердження отриманих даних паралельно вивчали стабільність препарату при проміжному (30 °C \pm 2 °C / 65 % \pm 5 % RH) і довгостроковому (25 °C \pm 2 °C / 60 % \pm 5 % RH) режимах зберігання. Отримані результати підтверджують придатність порошку для орального розчину «Цитрік» в пакетиках саше впродовж 2 років при зберіганні за умов не вище 25 °C, що внесено в інструкцію до медичного застосування препарату.

Отже, в результаті проведених досліджень проведено наукове обґрунтування методик контролю якості напівпродуктів на кожній стадії виробництва та в процесі зберігання. Встановлено стабільність порошку для орального розчину «Цитрік» в пакетиках саше впродовж 2 років при зберіганні при температурі 25 ± 2 °C, відносній вологості 60 ± 5 %.

Список літературних джерел

1. ICH guideline Q8 (R2) on pharmaceutical development. Step 5 [Text] : EMEA/CHMP/167068/2004 : Committee for Human Medicinal Products. – European Union: European Medicines Agency, 2017. – 24 p.
2. Настанова СТ-Н МОЗУ 42-8.1:2013. Лікарські засоби. Фармацевтична розробка біотехнологічних та біологічних продуктів [Текст] : ДП «Державний експертний центр МОЗ України», 2013. – К: МОЗ України. – 20 с.
3. ICH Q6A Specifications: Test procedures and acceptance criteria for new drug substances and new drug products: chemical substances. Step 4 [Text] : ICH Expert Working Group. – International conference on harmonisation of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, 1999. – 31 p.
4. CPMP/ICH/2736/99 (ICH Topic Q1A (R2)) Note for Guidance on Stability Testing: Stability Testing of New Drug Substances and Products, 2003.
5. Державна Фармакопея України: в 3 т. [Текст] / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 3. – 1128 с.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СИНТЕЗУ АФІ: ВІД МОЛЕКУЛИ ДО ПЕРШОГО КОМЕРЦІЙНОГО ВИПУСКУ

В.В. Рудюк

Публічне акціонерне товариство «Фармак», м. Київ, Україна

y.yeres@farmak.ua

В фармацевтичній промисловості розробка технології синтезу генеричного АФІ (активний фармацевтичний інгредієнт) має багато етапів та починається з ідеї, тобто формули молекули. На першому етапі проводиться літературний пошук можливого шляху синтезу молекули, враховуючи патентний захист АФІ, комерційну доступність вихідної сировини та з урахуванням можливості використання існуючих потужностей виробництва та можливої доукомплектації.

Наступний етап - лабораторна розробка. На цьому етапі відбувається пошук виробників вихідної сировини за оптимальною ціною та якістю, розробка лабораторної методики синтезу молекули, окрема розробка методики очистки АФІ (доведення до фармакопейної якості) та отримання АФІ з певними фізико-технологічними параметрами, які є важливими при розробці технології отримання ГЛФ (готової лікарської форми). Особлива увага приділяється розробці аналітичних методів контролю вихідної сировини, проміжних продуктів та кінцевого АФІ. З отриманими зразками АФІ проводять стрес дослідження, вивчається стабільність та можливість отримання необхідної готової форми (ГЛФ). Рахується первина собівартість технології за розрахованими нормами на базі отриманої лабораторної методики.

Далі проводиться дослідно-промислова апробація технології синтезу АФІ на виробництві - трансфер та масштабування на пілотну та промислову схему. Відбувається коригування та оптимізація технології синтезу при переході від лабораторного до промислового обладнання. Формується промисловий регламент технології синтезу АФІ, де фіксуються технологічні параметри процесу. Напрацьовані зразки вивчаються на стабільність та аналітичну чистоту. У випадку твердих АФІ – вивчається явище поліморфізму та розмір часток (кристалу). З промислових зразків АФІ проводиться дослідно-промислова апробація лабораторної технології отримання ГЛФ. Якщо необхідно, вносяться зміни в останню стадію виділення та очистки АФІ, для отримання необхідних фізико-технологічних властивостей.

Фінальний етап – це формування пакету документів на реєстрацію, ДМФ (драг мастер файл). ДМФ, який містить загальну інформацію про АФІ, опис технологічного процесу, валідацію технологічного процесу, аналітичні методики, валідацію аналітичних методик, вивчення стабільності, передається на реєстрацію в ДЕЦ (державний експертний центр). Після отримання реєстрації, починається комерційний випуск.

РЕАКТОРИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ СИНТЕЗУ АФІ

М.П. Вернидуб

Публічне акціонерне товариство «Фармак», м. Київ, Україна

y.yeres@farmak.ua

Реактори безперервної дії або проточні реактори є сучасним обладнанням для проведення реакцій органічного синтезу. Дане обладнання має ряд переваг над класичними реакторами. Проведення синтезів за допомогою проточних реакторів дозволяє використовувати більш активні реактиви та розширює перелік реакцій, які можна проводити в промисловому масштабі. Реактори проточної дії починають активно використовувати у фармацевтичній промисловості.

Мета дослідження. Оцінити можливість використання проточних реакторів для синтезу АФІ на ПАТ «Фармак».

Матеріали та методи. Вивчили та оцінили будову та принцип дії проточних реакторів чотирьох різних виробників. Відвідали науково-практичні семінари по цій темі. Методами маркетингових та фармакоекономічних досліджень обґрунтували вибір двох субстанцій, що використовуються на ПАТ «Фармак», для модельної розробки технологій їх синтезу з використанням реакторів безперервної дії. Для відпрацювання методики синтезу цих субстанцій використовувалось обладнання контрактної організації.

Результати. На першому етапі досліджень було зібрано інформацію про методи та принципи проточної хімії, конструкцію та принцип дії проточних реакторів. Оцінено недоліки та переваги такого підходу.

Було вивчено пропозиції: знайдено чотири виробники обладнання. Оцінено переваги та недоліки кожного з них. Отримано ряд пропозицій про постачання даного обладнання.

Для розробки методик синтезу субстанцій використовувався проточний реактор компанії-партнера. Було проведено ряд дослідів та підібрано умови проведення синтезів. Отримані зразки субстанцій були проаналізовані відповідно до діючих СП. Розраховано економічну доцільність організації промислового виробництва.

Висновки. На сьогодні проточні реактори не використовуються фармацевтичними підприємствами України. Отже впровадження такої технології дасть компанії інноваційні конкурентні переваги. Наразі ми отримали достатньо знань та досвіду для впровадження технологій проточної хімії на ПАТ «Фармак».

SYNTHESIS OF CAGE SPIRO-OXETANES VIA COREY-CHAYKOVSKY REACTION AND THEIR APPLICATION IN DRUG DISCOVERY

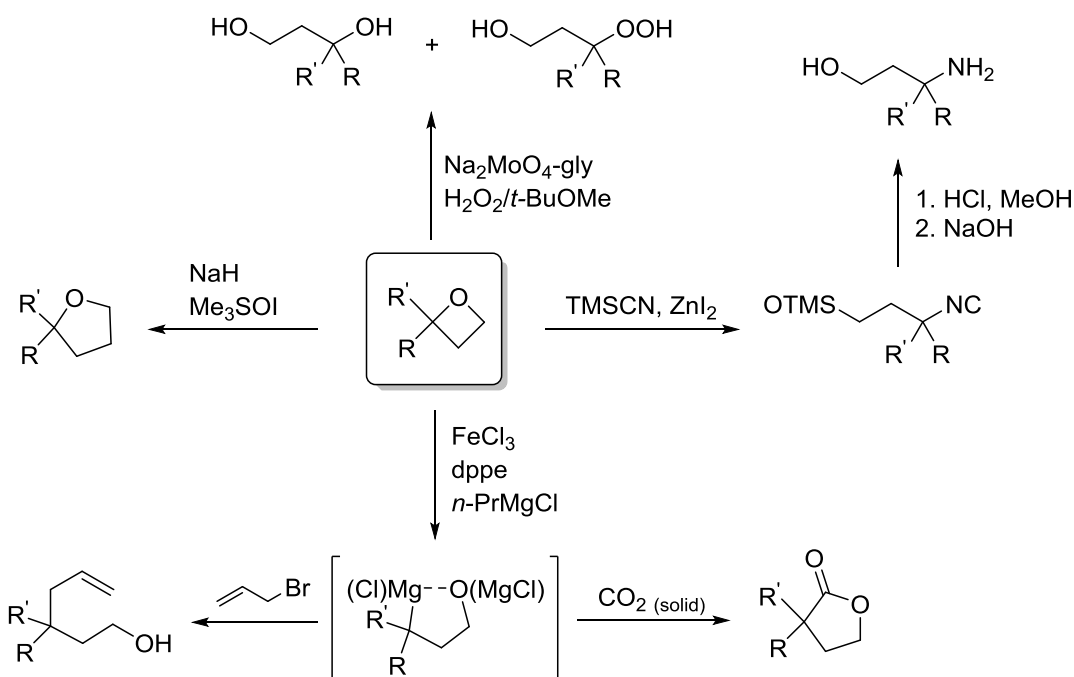
I. M. Pidburtna, A. E. Pashenko, A. O. Kushko, I. A. Levandovskiy

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute
irastrogecka@gmail.com

Oxetanes are strained four-membered cyclic ethers, which, due to their high reactivity, have recently attracted increased interest in the scientific community.

Oxetane fragments are present in relatively small number of natural compounds, among which taxol (paclitaxel) and oxetanocin A are well studied. The listed compounds found use as a chemotherapeutic agent and a human immunodeficiency virus (HIV) replication inhibitor, respectively. There is growing interest to oxetanes as replacement groups for gem-dimethyl and carbonyl groups with improved physicochemical properties. The small size and polarity of the oxetane ring as replacement group improve pharmacological properties of molecules, particularly solubility [1,2].

2-substituted oxetanes are important intermediates in organic synthesis. In the presence of Lewis acids, oxetanes provide ring openings with different nucleophiles producing diols, 3-hydroperoxyalkanols, etc. In reaction with TMSCN promoted by ZnI_2 , hydroxy isonitrile forms, and further conversion lead to the corresponding amino alcohols. Ring openings promoted by Grignard reagents and iron salts give 3-oxidopropylmagnesium derivatives which reacting with electrophiles, as allyl bromide or solid CO_2 , lead to the formation of the corresponding allyl derivatives or lactones [3,4]. Also, the oxetane ring expansion to oxolanes with dimethylsulfoxonium methylide is possible (Scheme 1).



Scheme 1. Ring-opening and ring-expansion reactions of oxetanes

As research objects, we chose spiro-oxetanes based on cage hydrocarbons. Cage fragments can be divided into three groups, depending on the size of the cycle which is attached to the oxetane ring: a five-membered cycle as part of C_5 and D_3 -trishomocubanes, a six-membered cycle as part of adamantane and diamantane, 7-membered cycle as part of homo- and proto-adamantane (Fig. 1).

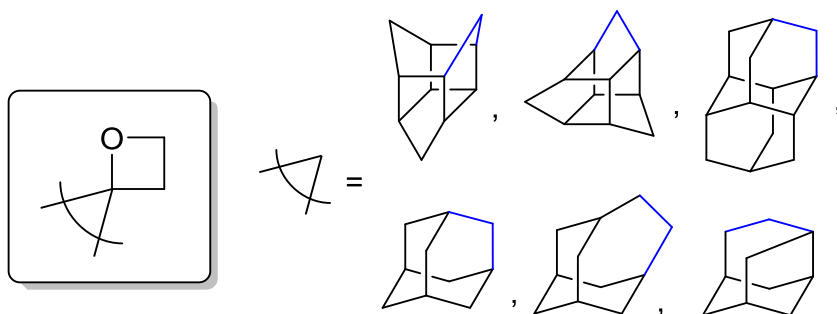
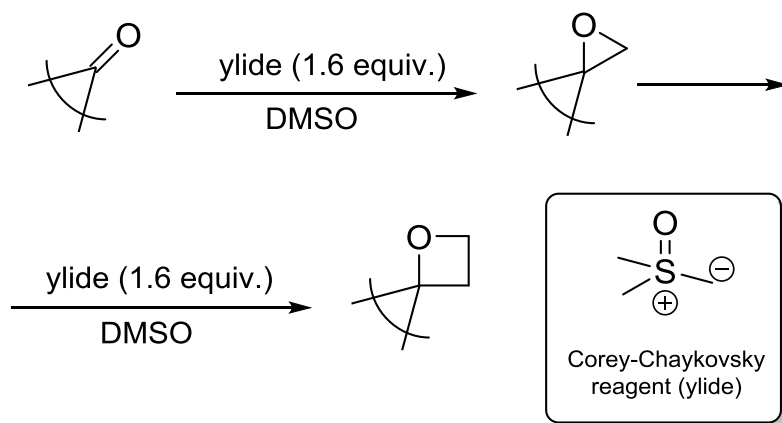


Figure 1. Research objects

The cage provides bulky, rigid lipophilic fragment and oxetane cycle - small, strained, and reactive moiety, which easily undergoes ring-opening reactions.

For synthesis of spiro-cage oxetanes, we used a standard approach which includes sequential methylation of the corresponding ketones under Corey-Chaykovsky reaction conditions (Scheme 2) [5,6].



Scheme 2. Synthesis of cage spiro-oxetanes

References

1. T. Fujishima, T. Nozaki, T. Suenaga, *Bioorg. Med. Chem.* 2013, 21, 5209–5217.
2. J.A. Bull, R. A. Croft, O. A. Davis, R. Doran, K. F. Morgan, *Chem. Rev.* 2016, 116, 12150–12233.
3. J. A. Burkhard, G. Wuitschik, M. Rogers-Evans, K. Muller, E. M. Carreira, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010, 49, 9052–9067.
4. W. B. Han, Y. Wu, *Org. Lett.*, 2014, 16(21), 5706–5709.
5. K. Okuma, Y. Tanaka, S. Kaji, H. Ohta, *J. Org. Chem.* 1983, 48, 5133–5134.
6. A. O. Fitton, J. Hill, D. E. Jane, R. Millar, *Synthesis*, 1987, 1140–1142.

ЗМІСТ

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ	3
СЕКЦІЯ 1 СПЕЦІАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ, ВИРОБНИЦТВО БОЄПРИПАСІВ ТА ВИБУХОВІ РОБОТИ В ПРОМИСЛОВОСТІ	10
BADANIE WPLYWU CIŚNIENIA HYDROSTATYCZNEGO NA STABILNOŚĆ PARAMETRÓW UŻYTKOWYCH MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH EMULSYJNYCH SEJSMICZNYCH B. Kramarczyk ^{1,2} , A. Wojewódka ²	11
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВОГО ПОЛЯ ПРИ ВИБУХУ НЕЦИЛІНДРИЧНИХ ЗАРЯДІВ А.М. Шукуров ¹ , В.Г. Кравець ² , Р.В. Закусило ³	15
THE DEVELOPMENT OF A METHOD OF MEASURING THE BURNING RATE OF PYROTECHNIC TIME-DELAY SYSTEMS OBTAINED BY DRAWING ON THE EXAMPLE OF IRON – BARIUM PEROXIDE MIXTURES M.Gerlich, A. Wojewódka	17
НИЗКОСКОРОСТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЕТОНАЦИИ В ТОНКИХ ТРУБКАХ Р.В. Закусило	20
PROJEKTOWANIE I BADANIE MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH TYPU ANFO A. Wojewódka, K. Olczak, M. Gerlich	23
PREVENTING NEW BOMB TERRORISM THREATS A. Wojewódka, T. Jarosz	29
NEW POTENTIAL EXPLOSIVES PRECURSORS T. Jarosz, A. Wojewódka	32
ELECTROSTATIC DISCHARGE SENSITIVITY OF ENERGETIC MATERIALS: EXPERIMENTAL CONSIDERATIONS AND KEY FACTORS T. Jarosz, A. Wojewódka	34
НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО РОЗРОБКИ АЕРОЗОЛЬНОЇ ПРОТЕХНІЧНОЇ СУМІШІ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У МАСКУВАЛЬНИХ БОЄПРИПАСАХ В.В. Щербань, О.В. Князь, Є.О. Пономарьов	36
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН ЭМУЛЬСИОННЫМ ВВ В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ М.К. Короленко ¹ , И.Л. Коваленко ² , Д.В. Киященко ³ , С.П. Полторащенко ¹	37
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ МАРКИ УКРАИНИТ В ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКАХ М.К. Короленко ¹ , И.Л. Коваленко ² , С.П. Полторащенко ¹ , И.А. Карапа ¹	40
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОХОВЫХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ МАСС МЕТОДАМИ РОТАЦИОННОЙ ВИСКОЗИМЕТРИИ. СДВИГОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ПОРОХОВЫХ МАСС В РЕЖИМЕ ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ В.В. Банишевский, Т.Н. Шевцова	43
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОХОВЫХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ МАСС МЕТОДАМИ РОТАЦИОННОЙ ВИСКОЗИМЕТРИИ. СДВИГОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ПОРОХОВЫХ МАСС В РЕЖИМЕ ПОСТОЯННОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА В.В. Банишевский, Т.Н. Шевцова	45
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАРЯДІВ КАР'ЄРНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ А.М. Романченко, Р.В. Закусило	48
ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ В КРАЇНАХ НАТО О.І. Колос, А.І. Березовський, С.Д. Шелепало	50
СУЧАСНІ КУМУЛЯТИВНІ ЗАРЯДИ І ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ Ю.І. Войтенко, П.А. Гонтар	51
КОНЦЕПЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ НАВІГАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ, ЯКИЙ ФУНКЦІОНУЄ ТРИВАЛИЙ ЧАС В УМОВАХ ВІДСУТНОСТІ КОРЕКЦІЇ ВІД ГНСС І.В. Звершховський, М.І. Васьківський, О.В. Зубарев	54
АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ І.Б. Чепков, С.Я. Мосійчук, А.П. Коленніков, С.В. Лапицький	56

ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕЗАХИСТУ І ГАСІННЯ ЗАГОРЯНЬ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ТАРИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ, ВИКЛИКАНИХ ЗАПАЛЮВАЛЬНОЮ ЗБРОЄЮ М.С. Мошковський, С.Я. Мосійчук, Н.М. Сидоренко, А.В. Беспалов	64
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ, ФОРМИРУЕМАЯ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ ПИРОКСИЛИНОВЫХ ПОРОХОВ Т.В. Четвертак, М.Ф. Буллер.....	68
МОДЕЛІ ПОЗИЦІЙНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРОВАНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ О.Б. Попков, С.Я. Мосійчук, С.В. Лапицький	70
АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЬБИ СНАЙПЕРСЬКОЇ ЗБРОЇ НА ВЕЛИКІ ВІДСТАНІ В.Г. Трофименко	71
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЦЕНТРАЛИТА-II В БАЛЛИСТИЧНЫХ ПОРОХАХ В.А. Роботько, М.Ф. Буллер.....	72
ВПЛИВ СКЛАДУ НІТРУВАЛЬНОЇ КИСЛОТНОЇ СУМІШІ НА ВМІСТ АЗОТУ В НІТРАТІ КРОХМАЛЮ С.Д. Тищенко, В.І. Серета, В. К. Лукашов	74
ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬО-БАЛІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ О.Б. Стеля, Л.І. Потапенко, І.П. Сіренко	76
СЕКЦІЯ 2 ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЯ ТА ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ	79
CARBON NANOMATERIAL USE FOR THE EXTRACTION OF MYCOTOXINS I. Reinholds ¹ , E. Bogdavova ^{1,2} , I. Pugajeva ¹ , S. Gaidukovs ³ , V. Bartkevics ^{1,2}	80
PREPARATION OF OXIDIZED MESOPOROUS CARBON ADSORBENT V. G. Rudenko, O. O.Tkachuk, I. M.Ivanenko	84
МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ ВУГЛЕКИСЛОТНОЇ РІВНОВАГИ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ЗАСОБАМИ МАТНСАД А.Л. Концевой, С.А. Концевой	86
ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ СТИЧНОЇ ВОДИ ЛІКУВАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ Д.Е. Самойленко, Н.М. Толстопалова	92
ПРОЦЕСС СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭПОКСИУРЕТАНОВОГО КАУЧУКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИГИДРАЗОНА ДИАЦЕТИЛФЕРРОЦЕНА Т.Ю. Смольникова, О.Ю. Нестерова	94
ТЕОРЕТИЧНА ОЦІНКА СУМІСНОСТІ ПОЛІМЕРІВ І.А.Тихомирова, Е.О.Спорягін	97
REGULARITIES OF COAGULATION PURIFICATION OF WATER BY IRON COAGULANT L.Yu. Miakushko, Yu.M. Fedenko.....	99
THE EFFECT OF DOSAGE OF IRON COAGULANT ON CLARIFICATION OF NATURAL WATER I. Yu. Pechonchyk, Yu. M. Fedenko	101
ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВОДОСТІЙКОЇ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ А.О.Єфименко	103
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ШПІНЕЛЕУТВОРЕННЯ В ПІГМЕНТАХ С ЗАМІНОЮ ОКСИДІВ НА ЧЕРВОНИЙ ШЛАМ О.В. Іванюк, В.І. Супрунчук	105
ПРИМЕНЕНИЕ АГРЕГАТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ В УКРАИНЕ О.И. Шинкоренко, В.В. Сербин.....	107
ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ПОЛИМЕРОВ НА ЭНЕРГИЮ АКТИВАЦИИ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ СМЕСЕЙ К.В. Шурыберко, Э.А. Спорягин.....	108
ВПЛИВ КОМПАТИБІЛІЗАТОРІВ НА СУМІСНІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ СУМІШЕЙ К.В. Шуриберко, О.Б. Суровцев.....	111
АДСОРБЦІЙНЕ ВИЛУЧЕННЯ ФЕНОЛУ М. М.Якимечко, А. В.Курпіта, І. М.Іваненко	113
PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF COMPOSITES «ACTIVE CARBON – TiO ₂ » О.В.Бытс, А.А.Кух, І.М.Іваненко.....	114

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ Ю.В. Бардадим ¹ , Е.О. Спорягін ² , О. Науменко ³	116
СКЛАДУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ НА ВІДКРИТИХ ТЕРИТОРІЯХ – ГОЛОВНА ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СЬОГОДЕННЯ Н.О.Борзова ¹ , Г.В. Барсукова ²	118
РЕЗУЛЬТАТЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ О.А. Волкова, И.Н. Шарухо	121
ПОРІВНЯННЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНОГО ТА НЕМОДИФІКОВАНОГО ТИТАНУ (IV) ОКСИДУ Р25 К.А.Вальтер, Т.А.Донцова	125
СПОСІБ ТРИСТАДІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ ФОСФОГІПСУ ДИГІДРАТУ НА ГІПСОВЕ В'ЯЖУЧЕ С.О. Гутак, Я.Г. Вазієв, О.В. Павленко	128
SENSITIVITY OF SnO ₂ NANOSTRUCTURES TOWARDS ACETONE S.V. Nahirniak, T.A. Dontsova, E.I. Yanushevskaya.....	130
ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД КОМПЛЕКСНИМИ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВІ ПРИРОДНИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ А.Г. Вазієва.....	132
ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА Д. Р. Закусило, А. М. Романченко	134
3D-МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ХІМІКО_ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ У СЕРЕДОВИЩІ BLENDER М.В. Концева, Г.В. Крimeць	136
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАГЕНТУ ВОДООЧИЩЕННЯ СИНТЕЗОВАНОГО З ВІДХОДІВ ГЛИНОЗЕМНИХ ВИРОБНИЦТВ НА СТИЧНИХ ВОДАХ ЗАБРУДНЕНИХ БАРВНИКАМИ С. О. Кирій, І. В. Косогіна, Д. Нечипорук	140
ON MODIFICATION OF THE METHOD FOR PROCESSING OF IRON (II) SULPHATE HEPTAHYDRATE INTO PIGMENT Yu. S. Kostenko ¹ , O. V. Pavlenko ²	143
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СТИКАННЯ ПЛІВКИ РІДИНИ В УМОВАХ ВИПАРОВУВАННЯ В ПЕРЕХРЕСНИЙ ПОТІК НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗУ Є.В. Костюченко, В.К. Лукашев	149
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЧИСТКИ ТУРБІННИХ ОЛИВ Г.В. Крimeць, Є.К. Малькевич	151
ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ ЭВТЕКТОИДНО-ПЕРИТЕКТОИДНОГО ТИПА СИСТЕМЫ Al ₂ O ₃ – SiO ₂ С. М. Логвинков ¹ , И. А. Остапенко ² , О. Н. Борисенко ¹ , Г. С. Попенко ¹ , В.Г. Кобзин ¹	152
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОРИТІВ МІЛЯТИНСЬКОГО РОДОВИЩА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДОБРИВ А. В. Лапінський, Г. В. Крimeць	157
ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ АРСЕНОВМІСНИХ ВІДХОДІВ ВОДООЧИЩЕННЯ М.І. Літинська, Р.І. Антонюк, Н.М. Толстопалова, І.М. Астрелін.....	159
SOLVENT SUBLATION OF ACTIVE BRILLIANT BLUE FROM WATER T.I. Obushenko, N.M. Tolstopalova, O.S. Naumenko	161
FUNCTIONALIZED ACTIVE CARBON FOR INDUSTRIAL OIL REGENERATION S Nagaevskaya., G.B. Krymets, I.M. Ivanenko.....	165
СЕКЦІЯ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА	168
ИНТЕГРАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ Ю.А. Селихов, В.А. Коцаренко, М.А. Гаевой.....	169
HIGHLY FILLED COMPOSITIONS ON THE BASIS OF OLIGOMERIC RUBBER SKD-GTR Surovtsev A.B. ¹ , Gritsay T.Yu. ¹ , Kuzmenko N.Ya. ²	172
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ МИЙНИХ ЗАСОБІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ Г.М. Прокоф'єва, Т.В. Сударушкіна.....	174
МОЖЛИВІСТЬ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В МЕХАНІЧНУ І ЕЛЕКТРИЧНУ	

ЯК ВАРІАНТ ПЕРСПЕКТИВНОГО НАПРЯМКУ ЕНЕРГЕТИКИ В МАЙБУТНЬОМУ Ю.М. Мар'їнських.....	176
THE POWER OF THE METAL SEGMENT IN CONTINUOUS CYCLES OF HEATING – COOLING IS A NECESSARY PROPERTY OF A FUTURE FUNCTIONAL MATERIAL Yu.M. Mar'yinskykh	178
СЕКЦІЯ 4 ЕКОНОМІКА ВИРОБНИЦТВА ТА УПРАВЛІННЯ.....	181
СВОБОДА РУХУ РОБОЧОЇ СИЛИ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ І.В. Вареник	182
ИНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ ЯК НЕМАТЕРІАЛЬНИЙ АКТИВ ПІДПРИЄМСТВА, АВТОРСЬКІ ПРАВА В УКРАЇНІ ТА ЄС І ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ЇХ ПОРУШЕННЯ	184
Т.С. Лук'яненко ¹ , Р.В. Закусило ²	184
ПЕРСПЕКТИВИ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗОНИ ВІЛЬНОЇ ТОРГІВЛІ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ Ю. М. Мануйлович.....	188
ЕКОЛОГІЧНИЙ ОБЛІК НА ПІДПРИЄМСТВІ: НЕОБХІДНІСТЬ ТА РОЗВИТОК Н.М.Осадча	190
FREEDOM OF CAPITAL MOVEMENT IN THE EUROPEAN UNION I.V. Prozhoha	193
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИЙ Н.В. Романчик, О.А. Наумович	195
ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОСТІ СПОЖИВЧОЇ УПАКОВКИ О.В. Синиця	197
МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВЗАЄМОУЗГОДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ЕКОЛОГО- ОРІЄНТОВАНОГО РОЗВИТКУ РІЗНИХ СИСТЕМНИХ РІВНІВ О. М. Тур.....	200
РОЛЬ КРИПТОВАЛЮТ У СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ СИСТЕМІ СВІТУ ТА УКРАЇНИ А.А. Шкіра, О.М. Бормотова, А.М. Шкіра.....	202
СЕКЦІЯ 5 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ.....	210
СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОДГОТОВКИ ФАХІВЦЯ Г.М. Худoley, Є.М. Мозок.....	211
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВЕРСТАТІВ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ І.П. Бурик, М.М. Івашенко	213
АВТОМАТИЗАЦІЯ РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ Т.А.Левицкая.....	215
РОЗРОБКА СТРУКТУРИ УНІВЕРСАЛЬНОГО АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО ПРИСТРОЮ ВВОДУ-ВИВODУ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ ЗА СИСТЕМОЮ БРАЙЛЯ Є.М. Мозок ¹ , Є.С.Тарануха ² , О.В.Карпенко ² , О.І.Карась ²	217
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (AR) ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IOT) ДЛЯ НАВЧАННЯ ОСНОВАМ ПРОГРАМУВАННЯ ШКОЛЯРІВ МОЛОДШИХ КЛАСІВ. П.С. Пата, О.О. Андрусенко, Є.М. Мозок.....	219
КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ ЖИДКОСТИ В СИСТЕМЕ ПРОГРАММ LABVIEW Г.А. Васильев, А.Г. Серяков, В.А. Щеголькова	221
МЕТОД ПОБУДОВИ ОВЕРЛЕЙНОЇ МОДЕЛІ УЧНЯ НА ОСНОВІ НАВЧАЛЬНОГО ТЕКСТУ В.А. Щеголькова, А.Г. Серяков, А.І. Акуліна	223
СЕКЦІЯ 6 ФІЛОСОФСЬКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА	227
МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ НАУКОВЦІВ ВІДЛІК І ПОЛЬСЬКОЇ НАРОДНОЇ РЕСПУБЛІКИ У ДРУГІЙ ПОЛОВИНІ ХХ СТОЛІТТЯ С.М. Базиль	228

ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИМУЛЮВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ЧЕРЕЗ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДИК ТА ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАЛЬНО-ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС Н.О. Тугай, О.А. Гурба, Н.Ю. Баланюк.....	234
СЕКЦІЯ 7 ХІМІЯ ТА ФАРМАЦЕВТИКА	236
ОПТИМИЗАЦІЯ ВРЕМЕНИ ВЭЖХ АНАЛИЗА В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АКТИВНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ИНГРЕДИЕНТОВ И ГОТОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ Ю.В. Ересъ.....	237
STUDY OF CYTOKININ-LIKE ACTIVITY OF DERIVATIVES OF OXAZOLOPYRIMIDINE AND OXAZOLE V.A. Tsygankova, Ya.V. Andrusevich, O.I. Shtompel, S.G. Pilyo, A.M. Kornienko, V.S. Brovarets.....	241
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОРОШКУ ДЛЯ ОРАЛЬНОГО РОЗЧИНУ «ЦИТРИК» В ПАКЕТИКАХ САШЕ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТА ЗБЕРІГАННІ О.В. Тригубчак, О.М. Яковенко, С.М. Гурєєва.....	247
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СИНТЕЗУ АФІ: ВІД МОЛЕКУЛИ ДО ПЕРШОГО КОМЕРЦІЙНОГО ВИПУСКУ В.В. Рудюк.....	249
РЕАКТОРИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ СИНТЕЗУ АФІ М.П. Вернидуб.....	250
SYNTHESIS OF CAGE SPIRO-OXETANES VIA COREY-CHAYKOVSKY REACTION AND THEIR APPLICATION IN DRUG DISCOVERY I. M. Pidburnta, A. E. Pashenko, A. O. Kushko, I. A. Levandovskiy	251