

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДП «АНТОНОВ»

МАТЕРІАЛИ

**ХІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
“АВІА-2013”**

21-23 травня

Том 5

КИЇВ 2013

Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції „АВІА-2013”. – Т.5.
–К.: НАУ, 2013.

СПІВОРГАНІЗАТОРИ

- National Aviation Academy State “Azerbaijan Hava Yollari” Closed Joint-Stock Company, Azerbaijan
- Georgian Aviation University, Georgia
- JSC “Civil Aviation Academy”, Kazakhstan
- Nanchang Hangkong University, China
- Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania
- The State School of Higher Education in Chelm, Poland
- Moscow State Technical University of Civil Aviation, Russia
- The International University of Logistics and Transport in Wroclaw, Poland
- Polish – Ukrainian Research Institute, Poland-Ukraine

За науковий зміст викладеного матеріалу відповідають автори.

РОБОЧИЙ ОРГКОМІТЕТ

XI Міжнародної науково-технічної конференції “**АВІА-2013**”

Голова

оргкомітету

Кулик М.С. ректор Національного авіаційного університету

Заступник голови

Харченко В.П. проректор університету з наукової роботи

Члени оргкомітету:

Азарсков В.М. в.о. директора Інституту аерокосмічних систем управління
Васильєв В.М. директор Інституту аеронавігації
Гудманян А.Г. директор Гуманітарного інституту
Запорожець О.І. в.о. директора Інституту екологічної безпеки
Зарубінська І.Б. проректор з міжнародних зв'язків
Матвеев В.В. директор Інституту економіки та менеджменту
Сопілко І.М. директор Юридичного інституту
Суслова Г.А. заступник директора інституту ІСАО
Фоменко А.М. директор Інституту міжнародних відносин
Філоненко С.Ф. директор Інституту інформаційно-діагностичних систем
Чемакіна О.В. в.о. директора Інституту аеропортів
Шмаров В.М. директор Аерокосмічного інституту
Юдін О.К. директор Інституту комп'ютерних інформаційних технологій

Секретаріат конференції:

Голова

секретаріату

Зайцев Ю.В. начальник відділу НТІ та ІВ

Члени секретаріату:

Газдюк Р.В. співробітник відділу НТІ та ІВ
Шепель О.Ю. співробітник відділу НТІ та ІВ
Рибалко О.Л. співробітник відділу НТІ та ІВ
Ільченко В.М. помічник проректора з наукової роботи
Корбут Л.А. начальник відділу науково-методичного забезпечення діяльності

ПЕРЕЛІК І ЗМІСТ ТОМІВ

ТОМ 1

- Секція 1.* Вимірювання, контроль, діагностика
- Секція 2.* Інформаційна безпека
- Секція 3.* Спеціалізовані комп'ютерні системи та CALS-технології в авіації
- Секція 4.* Новітні інформаційні технології в авіації
- Секція 5.* Комп'ютерні системи
- Секція 6.* Математичне моделювання та чисельні методи

ТОМ 2

- Секція 7.* Системи зв'язку навігації та спостереження
- Секція 8.* Організація та обслуговування повітряного руху
- Секція 9.* Дистанційно-пілотовані літальні апарати
- Секція 10.* Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси
- Секція 11.* Спеціальні телекомунікаційні системи
- Секція 12.* Авіаційна англійська мова та безпека польотів
- Секція 13.* Стан та перспективи розвитку авіоники

ТОМ 3

- Секція 14.* Енергетичне устаткування
- Секція 15.* Сучасні триботехнології в авіаційному та загальному машинобудуванні
- Секція 16.* Сучасні аеропортові технології
- Секція 17.* Сучасні технології підтримки льотної придатності повітряних суден
- Секція 18.* Автоматизація та енергозбереження на транспорті
- Секція 19.* Аеродинаміка та безпека польотів
- Секція 20.* Втома і руйнування авіаційних конструкцій

ТОМ 4

- Секція 21.* Автоматизовані системи управління технологічними процесами
- Секція 22.* Керування складними системами
- Секція 23.* Моделювання в електротехніці, електроніці та світлотехніці
- Секція 24.* Електроніка
- Секція 25.* Міське, промислове, цивільне та транспортне будівництво
- Секція 26.* Технічна естетика, архітектура та дизайн
- Секція 27.* Дистанційні аерокосмічні дослідження

ТОМ 5

- Секція 28.* Хімічна технологія та інженерія
- Секція 29.* Біотехнологія в авіації
- Секція 30.* Землеустрій, картографія та кадастр
- Секція 31.* Авіаційна хімотологія
- Секція 32.* Екологічна безпека

ТОМ 6

- Секція 33.* Економічні та управлінські бізнес-процеси розвитку авіаційних підприємств
- Секція 34.* Сучасна журналістика: соціальна місія і професія
- Секція 35.* Туризм
- Секція 36.* Інформаційно-правові засади міжнародних відносин
- Секція 37.* Міжнародні економічні відносини в умовах глобалізації
- Секція 38.* Міжнародно-правова регламентація повітряного простору
- Секція 39.* Мовна підготовка фахівців авіаційної галузі
- Секція 40.* Психологія безпечної експлуатації авіаційного транспорту
- Секція 41.* Людиновимірність авіації в глобалізованому світі

ЗМІСТ

<u>Секція 28. Хімічна технологія та інженерія</u>	28.1
<i>Н.С. Атаманенко, В.А. Качур</i> ПОХІДНІ БЕТУЛІНУ ТА БЕТУЛІНОВОЇ КИСЛОТИ – ФАРМПРЕПАРАТИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ	28.1
<i>Т.А. Гаєвська</i> МЕХАНІЗМ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛІТИЧНОГО ОКИСНЕННЯ 1,2-ДИХЛОРЕТАНУ ТА 1,1,2- ТРИХЛОРЕТАНУ	28.5
<i>М.В. Лукомська, Т.Г. Самарська</i> ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ОТВЕРДІННЯ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИЦІЙ З ДОБАВКАМИ АРОМАТИЧНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ ТА АЕРОСИЛУ	28.9
<i>М.Р. Максимюк, В.Л. Чумак, Т.В. Нешта, Ю.С. Босак</i> АДСОРБЦІЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ІЗ СТІЧНИХ ВОД, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ	28.13
<i>Н.М. Манчуж, Є.В. Баглей</i> АДСОРБЦІЙНЕ ВИДАЛЕННЯ СИНТЕЗОВАНИХ СПЛУК НІКЕЛЮ З МОДЕЛЬНИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СИСТЕМ НА ВІДХОДАХ ПРОМИСЛОВОСТІ	28.17
<i>Л.Д. Масленнікова, Л.О. Смашнюк</i> МОДИФІКАЦІЯ ПОЛІВІНІЛАЦЕТАТА ЖЕЛАТИНОЮ	28.21
<i>І.В. Ольшевський</i> ТРАНСЕСТЕРИФІКАЦІЯ ТРИАЦЕТИНУ ЕТАНОЛОМ НА ГЕТЕРОГЕННОМУ КАТАЛІЗАТОРІ	28.25
<i>Г.С. Поп, Ю.В. Білокопитов, Ю.С. Бодачівський</i> СИНТЕЗ, ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТІВ ТРАНСАМІДУВАННЯ ОЛІЙ	28.29
<i>D.S. Sotnikova, E.F. Novoselov</i> LOGISTICS OF HAZARDOUS SUBSTANCES TRANSPORTATION BY AIR IN RELATION TO PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES	28.33
<i>O.V. Tkachenko, E.F. Novoselov</i> PMR SPECTRA OF ADAMANTANE DERIVATIVES OBTAINED AT INTRODUCTION OF CARBENE INTO SI-H BOND	28.37
<i>Ф.Г. Фабуляк, Ю.В. Зубенко</i> МОДИФІКАЦІЯ ПОЛІАКРИЛАМІДУ БІОПОЛІМЕРОМ	28.41
<i>Ф.Г. Фабуляк, Л.Д. Масленнікова, А.Ю. Острогруд</i> ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІЗОПРЕНОВИХ ГУМ З ВМІСТОМ КАРБАМІДУ	28.45

<i>М.Г. Пона, З.І. Боровець, О.В. Кобрин</i> ДВОСТАДІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ШТУЧНОГО ВОЛАСТОНИТУ	28.50
<i>Т.Б. Желлинський, О.К. Серкіз</i> НОВИЙ ЕНЕРГООЩАДНИЙ МЕТОД ОДЕРЖАННЯ ГАРТОВАНОГО СКЛА	28.54
<u>Секція 29. Біотехнологія в авіації</u>	
<i>О.А. Васильченко, М.О. Трезуб, А.Б. Миненко</i> СПОСОБИ ЗАПОБІГАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ ПАЛИВА	29.1
<i>С.М. Дика, В.В. Горупа, К.Г. Гаркава</i> ВИЛУЧЕННЯ БІОБУТАНОЛУ З КУЛЬТУРАЛЬНОЇ РІДИНИ В ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ	29.5
<i>А.В. Дrajнiкoвa</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРЕПАРАТИВ БАКТЕРІОФАГІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ МІКРООРГАНІЗМІВ – КОНТАМІНАНТІВ ПАЛИВА	29.9
<i>Н.А. Зінов'єва</i> МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ЗАБРУДНЕНОМУ НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТІ	29.13
<i>Karpenko, V. I., Ryabonenko O. P., Golodok L.P., Shcherbakova O. G.</i> THE OPPORTUNITIES OF OBTAINING BIOBUTANOL AND ITS FURTHER USE AS AVIATION FUEL	29.17
<i>О.М. Ковальов, Л.О. Трошина, Є. Л. Чорновол, А.О. Шарова, О.О. Дудар, М.А. Куйбіда, О.О. Лінник, О.О. Лінник</i> СТАБІЛІЗАЦІЯ РІВНЯ ЦУКРУ В КРОВІ ПРИ ГІПОГЛІКЕМІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛАНІНУ	29.21
<i>А.М. Ковалёв, А.И. Недоступ, Т.А. Нохрина, Б.В. Поламарчук, О.А. Линник, А.А. Линник</i> ПРОБИОТИКОТЕРАПИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ И ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	29.24
<i>А.М. Ковалёв, В.А. Прилипко, Р.В. Савчук, А.В. Старенкова, О.А. Линник, А.А. Линник</i> ПРОБИОТИКИ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ АНТИКАНЦЕРОГЕННЫЕ И АНТИТОКСИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ	29.30
<i>В.Ф.Лабунець, В.Г.Лазарев, Е.Вайс, Р.Я.Белевцев, Ж.П.Коптева, М.О.Борецька, Л.Г.Асауленко, І.П.Кзлова</i> НОВІ ПІДХОДИ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ АВІАЦІЙНИХ СПЛАВІВ	29.35

В.В. Голубцова, Л.С. Ястремська

**ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРІНГУ ЯКОСТІ СТИЧНИХ ВОД
М. СЛАВУТИЧ**

29.39

Секція 30. Землеустрій, картографія та кадастр

Т.В. Козлова, О.І. Данилко

**НАУКОВО-ІНФОРМАЦІЙНЕ СУПРОВОДЖЕННЯ
ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ТА КАРТОГРАФІЧНИХ РОБІТ
ІЗ ДЕМАРКАЦІЇ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ УКРАЇНИ**

30.1

А.Ф. Данкевич

**ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ВЕЛИКОМАСШТАБНОГО
КАРТОГРАФУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ
БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

30.5

І.О. Новаковська

**ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ТА ОХОРОНИ ОСОБЛИВО
ЦІННИХ ЗЕМЕЛЬ**

30.10

Т.О. Дубрава

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АТЛАС УКРАЇНИ – ОСНОВНИЙ
КАРТОГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ
СТУДЕНТІВ НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ**

30.14

Т.В. Козлова, М.В. Пісьменна

**СУЧАСНИЙ СТАН ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТА ЗЕМЕЛЬНИХ
РЕСУРСІВ УКРАЇНИ**

30.18

О.В. Барабаш, О.А. Мартинюк, В.М. Сопінський

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

30.22

В.В. Путренко

**СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНЕ ЕКОЛОГІЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ
В УКРАЇНІ**

30.26

Т.О. Дубрава, В.С. Крячек

**РОЗВИТОК СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО
КАДАСТРУ УКРАЇНИ**

30.30

Н.Ю. Колода

**РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ
ЗЕМЕЛЬ ЗАРУЦЬКОГО ВАПНЯКОВОГО КАР'ЄРУ**

30.34

Д.О. Сивик, О.В. Тимощук, Л.Р. Нагорна

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ

30.38

Т.В. Козлова, Я.В. Бурдільна

**ГАРМОНІЗАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ КАДАСТРОВОЇ СИСТЕМИ
УКРАЇНИ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ КРАЇН ЄС**

30.42

<i>И.М. Торопа, В.И. Глущенко, В.В. Бабий</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ НАЗЕМНОЙ СЪЕМКИ ТЕРРИТОРИЙ	30.46
<i>А.Ф. Данкевич, В.М. Золотоперий, С.Д. Крячок</i> АНАЛІЗ ВИПАДКІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАНОВИХ КООРДИНАТ ПРИ КОНТРОЛІ ПОЛОЖЕННЯ ВИСОТНИХ ОБ'ЄКТІВ НА АЕРОДРОМАХ ТА ЇХ ПРИАЕРОДРОМНИХ ТЕРИТОРІЯХ	30.50
<i>І.М. Капеліста</i> КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ ГЕОТУРИЗМУ УКРАЇНИ	30.55
<i>В.А. Рябчий, В.В. Рябчий, В.В. Бабій</i> ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ СЕРЕДНІХ КВАДРАТИЧНИХ ПОХИБОК ВЗАЄМНОГО ПОЛОЖЕННЯ КУТІВ ПОВОРОТІВ МЕЖ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК	30.59
<i>М.М. Кондратенкова</i> ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ	30.63
<u>Секція 31. Авіаційна хімотологія</u>	
<i>Л. М. Черняк, С.В. Бойченко, М.М. Радомська, Т.О. Маринич</i> СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ПІДВИЩЕННІ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ	31.1
<i>А.В. Ломотько, А.В. Яковлева, О.О. Вовк, С.В. Бойченко</i> ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ З МЕТОЮ ЗАБЕПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	31.3
<i>І.Л. Трофімов, О.М. Зубченко, К.В. Бзенко</i> ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДЕМПФЕРУЮЧОГО ЕФЕКТУ В ЗАПОБІЖНИХ КЛАПАНАХ СИСТЕМ АВІАЦІЙНОЇ ТА НАЗЕМНОЇ ТЕХНІКИ	31.7
<i>Н.А. Чернобаева</i> ОГЛЯД МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ВТРАТ БЕНЗИНІВ ВНАСЛІДОК ВИПАРОВУВАННЯ	31.11
<i>О.І. Лазорко, П.І. Топільницький, В.В. Романчук</i> ЗАХИСТ ОБЛАДНАННЯ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ЗАВОДІВ УКРАЇНИ ВІД КОРОЗІЇ	31.15
<i>М.А. Смирный, Я.Б. Тарасова</i> АНАЛИЗ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ В СООТВЕТСТВИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ СТАНДАРТАМИ	31.19
<i>О.Ф. Аксьонов, Б.Ф. Кочірко, Т.С. Пашко</i> ВПЛИВ УМОВ РЕАКЦІЇ НА ПРОЦЕС ЕСТЕРИФІКАЦІЇ КИСЛОТ ПАЛЬМОВОЇ ОЛІЇ АБСОЛЮТНИМ ЕТАНОЛОМ	31.23

<i>О.Ф. Аксьонов, Б.Ф. Кочірко, А.О. Азаренкова</i> АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА Й ПРОМИСЛОВОГО ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ В ЯКОСТІ ДОБАВОК ДО АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНІВ	31.25
<i>О.Л. Матвеева, О.А. Алієва</i> ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКІСТЬ ТА СТУПІНЬ БІОДЕГРАДАЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ	31.27
<i>В.С. Вдовін</i> ВПЛИВ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АВІАЦІЙНОГО БЕНЗИНУ	31.31
<i>Асаад Ибрагим Али, С.В. Бойченко, Б.Ф. Кочирко</i> ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИРАКСКИХ НЕФТЕЙ С ГЛУБИТНОЙ ДО 94%	31.35
<i>О.Я. Кузнєцова, Ж.М. Нетреба, А.М. Соловійов</i> ЗАЛЕЖНІСТЬ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА КІНЕМАТИЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ РОБОЧОЇ РІДИНИ FH-51 ВІД НАРОБІТКУ В ГІДРОСИСТЕМІ ПОВІТРЯНОГО СУДНА	31.38
<i>О.Я. Кузнєцова, Ж.М. Нетреба, І. К. Кліц, М.С. Бойченко</i> МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ РІДИН В КОНТЕКСТІ МЕХАНІЗМУ НЕПЕРЕРВНОГО МОНІТОРИНГУ БЕЗПЕКИ АВІАЦІЇ	31.42
<i>О.Л. Матвеева, Т.О. Федорчак, І.І. Якименко</i> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ АКТИВАТОРІВ ПАЛИВА	31.46
<i>В.С. Бондарь, Е.Г. Ковальчук, В.П. Коба, В.А. Радзиевский</i> ПРИБОРЫ ТРЕНИЯ С ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ О МЕХАНИЗМЕ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ	31.50
<i>А.У. Стельмах, К.К. Бадир, Р.К. Аль-Тамими, Т.Т. Ибраимов</i> КОМПРЕССИОННО-ВАКУУМНЫЙ МЕХАНИЗМ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ	31.54
<i>Klaus Kunze, D. Stelmakh, O.Sofronov, K.K. Al-Tamimi</i> EXPERIMENTAL COMPARISON OF DIFFERENTIAL-PHASE METHOD AND METHOD OF DYNAMIC FOCUSING IN DEFINING OF ROUGHNESS PARAMETERS OF SURFACES	31.58
<i>Д. А. Стельмах, К.К. Бадир, Т.Т.Ибраимов</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛАСТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ И КОМПРЕССИОННО- ВАКУУМНОЙ ГИПОТЕЗ ТРЕНИЯ	31.62

<i>В.Н. Шмаров, Р.Е. Костюник</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ ГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ	31.66
<i>В.Н. Шмаров, А. В. Стельмах</i> АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫМИ ИСПЫТАНИЯМИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	31.70
<i>А.В. Стельмах, Д.Д. Хуссейн</i> ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ	31.74
<i>Д.Д. Хуссейн, О.А. Софронов</i> ВЛИЯНИЕ АГРЕГАТНОГО И ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ СМАЗКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРИБОСИСТЕМ	31.78
<i>А.Ф. Аксенов, О.А. Микосянчик, Р.А. Шевченко, В.А. Радзиевский</i> ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИБОКОНТАКТА ПОСРЕДСТВОМ ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ СМАЗОЧНОЙ СРЕДЫ	31.82
<i>И.Ф. Кравченко, В.Г. Ананьев, П.А. Колесник, А.Б. Единолич, А.Ф. Аксёнов, А.У.Стельмах</i> УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА РЕДУКТОРОВ ГТД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХФАЗНОЙ МАСЛОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ	31.86
<i>Е.Н. Смирнов, С.А. Коленов, Ю.В. Пильгун, А.В. Куцев, О.А. Микосянчик</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФАЗОВОГО МИКРОСКОПА-ПРОФИЛОМЕТРА В ТРИБОЛОГИИ ГРАНИЧНОЙ СМАЗКИ	31.91
<i>Р.Е. Костюник, А.В. Куцев, Р.А. Шевченко, В.П. Коба., Е.Г. Ковальчук</i> МЕХАНИЗМ БЕСКОНТАКТНОЙ МАГНИТНО-ТУРБУЛЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ	31.95
<i>В.Г. Семёнов, А.И. Атамась</i> СОХРАНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО	31.99
<i>І.В. Морозова, В.І. Морозов</i> ВІПЛИВ ПОДВІЙНОГО ЯДЕРНОГО РЕЗОНАНСУ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	31.103
<i>Є.В. Кобилянський, М.М. Захарчук, С.В. Бойченко</i> ЕКОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПЛЕКСНОГО НАДЛУЖНОГО ФЕНОЛЯТНОГО МАСТИЛА	31.106

<i>І.О. Шкільнюк, С.В. Бойченко, Т.О. Кондратюк, А.О. Новак</i> ВИДОВИЙ СКЛАД МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ФАЗИ У ПАЛИВАХ ДЛЯ ПОВІТРЯНО-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ	31.107
<i>О.Б. Шевченко, О.В. Циба, Г.В.Тарасова</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУМІШЕВИХ ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ	31.111
<i>Т.О. Кондратюк, О.В. Мирошник</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МІКРОСКОПІЧНИХ МІЦЕЛІАЛЬНИХ ГРИБІВ В АВІАЦІЙНОМУ ПАЛИВІ	31.115
<i>С.В. Бойченко, И. А. Шкільнюк, Л.Н. Черняк, Казимир Лейда, А.В. Яковлева</i> МОДИФИКАЦІОНОВАНИЕ СОСТАВА АВИАЦИОННОГО КЕРОСИНА ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРИСАДКАМИ	31.119
<u>Секція 32. Екологічна безпека</u>	
<i>О. Запорожець, В. Влуккер, О. Коновалова, К. Синило</i> ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНІ ЗАГРОЗИ ТА ЇХ ОБМЕЖЕННЯ НАВКОЛО АЕРОПОРТУ	32.1
<i>О. Запорожець, І. Государська, В. Влуккер</i> ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ НАВКОЛО АЕРОПОРТУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВПЛИВУ АВІАЦІЙНИХ ПОДІЙ	32.5
<i>К.В. Синило</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЕМІСІЙ АВІАДВИГУНІВ В МЕЖАХ АЕРОПОРТУ	32.9
<i>К.І. Кажан</i> ЕНТРОПІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АЕРОПОРТУ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ	32.13
<i>О.Ю. Драч, К.В. Синило, К.І. Кажан</i> МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН В МЕЖАХ АЕРОПОРТУ	32.17
<i>О.В. Кохан</i> ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗЙОМКИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ПОКАЗНИКА РІВНЯ ЗВ'ЯЗАНОСТІ КЛЮЧОВИХ ТЕРИТОРІЙ	32.21
<i>В.В. Шаравара</i> ЕКОЛОГО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ НА ТЕРИТОРІЯХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК	32.25

<i>О.Л. Матвеева, О.В. Панова</i> ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЕКРАНИ З КЕРОВАНИМИ ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	32.29
<i>В.А. Глива, Х.В. Паньків</i> ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З КОНТРОЛЮ ТА ДОПУСТИМИХ РІВНІВ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ	32.33
<i>В.А. Глива, Л.О. Левченко</i> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА	32.37
<i>О.М. Антонів, В.А. Гроза</i> ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ГАЗОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ (НА ПРИКЛАДІ БІЛОУСІВСЬКОГО РОДОВИЩА)	32.41
<i>О.Г. Личманенко, О.В. Лапань, Є.О. Бовсуновський</i> ДЕПОНУВАННЯ ВІДХОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ	32.45
<i>В.А. Гроза, Є.Г. Борисенко</i> МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ХАОТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ	32.49
<i>Я.І. Мовчан, О.П. Рибчак, А. М. Зінчук</i> ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА РОСЛИННИЙ ПОКРИВ КИЄВА	32.53
<i>О.В. Рябчевський, Ю.Я. Годовська</i> МОДИФІКОВАНІ ПРИРОДНІ СОРБЕНТИ В ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД АВІАПІДПРИЄМСТВ	32.57
<i>Marta Rojek</i> APPLICATION OF MODELLING TOOLS FOR PREDICTION OF ACOUSTIC EFFECTIVENESS OF CONTINUOUS DESCENT APPROACH IMPLEMENTATION IN GDANSK AIRPORT	32.61
<i>О.В. Сидоров</i> ВПЛИВ ОПЕРАТОРУ ЕОМ НА ІОННИЙ СКЛАД ПОВІТРЯ	32.65
<i>В.І. Применко, А.В. Лук'янчиков, Т.М. Лук'яничкова</i> МОДЕЛЮВАННЯ ЗОНИ РАДІОАКТИВНОГО ЗАРАЖЕННЯ	32.69
<i>Н.В. Савчук</i> ЕКОМЕРЕЖА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК СКЛАДОВА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОЇ ЕКОМЕРЕЖІ	32.73
<i>Y.S. Shevchenko</i> VERTICAL NOISE MAPS CREATION FOR URBAN ENVIRONMENT	32.77
<i>В.М. Заплатинський, R. Kazansky, M. Dobrik</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА МІЖНАРОДНИХ КРИЗОВИХ СИТУАЦІЙ В ОСВІТІ ТА ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	32.81

<i>Н.В. Боруль</i> РАДІОЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАСЕЛЕННЯ ДУБРОВИЦЬКОГО РАЙОНУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ І ДОВКІЛЛЯ	32.85
<i>С.А. Савченко, В.О. Куценко</i> СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА В СВІТІ. НЕДОЛІКИ Й ПЕРЕВАГИ	32.89
<i>М.М. Радомська, О.Я. Бадлюк, С.М. Кабан</i> ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	32.93
<i>V.M. Deniskov, O.O. Grasko</i> ROLE OF THE DATABASES DEVELOPMENT FOR ICAO'S CO₂ STANDARD	32.97
<i>Б.Д. Халмурадов, А.О. Грицаюк</i> ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТИ ЕКОНОМІКИ	32.99
<i>В.М. Заплатинський, І.В. Уряднікова, С.М. Чумаченко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЛОК-СХЕМИ СИСТЕМИ ВОДООЧИЩЕННЯ І ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ Й ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННИХ, ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ РИЗИКІВ	32.101
<i>G.O. Voinalovych, V.Ye. Vlasov, A. S. Lytvynchenko</i> UNAUTHORIZED REMOVAL OF WASTE IN KIEV	32.105
<i>Г.В. Федорів, Т.І. Білик, Р.Соколов</i> ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ СЕРЕДОВИЩА НАВКОЛО ПАЛИВОЗАПРАВНИХ ОБ'ЄКТІВ	32.109
<i>Т.В. Саєнко, О. Ю.Осипенко</i> ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА - ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК ЕКОБЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ	32.113
<i>О.Л. Матвеева, О.А. Алієва</i> ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКІСТЬ ТА СТУПІНЬ БІОДЕГРАДАЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ	32.117
<i>В.М. Зброжжєк</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ШУМУ У МЕЖАХ АЕРОПОРТУ ТА ПРИЛЕГЛИХ ЗОНАХ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ	32.121
<i>Т.П. Кашарина</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ГОРОДА НОВОЧЕРКАССКА	32.125
<i>О.М. Труханівська</i> НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ АВІАТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	32.129
<i>S.O. Khrypko</i> DEMANDS FOR THE CREATION OF TRANSPORT COMPLEXES FOR THE IMPROVING OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS	32.133

Н.С. Атаманенко, асистент, В.А. Качур, студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

ПОХІДНІ БЕТУЛІНУ ТА БЕТУЛІНОВОЇ КИСЛОТИ – ФАРМПРЕПАРАТИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Представлено огляд фармакологічних властивостей бетулінової кислоти і споріднених сполук ряду тритерпеноїдів та власні дослідження з екстракції та хімічних перетворень цього класу сполук.

Вступ

Тритерпеноїди як великий клас фармакофорних сполук.

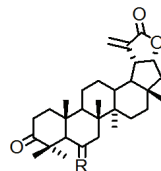
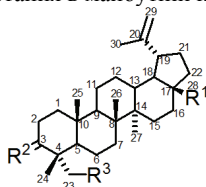
Тритерпеноїди це речовини яких є удосталь в природних джерелах, наприклад в екстрактах кори берези *Betula pendula*, вони відносяться до групи ізопреноїдів і одночасно до тритерпеноїдів – сполук побудованих з 6 одиниць ізопрену. З точки зору класифікації органічних сполук вони відносяться також до ряду лупану.

Тритерпеноїди мають широкий спектр фармакологічної активності, з яких найбільш примітні: противірусна, протизапальна, противиражкова, протимікробна, антикариогенічна і, найголовніше, протиракова активність.

Бетулінова кислота (**1**) як і багато тритерпеноїдів ряду лупана відома протягом більш ніж сто років, проте, до недавнього часу їх цитотоксична активність конкретно щодо клітин меланоми людини була невідома.

Таким чином хімія тритерпеноїдів ряду лупана з цитотоксичною активністю щодо клітин меланоми була розроблена фактично протягом останніх п'ятнадцяти років.

Бетуліновій кислоті було приділено найбільш пильну увагу, оскільки саме вона була історично першим відомим тритерпеноїдом активним проти меланоми. Бетулінова кислота знаходиться наразі у другій фазі клінічних випробувань для лікування диспластичного невуса, і отже має високий потенціал для використання в майбутній клінічній практиці.



- 1: R¹ = CO₂H, R² = β-OH, α-H, R³ = H
- 2: R¹ = CO₂H, R² = β-OH, α-H, R³ = OH
- 3: R¹ = CH₂OH, R² = β-OH, α-H, R³ = H
- 4: R¹ = COH, R² = β-OH, α-H, R³ = H
- 5: R¹ = CO₂H, R² = O, R³ = H

- 6: R = H, H
- 7: R = O

Рис. 1 Бетулінова кислота (**1**), її похідні та нумерація атомів сполук

Тритерпеноїди які використовуються для лікування різних захворювань.

Слід зазначити, що бетулінова кислота має також і інші цікаві біологічні активності, зокрема, анти-ВІЛ, протизапальні та інші.

Анти-ВІЛ активність бетулінової кислоти (1) і її похідних була вперше описана двома незалежними дослідницькими групами. З того часу ряд дослідників синтезували, опублікували і запатентували велику кількість нових похідних із значною активністю проти ВІЛ.

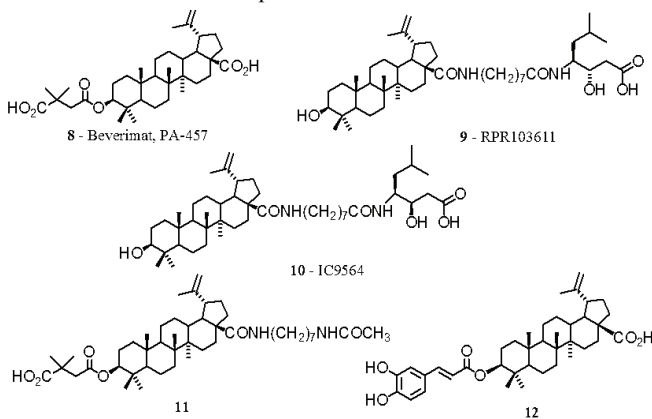


Рис 2. Запатентовані похідні тритерпенів із значною активністю проти ВІЛ.

Серед цих похідних (8-12), варто згадати 3 β -О-ацил – похідні бетулінової кислоти, що пригнічують дозрівання вірусу ВІЛ і особливо 3 β -О-3', 3'-диметилсукцинілбетулінову кислоту (8), також відому як PA-457 або беверімаат (bevirimat), що є найбільш важливим представником цієї групи.

Експериментальна частина

Екстракція вихідних тритерпеноїдів ряду лупану.

До тритерпеноїдів лупанового ряду відноситься бетулін (3). Бетулін широко поширений і легко виділяється практично в будь-якій кількості з берести берези, в якій його може бути до 35 %.

Для екстракції бетуліну використовують екстракцію гідрофільними розчинниками, гідрофобними розчинниками та екстракцію розчинниками в надкритичному стані.

В результаті аналізу було з'ясовано, що жоден з них не може використовуватись для одержання чистого бетуліну для використання у фармацевтичній промисловості для виготовлення лікарських препаратів та харчовій промисловості, оскільки в таких процесі використовують токсичні розчинники.

Розроблений та запропонований нами метод включає попередню екстракцію бетуліну 94% етанолом безпосередньо з берести з наступною допоміжною перекристалізацією з цього ж розчинника, це дозволить

організувати виробництво цього препарату з кори берези на вітчизняному обладнанні з дотриманням високих санітарних та екологічних стандартів.

Схема одержання бетуліну шляхом екстракції біоетанолом.

Підготовка сировини. Кору берези збирають на етапі обдирання штаблів. Сировину сушать при 20 - 35 °С 24 години і розмелюють до розмірів 1 см.

Екстракція та кристалізація первинного продукту. Сировину поміщають в реактор, забезпечений мішалкою, сорочкою підігріву, і зворотним холодильником. Заливають в реактор 94% етанол. Суспензію кип'яють із зворотним холодильником при перемішуванні 2 години. Зупиняють перемішування. Гарячу суміш направляють через фільтр в посудину для кристалізації, забезпечений перемішуванням і сорочкою охолодження до температури 0 °С. Кристалізацію проводять протягом 2 годин.

Суспензію кристалів звільняють від маточного розчину на вакуумному фільтрі.

Перекристалізація первинного продукту і одержання чистої субстанції. Кристалічну масу завантажують в реактор, забезпечений мішалкою, сорочкою підігріву, і зворотним холодильником. Заливають в реактор 94% етанол.

Кип'яють із зворотним холодильником при перемішуванні 0,5 годин.

Зупиняють перемішування, розчин направляють через фільтр в посудину для кристалізації, забезпечену перемішуванням і сорочкою охолодження до 0 °С.

Кристалізацію провадять протягом 2 годин при перемішуванні. Суспензію кристалів звільняють від маточного розчину на вакуумному фільтрі.

Сушка і фасування субстанції тритерпеноїду бетуліну. Вологий після фільтра продукт сушать на повітрі в сушильних шафах на піддонах при температурі 50°C протягом 10 годин при циркуляції повітря і обов'язковому дотриманні правил пожежної безпеки. Продукт охолоджують на повітрі до температури навколишнього середовища і розфасовують у герметичну металеву чи пластикову тару.

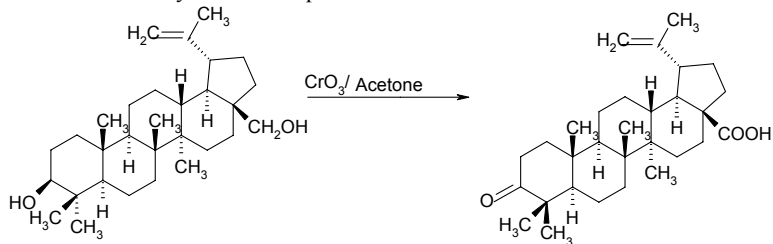
Синтез бетулонової кислоти.

Останні два десятиліття дали серйозні надії на початок терапії захворювань, препаратами на основі тритерпеноїдів ряду лупану. Ці надії, звичайно, пов'язані з бетуліном - (3 β , 28-дигідрокси -20 (+29)-лупеном).

Тритерпеноїди, дивно широко поширені в природі і легко доступні практично в будь-якій кількості головним чином у вигляді бетуліну.

В деяких дослідженнях порівнювали цитотоксичність метил-, півалоілоксіметіл із ацетоксіметіл-естерів бетулінової і бетулонової кислоти на різних лініях ракових клітин, на відміну від 3 β -аміно аналогів сполуки отримані відновним амінуванням бетулонової кислоти показала анти-*MEL-2* активність, порівнянну з бетуліновою кислотою.

Ми дослідили методи синтезу перспективного похідного ряду лупану - бетулової кислоти (5) з бетуліну (3) і розробили новий синтетичний шлях її отримання згідно з наступної схеми реакцій:



Синтез бетулової кислоти було виконано таким чином: у трьохгорлу колбу ємністю 50 мл, забезпечену мішалкою, завантажують розчин 0,5 г бетуліну в 20 мл перегнаного ацетону.

Реакційну суміш охолоджують сумішшю льоду з воді і при перемішуванні по краплях додають розраховану кількість оксиду хрому (VI) в ацетоні. Наприкінці реакції в колбу додають 6 мл метанолу і перемішування продовжують протягом ще 5 хвилин.

Далі реакційну суміш виливають в 40 мл суміші води з льодом і додають по краплям розведену соляну кислоту до закінчення випадання осаду. Осад відфільтровують, промивають на фільтрі водою до нейтральної реакції та сушать.

Отриманий осад неочищеної кислоти розчиняють в 25 мл діетилового ефіру, органічний шар двічі промивають розведеною соляною кислотою. Далі розчин бетулової кислоти струшують з 7 мл 2н розчину гідроксиду натрію. Ефір відділяють, водний шар обробляють розведеною соляною кислотою.

Осад бетулової кислоти розчиняють в діетиловому ефірі, промивають водою, органічний шар відокремлюють, і відганяють розчинник, отриманий осад сушать при 60 °С протягом одної години. Отримують аналітично чисту бетулонову кислоту, з температурою плавлення 252 - 253 °С.

Таким чином показано, при окисленні протягом часу 0,5 год при молярному співвідношенні бетуліну: CrO₃ - 1: 0,7 і температурі близько 0 °С можна отримати аналітично чисту бетулонову кислоту з виходом 60 %.

Висновки

1) Виконано огляд фармакологічних властивостей бетулінової і бетулової кислот і споріднених сполук.

2) Представлені власні дослідження з екстракції та хімічних перетворень цього класу сполук з одержанням бетулової кислоти.

*Т.А. Гаєвська, асистент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

МЕХАНІЗМ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛІТИЧНОГО ОКИСНЕННЯ 1,2-ДИХЛОРЕТАНУ ТА 1,1,2- ТРИХЛОРЕТАНУ

Досліджено утворення проміжних продуктів взаємодії 1,2-дихлоретану і 1,1,2-трихлоретану з поверхнею оксиду хрому (III) в процесі їх окиснення. Знайдено, що на поверхні оксиду хрому молекули послідовно руйнуються з утворенням окиснених проміжних сполук, структура яких змінюється при підвищенні температури.

Останнім часом у світі посилюється увага до стійких органічних забруднювачів, до проблеми оцінки їх реальної небезпеки і її попередження та усунення. Протягом останнього півстоліття безупинно розвивалося виробництво хлоровмісних сполук і в наш час більше половини обороту хімічної промисловості безпосередньо або опосередковано пов'язано з участю хлору. Постійне нарощування потужностей виробництва хлорорганічних продуктів, розширення масштабу їхнього використання, стійкість цих сполук до біорозкладання стали факторами їхнього нагромадження в навколишньому середовищі [1-2]. Підприємствами хлорорганічного синтезу щорічно у світі виробляється близько 1,5 млн. т відходів, які мають високу токсичність [2].

Зараз відходи таких виробництв спалюються і це призводить не тільки до втрати сировини, але і до забруднення навколишнього середовища небезпечними для здоров'я людей хлоровмісними сполуками. Отже, є нагальна вимога до економічно виправданої утилізації та знешкодження небезпечних хлорорганічних відходів. Найбільш перспективним зараз у світі для вирішення цих проблем є дослідження каталітичних процесів знешкодження та глибокого окиснення таких відходів. Однак, в наш час найбільшою проблемою у впровадженні цих методів є відсутність стабільно працюючих активних і водночас недорогих каталізаторів. Так, каталізатори на основі благородних металів проявляють вищу активність в реакціях глибокого окиснення хлоровмісних сполук у порівнянні з оксидними каталізаторами. Однак їх недоліками є висока вартість, а також короткий термін активної роботи внаслідок швидкої дезактивації. Перевагою оксидних каталізаторів в порівнянні з каталізаторами на основі благородних металів є їх більш висока стабільність та менша собівартість.

Одними з відходів хлорорганічних виробництв є ди- та трихлоретани. Тому, нами було досліджено утворення проміжних продуктів взаємодії 1,2-дихлоретану і 1,1,2-трихлоретану на оксиді хрому (III), що є одним з компонентів оксидних каталізаторів окиснення органічних сполук.

Дослідження взаємодії 1,2-дихлоретану і 1,1,2-трихлоретану з поверхнею оксиду хрому здійснювали методом програмованої термодесорбції з мас-спектрометричним аналізом продуктів.

Експерименти проводили на дослідній установці, принципова схема якої наведено на рис.1.

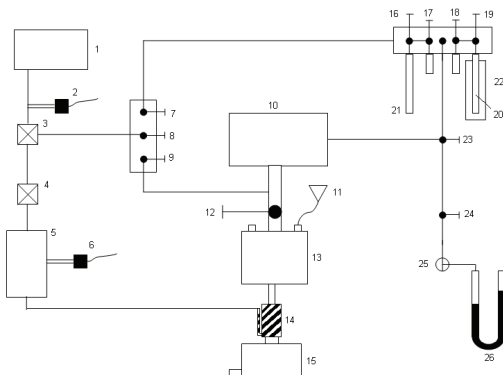


Рис.1. Принципова схема установки для дослідження методом програмованої термодесорбції хлоралканів з мас-спектрометричним аналізом продуктів:

1 – вакуумний насос; 2 – датчик вакууму; 3,4 – клапан електричний; 5 – форбалон; 6 – датчик вакууму; 7, 9, 12, 16, 17, 18, 19, 23, 24 – крани; 10 – аналізатор мас; 11 – лійка для подачі рідкого азоту; 13 – пастка; 14 – дифузійний насос; 15 – пічка дифузійного насосу; 20 – експериментальна кювета; 21 – кювета для проведення адсорбції адсорбату; 22 – пічка з програмованим нагрівом; 25 – кран трьохходовий; 26 – ртутний манометр

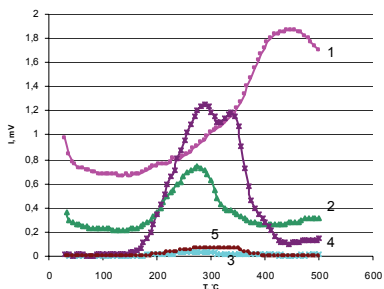
Наважка зразка каталізатора Cr_2O_3 поміщається в кювету 20, з якої за допомогою вакуумного насосу 1 відкачується повітря через відкритий електромагнітний клапан 3 та відкриті крани 8, 7 та 18. Для досягнення високого вакууму (10^{-5} мм рт.ст) в кюветі 20 застосовували дифузійний насос 13 при закритому крані 8 і відкритих кранах 12, 9, 7 та 18.

Перед проведенням адсорбції хлоралкану проводили підготовку зразка каталізатора Cr_2O_3 , яка полягала в очищенні його поверхні від адсорбованих з атмосфери речовин. Для цього зразок каталізатора прогрівали в очищеному кисні при 600°C з подальшим вакуумуванням при тиску 10^{-5} мм рт.ст.

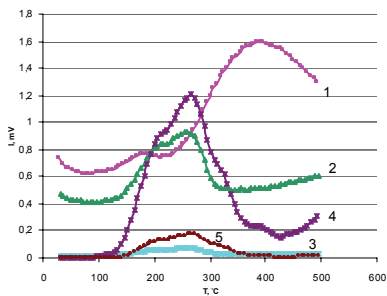
За очищену вважали поверхню зразка, з якої не десорбувалися будь-які речовини при температурі 600°C і, отже, у мас-спектрі були відсутні сигнали, що відповідають масам речовин.

В кювету 21 поміщали адсорбат 1,2-дихлоретан (або 1,1,2-трихлоретан) для подальшої адсорбції на каталізаторі. Кількість поданого хлоралкану контролювали ртутним манометром 26 (при цьому крани 7, 8, 9, 23 були закритими), а кран 24 – відкритим. Пару адсорбату у контакті з Cr_2O_3 витримували протягом 30 хв. при заданій температурі адсорбції, після чого при цій же температурі проводили вакуумування кювети з метою видалення газової фази адсорбату. Через деякий час при досягненні у кюветі 20 вакууму 10^{-5} мм рт. ст. записували мас-спектри продуктів, що виділяються з кювети 20 і в разі їх відсутності починали підвищення температури зразка пічкою 22 з лінійною швидкістю $5^\circ\text{C}/\text{хвил.}$ (контроль здійснювали записом значення

температури у часі на потенціометрі.) від 30 °С до 500 °С. Продукти термодесорбції через відкриті крани 18, 23 поступали в аналізатор мас-спектрометра, крани 24, 17, 16, 9, 8, 7 були закриті. Мас-спектр і діапазоні від маси 4 до 150 реєстрували протягом 1 секунди і числові значення запам'ятовували у комп'ютері. Після досягнення температури 600 °С дослід завершували і будували термодесорбційні спектри для однієї і тієї ж маси в залежності від температури. Результати наведено на рис.2,3.

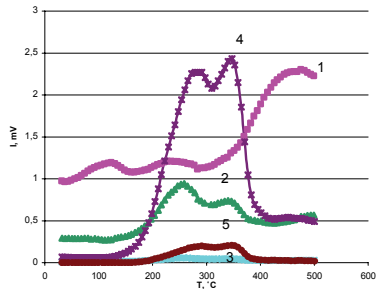


а

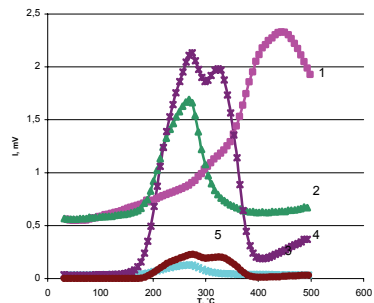


б

Рис.2. Термодесорбційні спектри 1,2-дихлоретану (а) та 1,1,2-трихлоретану (б) з поверхні оксиду хрому при температурі 120 °С : 1 – вода ($m/z = 17$ та 18), 2 – CO ($m/z = 28$), 3 – форміатна сполука ($m/z = 29$, проміжна), 4 – CO₂ ($m/z = 44$), 5 – карбоксилатна структура ($m/z = 45$, проміжна)



а



б

Рис.3. Термодесорбційні спектри 1,2-дихлоретану (а) та 1,1,2-трихлоретану (б) з поверхні оксиду хрому при температурі 150 °С : 1 – вода ($m/z = 17$ та 18), 2 – CO ($m/z = 28$), 2 – форміатна сполука ($m/z = 29$, проміжна), 2 – CO₂ ($m/z = 44$), 5 – карбоксилатна структура ($m/z = 45$, проміжна)

Видно, що з поверхні каталізатора десорбуються проміжні сполуки з масами 17, 18, 28, 29, 44 та 45. Ці маси можна віднести до наступних продуктів: 1 – вода (17, 18), 2 – CO (28), 3 – форміатна сполука (29), 3 – CO₂ (44), 5 – карбоксилатна структура (45). Наведені маси мають декілька плеч у спектрі термодесорбції. Це можна пояснити тим, що, ймовірно, на поверхні оксиду хрому відбувається послідовне руйнування молекули з розривом

зв'язку С-С з утворенням двох нерівноцінних частин (рис. 4.а,б), які утворюють в подальшому в процесі підвищення температури форміатні (маси 29), карбоксилатні (маси 45) сполуки, структури, зображені на рис.4.в, які з різною силою утримуються на поверхні.

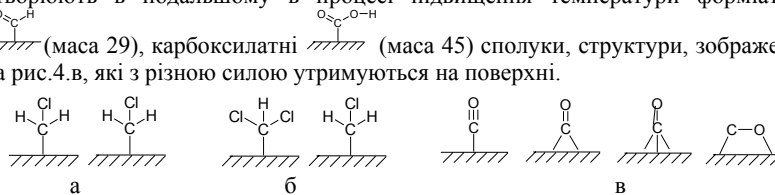


Рис.4. Ймовірні проміжні поверхневі сполуки на катализаторі окиснення Cr_2O_3 , під час руйнування 1,2-дихлоретану (а) та 1,1,2-трихлоретану (б), ймовірні подальші проміжні сполуки складу CO (маси 28)

Це можна пояснити тим, що замісники, які містяться в молекулі, суттєво впливають на характер розподілу в ній електронної густини. Атом хлору є більш електронегативним ніж вуглець і проявляє негативний індукційний ефект $-I$. Внаслідок цього, зв'язок С-Cl є полярним і електронна хмара $\sigma_{\text{C-Cl}}$ зв'язку зміщена до атома хлору уздовж лінії цього зв'язку, а на суміжних атомах вуглецю та водню утворюються ефективні заряди δ^+ різного значення. Тобто, атоми хлору, відтягуючи на себе електронну густину, послаблюють зв'язок між атомами вуглецю і чим більше атомів хлору в молекулі тим сильнішим є цей ефект. Це підтверджується і зображеними на рис.2, 3 результатами, з яких видно, що максимуми піків десорбції продуктів окиснення для 1,1,2-трихлоретану відповідають дещо нижчим температурам, отже, молекула руйнується легше порівняно з 1,2-дихлоретаном.

Висновки

Проведені дослідження показують на стадійний характер окиснення 1,2-дихлоретану та 1,1,2-трихлоретану на поверхні катализатора з розривом С-С зв'язку і подальшим перетворенням через форміатні, карбоксилатні сполуки, сполуки складу CO . Причому, руйнування 1,1,2-трихлоретану відбувається легше завдяки впливу додаткового атома хлору в порівнянні з 1,2-дихлоретаном.

Автор висловлює подяку доктору хімічних наук, професору кафедри хімії і хімічної технології ІЕБ НАУ Ю.В. Білокопитову за допомогу при виконанні роботи.

Список літератури

1. Занавескин Л.Н. Окислительные методы переработки и детоксикации хлорорганических отходов. Курс на ресурсосбережение и экологическую безопасность // Химическая промышленность / Л. Н. Занавескин, О. А. Конорев, В. А. Аверьянов. — 2002, — №2, — С. 1—17.
2. Курта С.А. Вивчення дегідрохлорування хлорорганічних відходів на границі розділу фаз // Фізика і хімія твердого тіла / С. А. Курта, О.Ю. Закржевський, О. С. Курта. — 2006. — Т. 7. — № 3. — С. 523—526.

М.В. Лукомська, студентка, Т.Г. Самарська, к.х.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

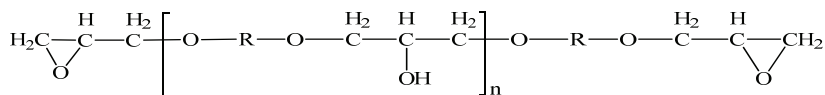
ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ОТВЕРДІННЯ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИЦІЙ З ДОБАВКАМИ АРОМАТИЧНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ ТА АЕРОСИЛУ

Проведено дослідження впливу добавок деяких ароматичних кислот, природи розчинника та температури на процес отвердіння композицій на основі епоксидної смоли ЕД – 20. У результаті отримані якісні полімерні покриття з меншим вмістом незв'язаних епоксидних груп і більшим вмістом гель-фракції при використанні каталізатора пара-амінобензойної кислоти.

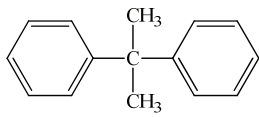
Епоксидні олігомери завдяки високій хімічній стійкості покриттів і здатності поєднуватися з багатьма відомими плівкоутворюючими речовинами отримали в наш час досить широке застосування у промисловості [1].

Суттєвим недоліками епоксидних смол є їх повільна полімеризація, що гальмує виробничий процес. Тому важливим завданням є розробка композицій, де в якості розчинників використовуються активні сполуки, які сприяють утворенню просторової сітки, а також дослідження нових каталізаторів, що пришвидшують процеси отвердіння [2,3].

Домінуюче положення у промисловості займають епоксидні смоли на основі 4,4'-дигідроксидифенілпропану (діанові епоксидні смоли), які утворюють після отвердіння полімери просторової будови [5]:



де R:



n – в залежності від умов проведення процесу змінюється в межах від 0 до 200.

Процес отвердіння епоксидних композицій контролюють кількісним визначенням вмісту незв'язаних епоксидних груп, а також за вмістом гель – золь – фракції в отриманих покриттях.

Для дослідів були приготовлені композиції на основі епоксидної смоли ЕД-20 (вміст 60-70 мас.%), ініціатора отвердіння – орто-фенілендіаміна (4,3-5,7 мас.%), ароматичних карбонових кислот(саліцилова, пара-амінобензойна та сульфанілова кислоти), вміст яких склав 1,0-1,7 мас.% та аеросилу (1,0-2,0 мас.%) із застосуванням ацетонітрилу або етанолу як розчинників. Температуру отвердіння змінювали від 40°C до 80°C.

На основі проведених досліджень побудований графік залежності вмісту незв'язаних епоксидних груп від температури T в ацетонітрилі та етанолі (рис. 1).

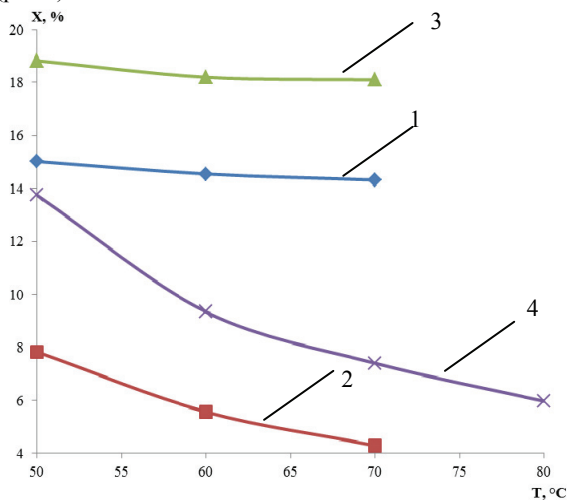


Рис. 1. Кінетична крива процесу тверднення полімерних композицій, на основі епоксидної смоли ЕД – 20.

- 1 – композиція без додавання саліцилової кислоти. Розчинник ацетонітрил.
- 2 – композиція з додаванням саліцилової кислоти. Розчинник ацетонітрил.
- 3 – композиція без додавання саліцилової кислоти. Розчинник етанол.
- 4 – композиція з додаванням саліцилової кислоти. Розчинник етанол.

Виходячи з результатів досліджень можна вважати, що саліцилова кислота є ефективним каталізатором процесу отвердіння композиції, оскільки за її присутності значно зменшується кількість незв'язаних епоксигруп. З підвищенням температури процес відбувається ефективніше. Але без додавання каталізатора процес є малоефективним, оскільки залишається багато незв'язаних груп.

При зростанні температури вміст епоксидних груп зменшується від 19% до 18% (крива 1, рис.1) та від 14% до 6% (крива 2, рис.1), що вказує на каталітичний вплив саліцилової кислоти.

За використання ацетонітрилу як розчинника залишається менша кількість епоксидних груп, тому можна зробити висновок, що в його середовищі відбувається краще отвердження ніж в етанолі.

На рис.4 приведені результати отвердіння композицій з добавками пара-амінобензойної кислоти як каталізатора.

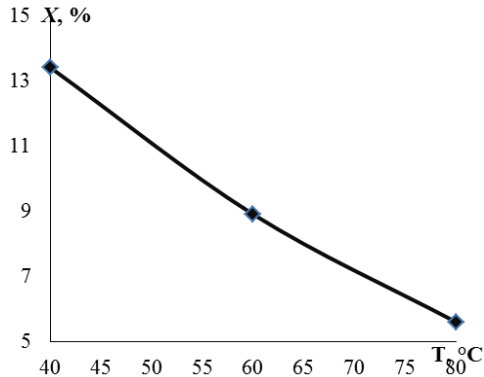


Рис. 4. Кінетична крива процесу отвердіння полімерної композиції з додаванням *p*-амінобензойної кислоти. Розчинник ацетонітрил

З підвищенням температури від 40°C до 80°C кількість незв'язаних епоксидних груп зменшується від 13,6% до 5,4%, що вказує на каталітичну дію *para*-аміно-бензойної кислоти і позитивний вплив температури.

Дослідження вмісту гель-золь фракцій в розроблених композиціях від температури вказує, що зі збільшенням температури зменшується відсоток золь-фракцій і збільшується відсоток гель-фракцій (рис. 5).

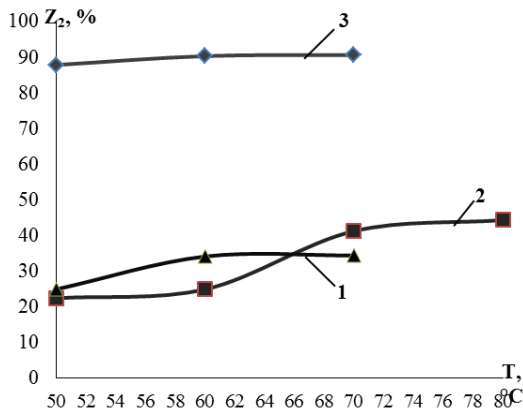


Рис. 5. Залежність вмісту гель-фракцій в покриттях, отриманих при отвердінні епоксидних композицій, від температури: 1 – композиція з додаванням саліцилової кислоти, розчинник – ацетонітрил; 2 – композиція з додаванням саліцилової кислоти, розчинник – етанол; 3 – композиція з додаванням *para*-амінобензойної кислоти, розчинник – ацетонітрил.

Як видно з отриманих даних *para*-амінобензойна кислота сприяє утворенню найбільш якісної сітчастої структури полімеру, оскільки в покриттях з її використанням утворюється найбільший вміст гель-фракції. Я

Крім того, з приведених даних, в середовищі етанолу утворюється більше гель-фракцій, ніж в середовищі ацетонітрилу. Можна вважати, що в середовищі етанолу утворюються різні просторові структури за участю не тільки епоксидних, а й гідроксильних груп.

Висновки

Було встановлено, що найменша кількість незв'язаних епоксидних груп в епоксидній композиції міститься при температурі отвердіння 80°C.

Встановлено, що процес отвердіння найбільш ефективно протікає у присутності *para*-амінобензойної кислоти; найменш ефективно в присутності сульфанілової кислоти. Проміжне місце займає саліцилова кислота.

В середовищі етанолу утворюється більше гель-фракцій, ніж в середовищі ацетонітрилу. Можна вважати, що при використанні етанолу утворюються різні просторові структури за участю не тільки епоксидних груп, а й гідроксильних груп. Однак застосування ацетонітрилу, як розчинника, впливає на більш ефективне зменшення кількості незв'язаних епоксидних груп в композиції на основі епоксидної смоли в порівнянні з етиловим спиртом.

Отже, на основі вище сказаного можна зробити висновок, що використання *para*-амінобензойної кислоти як каталізатора процесу отвердіння, ацетонітрилу як розчинника і підвищення температури до 80°C сприяє до утворення добре зшитої просторової сітки.

Список літератури

1. *Бобелев В.А., Еселев А. Д.* Специальные эпоксидные смолы для клеев и герметиков // Композитный мир. – 2006. – №7. – С. 8-11.
2. *Туисов А.Г., Белоусов А.М.* Модификация эпоксидного связующего для стеклопластиков активным разбавителем Э181 // Ползуновский вестник. – 2007. – № 4. – С. 183-185.
3. *Гулиев К.Г., Ищенко Н.Я., Нагиева А.А., Агаева С.А.* Модификация ЭД-20 эпокси- и циклопропансодержащими соединениями // Пластические массы. – 2007. – №7. – С. 22-27.
4. *Сорокин М.Ф., Кочнова З.А., Шоде Л.Г.* Химия и технология плёнкообразующих.

*М.Р. Максимюк, к.х.н., доц., В.Л. Чумак, д.х.н., проф.,
Т.В. Нешта, пров. фах, Ю.С. Босак, асп.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

АДСОРБЦІЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ІЗ СТІЧНИХ ВОД, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ

В статті наведені результати дослідження процесу очищення стійких емульгованих стічних вод, що містять світлі або темні нафтопродукти, стабілізовані іонними ПАР, вугільними сорбентами різних марок. Розраховані смності вугільних сорбентів та наведена їх порівняльна характеристика.

Вступ. Проблема очищення стічних вод є актуальною для збереження екосистеми. Одним з найбільш небезпечних забруднень навколишнього середовища, особливо водного басейну, є нафта та продукти її переробки. З одного боку це пояснюється їх високою токсичністю, з іншого – тим, що в процесі добування, переробки, транспортування і використання нафти та нафтопродуктів утворюється значна кількість стічних вод. Крім нафти та нафтопродуктів в стічних водах міститься чимало водорозчинних органічних речовин різної природи та високодисперсних твердих забруднень, в основному, глинистої природи. Особливий тип шкідливих забруднень складають поверхнево-активні речовини (ПАР), які часто потрапляють в стічні води з буровими розчинами в процесі видобутку нафти, а також під час транспортування і зберігання як нафти так і нафтопродуктів.

Так як ПАР, завдяки своїм властивостям, зумовленим дифільною природою молекули, знайшли широке застосування в промисловості та побуті, то не дивно, що за величينوю скидання органічних забруднювачів у поверхневі водойми вони поступають тільки нафтопродуктам. Навіть у незначних концентраціях ПАР здатні підсилювати дію деяких токсичних речовин. Надлишкові концентрації ПАР у стічних водах несуть не тільки пряму загрозу екологічній рівновазі водного біоценозу, але часто є причиною порушення нормального режиму роботи очисних споруд. Серйозною санітарно-екологічною проблемою є здатність ПАР утворювати піну, в якій концентруються органічні забруднення і патогенні мікроорганізми [1].

Крім всього сказаного, проблема очищення стічних вод ускладнюється тим, що присутність нафтопродуктів у поєднанні з ПАР утворює стійкі емульговані стічні води, які досить складно піддаються очищенню від нафтових забруднень, особливо для випадку високодисперсних емульгованих нафтових чи паливних забруднень. ПАР, як правило, стабілізують нафтові і паливні забруднення, утворюючи стійкі емульговані стічні води, особливо для випадку низькоконцентрованих вод.

Очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами, зазвичай здійснюється механічними (відстоювання, центрифугування) і фізико-хімічними (коагуляція, флокуляція, флотажія) методами, після чого часто очищену воду повертають в технологічний процес, якщо показники якості

відповідають нормам її використання. Нажаль такі води не можна скидати у природні водойми тому, що вони не відповідають гранично допустимим концентраціям або санітарним вимогам до чистоти природних водойм. Для скидання цих вод у водойми необхідне їх додаткове очищення, яке часто відбувається адсорбційними методами.

Емульговані високодисперсні нафтопродукти, із стійкої стічної води можна видалити фільтруванням через зернисті, насипні та наливні фільтри. В якості фільтруючих матеріалів застосовують кварцовий пісок, керамзит, активоване вугілля. При цьому тільки активоване вугілля забезпечує відносно високий ступінь очищення (до 6-8 мг/дм³) [2]. Щодо розчинних ПАР, то їх видаляють із розчинів за допомогою сорбентів. Слід зауважити, що найефективнішими для цього є вугільні сорбенти.

Метою даної роботи було дослідження процесу видалення емульгованих високодисперсних паливних забруднень та ПАР із стійких стічних вод вугільними сорбентами різних марок.

Методика експерименту. Дослідження проводили на модельних системах стійких емульгованих стічних вод, що містять світлі або темні нафтопродукти, стабілізовані ПАР різної природи.

В якості світлих нафтопродуктів був використаний автомобільний бензин марки А-92, характеристики якого відповідають ДСТУ 4063-2001 [3]. Як темні нафтопродукти використовували дизельне паливо марки «Л», що означає літнє і рекомендується для використання за температури повітря не нижче мінус 5°C. В Україні дизельне паливо виробляють згідно з державними стандартами (ДСТУ) і технічними умовами України [4].

В якості стабілізаторів використовували: аніонну ПАР – натрію додецилсульфат; катіонну ПАР – гексадецилтриметиламонію (цетилтриметиламонію) бромід. Неіонна й аніонна ПАР – хімічно чисті препарати виробництва «Синтез ПАР», які містять, відповідно до паспортних даних, 98,5±1,0 % основної речовини. Щодо гексадецилтриметиламоній броміду, то це ПАР, що містить основної речовини 99 %. Виробник підприємство «AppliChem» Німеччина [5].

Модельні системи стійких емульгованих стічних вод були підготовлені в два етапи. Перший етап – це приготування низькоконцентрованої водно-паливної емульсії типу «паливо-вода» диспергаційним методом. Для цього використовували електрозбивалку. Другий етап складався з введення в водно-паливну емульсію стабілізатора, в результаті чого отримували стійку емульговану стічну воду, забруднену нафтопродуктами [6].

Щоб отримати стійку емульговану стічну воду, попередньо підбирались концентрації стабілізаторів. Для цього проводили експеримент, в якому до приготовленої водно-паливної емульсії додавали різну кількість стабілізатора, перемішували і залишали відстоюватись протягом 24 годин. Яка водно-паливна емульсія найменше розшаровувалась, та концентрація стабілізатора була найефективнішою.

Адсорбцію паливних забруднень та ПАР проводили з модельних систем стійких емульгованих стічних вод вугільними сорбентами марок:

NORIT SA4 PАН, БАУ-А, КАУ-2, Активований антрацит за методикою описаною в [7].

Результати дослідження. На основі отриманих концентраційних ізотерм адсорбції іонних ПАР з модельних розчинів стійких емульгованих стічних вод, що містять світлі або темні нафтопродукти, на поверхні активованого вугілля різних марок встановили, що дані сорбентів є ефективними щодо видалення ПАР із стічних вод, забруднених нафтопродуктами. Майже всі ізотерми не виходять на плато, а це значить, що на поверхні сорбенту може адсорбуватися значно більше ПАР ніж було встановлено експериментально в даній роботі.

Результати досліджень показали, що 96-100 % аніонних і 90-98 % катіонних ПАР можна видаляти із стічних вод, забруднених нафтопродуктами, вугільними сорбентами. Розраховані ємності вугільних сорбентів різних марок при вилученні ПАР із стічних вод, забруднених нафтопродуктами і їх порівняльна характеристика наведена в табл.1.

Таблиця 1

Порівняння адсорбційної ємності вугільних сорбентів різних марок при вилученні ПАР із стічних вод, забруднених нафтопродуктами

Марка вугілля	ПАР	Концентрація C_0 ПАР в розчині, кмоль/м ³	Ступінь вилучення α , %	$m_{\text{ПАР}}$, г/1 кг вугільного сорбенту
NORIT SA 4 PАН	Долецисульфат натрію	$17,336 \cdot 10^{-4}$	97,39	12,17
БАУ-А		$17,3 \cdot 10^{-4}$	98,99	12,37
КАУ-2		$17,3 \cdot 10^{-4}$	99,04	12,38
Активований антрацит		$17,3 \cdot 10^{-4}$	98,24	12,28
NORIT SA 4 PАН	Цетилтриметил амонію бромід	$9,60 \cdot 10^{-4}$	91,15	7,97
БАУ-А		$9,60 \cdot 10^{-4}$	89,76	7,85
КАУ-2		$9,60 \cdot 10^{-4}$	87,51	7,65
Активований антрацит		$9,60 \cdot 10^{-4}$	96,34	8,43

На основі даних табл.1 найкращим сорбентом щодо вилучення аніонної ПАР (при концентрації $17,3 \cdot 10^{-4}$ кмоль/м³) є вугілля КАУ-2, оскільки під час його застосування ступінь вилучення становить 99%. Досить ефективними виявились також вугільні сорбенти всіх інших марок. З економічної точки зору у даному випадку краще використовувати активований антрацит оскільки він являється найдешевшим (4000 у. о. за 1 тону), а ступінь вилучення ним ПАР теж є досить високим (98%).

Для видалення катіонних ПАР найефективнішим сорбентом виявився активований антрацит (ступінь вилучення 96%). Так як цей сорбент є економічно вигідним у застосуванні, то доцільно рекомендувати його для

використання в технологічних процесах очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами, від ПАР.

Висновки

За результатами досліджень впливу вугільних сорбентів на видалення ПАР із стічних вод, забруднених нафтопродуктами, можна встановити, що:

1. Адсорбційне очищення нафтовмісних стічних вод від ПАР вугільними сорбентами є процесом доочищення в технологічній схемі очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами, та має практичне застосування.

2. Вугільні сорбенти є ефективними для очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами, від ПАР, зокрема, аніонні та катіонні ПАР можна видаляти з високою ступінню вилучення 90 -100%.

3. На ступінь вилучення ПАР впливають природа сорбенту та природа і концентрація самої речовини.

4. Стічна вода, яка пройшла процес адсорбційного очищення від ПАР на вугільних сорбентах, відповідає екологічним вимогам [8] і може використовуватися як для технічних потреб, так і скидатися у природні водойми без шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Список літератури

1. Очистка сточных вод с применением поверхностно-активных веществ / *В.Г. Березюк, О.В. Евтюхова, Ю.П. Беличенко, А.М. Касимов.* – М.: Метталургия, 1987. – 96 с.
2. *Стахов Е.А.* Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Ленинград: „Недра”, 1983. – 261с.
3. ДСТУ 4063 – 2001 Бензини автомобільні. Технічні умови
4. ДСТУ 4840:2007. Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови.
5. Поверхностно-активные вещества. Справочник, под ред. *А.А. Абрамзона* и Г. М. Паевого, Ленинград: ЛАНЬ, 1979. – 320 с
6. *Гельфман. М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П.* Коллоидная химия. – СПб.: Издательство “Лань”, 2003. – 336 с.
7. Поверхневі явища та дисперсні системи: лабораторний практикум / уклад.: *С.В. Іванов, М.Р. Максимюк, В.Л. Чумак.* - К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 64 с.
8. Справочник по очистке природных и сточных вод / *Л.Л. Пааль, Я.Я. Кару, Х.А. Мельдер, Б.Н. Репин.* – М.: Высшая школа, 1994. – 336 с.

*Н.М. Манчук, к.т.н., доц., Є.В. Баглей, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

АДСОРБЦІЙНЕ ВИДАЛЕННЯ СИНТЕЗОВАНИХ СПОЛУК НІКЕЛЮ З МОДЕЛЬНИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СИСТЕМ НА ВІДХОДАХ ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті розглянуто основні проблеми нафтопереробки України, описано процес адсорбції синтезованих сполук нікелю з модельних вуглеводневих систем на відходах промисловості. Досліджена можливість використання відходів промисловості (залізородного концентрату і золошлакового матеріалу) для сорбційного концентрування сполук нікелю.

Аналізуючи технічний стан нафтопереробної галузі України і можливостей НПЗ з виробництва палива, яке відповідало б європейським стандартам, можна прослідкувати невтішну тенденцію. Потужність вторинних процесів на вітчизняних заводах становлять всього 31% від первинної. Галузеві підприємства неспроможні забезпечити належний рівень виробництва високоякісних моторних палив.

Одним з пріоритетів у нафтопереробці України є її модернізація і збільшення глибини переробки нафти. На сьогодні цей показник в Україні становить 64-65 %. Кардинальне вирішення цієї проблеми можливе тільки шляхом впровадження нових сучасних процесів каталітичного крекінгу, гідрокрекінгу, коксування, процесів гідрогенізації та модернізації вже існуючих процесів. Використання цих підходів у вітчизняній нафтопереробці дозволить у найближчі роки збільшити глибину перероблення нафти до 75-80 % (світовий рівень – 92 – 98 %) [1].

Поглиблення переробки нафти на світових НПЗ є пріоритетним напрямком їх розвитку. Рішення цієї задачі – більш кваліфіковане використання нафтових залишків в умовах сировинної бази нафтопереробки, що погіршується [2].

Перероблення важкої нафти та нафтових залишків ускладнюється високим вмістом мікроелементів, особливо нікелю та ванадію. Проблема високого рівня металізації нафтової сировини на фоні інших (наявність гетероатомів та асфальтенів) має особливе значення через свою багатовекторність. З однієї сторони, важкі метали є небажаними компонентами в нафті та нафтопродуктах: спричиняють корозію обладнання нафтопереробного комплексу, виводять з ладу каталізатори (зниження селективності, дезактивація) перероблення нафти; при згоранні важких нафтопродуктів в атмосферу потрапляють отруйні токсичні сполуки металів.

Сполуки нікелю та ванадію присутні у нафтових середовищах у вигляді солей нафтових кислот, хелатних комплексів, розсіяних неорганічних солей і порфіринів у складі смолисто-асфальтенових сполук (САС).

Вміст ванадію в сирій нафті становить 0,01 % за масою, а ця цифра перевищує вміст всіх інших металів. Нікель міститься в дещо меншій, але теж досить значній кількості – 86 г/т [3].

Вибір раціональної технології перероблення нафти і нафтових залишків є складною задачею. Вирішення залежить від складу сировини, номенклатури нафтопродуктів, ступеня освоєння існуючих технологій, наявності обладнання, ефективності промислових каталізаторів, використання вторинної сировини. На даний час існуючі розробки знаходяться на рівні наукових досліджень. Найбільш розповсюдженим методом перероблення важкої нафтової сировини є сорбційний метод деметалізації, в якому відбувається адсорбція (частіше хемосорбція) важких металів на твердому адсорбенті. У промисловості даний адсорбент називають каталізатором деметалізації. В умовах збільшення об'ємів перероблення нафтової сировини каталізатор деметалізації повинен бути максимально дешевим і в достатній кількості. Високий вміст коксогенатів і металів обмежує можливості регенерації каталізатора. Все це вказує на те, що каталізатор повинен бути одноразового використання. Структура і хімічний склад каталізатора повинні забезпечувати високу спорідненість до важких металів (не менше 30 – 40 %) [4].

Всі вище перераховані вимоги до каталізаторів призводять до пошуку дешевих та ефективних адсорбентів, якими б Україна могла б себе повністю забезпечити.

У даній роботі було досліджено сорбційне концентрування сполук нікелю з модельних вуглеводневих систем на відходах промисловості. У якості сорбентів було досліджено золошлакові матеріали (ЗШМ) та залізорудний концентрат (ЗРК).

У виробничтві електроенергії теплоелектростанції утворюють велику кількість виробничих відходів, з яких велику кількість становлять золошлакові відходи. Золошлаки утворюються від спалювання вугілля на ТЕС і є високотоннажними відходами. На даний час в Україні на складах відходів ТЕС накопичено 358,8 млн. т золошлаків. Середньорічний вихід шлаків досяг 14 млн. тон і у зв'язку з погіршенням якості палива має тенденція до зростання.

Залізорудний концентрат виготовляють згідно ТУ У 13.1-32279599-001:2007 – це очищені відходи металургійного виробництва чорних металів.

Марка залізорудного концентрату, який використовувався в якості сорбенту КЖС-50. Продукт представляє собою дрібний, розсипчастий порошок (без домішок олів).

Дані сорбенти були дослідженні рентгенофазним методом. Рентгенофазний аналіз показав, що залізорудний концентрат характеризується наступним складом: Fe (II), Fe₂O₃, MnO, CaO, SiO₂, а золошлаковий матеріал – CaO, CaO·Al₂O₃, 3CaO·Al₂O₃, β-CaO·SiO₂, MgO, 4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃.

Частинки досліджених сорбентів мають сферичну форму, розмір фракції становить 0,14 – 0,25 мм, питома поверхня становить для золошлакового матеріалу 2,3 м²/г, для залізорудного концентрату – 2 м²/г.

У даній роботі використовувався золошлаковий матеріал Трипільської теплоелектростанції (Київська обл.), та залізорудний концентрат металургійного виробництва (Луганська обл.).

У якості модельних використовували розчини нікелю у вигляді нафтенатів та біс-2,4-пентадіонату нікелю (II) у середовищі гексану (марка ЧДА).

Синтезовані нафтенат нікелю (II) та біс-2,4-пентадіонат нікелю (II) досліджувалися фізико-хімічними методами. Фотоколориметричним методом було визначено вміст нікелю у продукті, за допомогою інфрачервоної спектроскопії були ідентифіковані основні коливання груп, які характерні для солей нафтенових кислот та хелатних сполук. На третьому етапі було досліджено термічну стабільність синтезованих продуктів дериватографічним методом. Вміст нікелю у нафтенаті нікелю (II) становить 13,41 %, мас. частка. Вихід синтетичного біс-2,4-пентадіонату нікелю (II) становить 99,91 %. Вміст нікелю у біс-2,4-пентадіонаті нікелю (II) становить 22,84 %, мас. частка.

Процес адсорбції сполук нікелю з модельних вуглеводневих розчинів проводився у статичних умовах протягом 10 год. Статичні умови проведення адсорбції забезпечував апарат для струшування марки АВУ-6с. Процес сорбції сполук нікелю проводили за кімнатної температури та атмосферному тиску. Маса сорбенту у всіх випадках становила 5 г (відношення Т:Р – 1:10).

Для проведення адсорбції були приготувані модельні вуглеводневі розчини сполук нікелю у вигляді нафтенатів та ацетилацетонату у середовищі гексану з концентраціями нікелю у них 0,01 – 0,2 %, мас. частка.

Після досягнення адсорбційної рівноваги, апарат для струшування зупиняли, щоб суспензія сорбенту розділилася для відбору зразка. Проби досліджуваних розчинів відбиралися за допомогою піпетки (в об'ємі 20 см³); аналіз вмісту металу у них проводився фотоколориметричним методом. Суть методу полягає в обробці відібраного зразку концентрованими сульфатною та нітратною кислотами з подальшим фотометруванням досліджених зразків.

У результаті одержаних даних були побудовані та проаналізовані ізотерми адсорбції сполук нікелю з вуглеводневих систем на ЗРК та ЗШМ.

На рис. 1 і 2 наведені ізотерми адсорбції сполук нікелю з модельних вуглеводневих розчинів на ЗРК (марки КЖС-50).

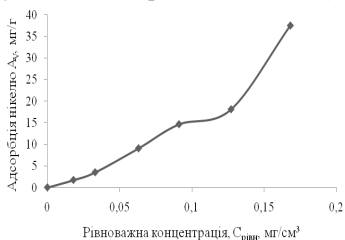


Рис. 1. Ізотерма адсорбції нікелю з нафтенатів нікелю (II) на ЗРК

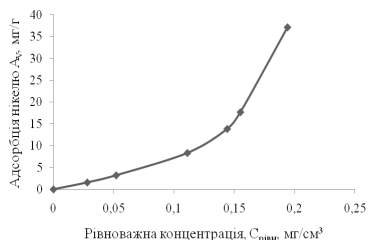


Рис. 2. Ізотерма адсорбції нікелю з біс-2,4-пентадіонату нікелю (II) на ЗРК

На рис. 3 і 4 наведені ізотерми адсорбції сполук нікелю з модельних вуглеводневих систем на ЗШМ.

За даними ізотерм адсорбції, що наведені на рис. 1, 2, 4 величина граничної адсорбції A_{∞} прямує до нескінченності ($A_{\infty} \rightarrow \infty$). Ізотерми, що наведені на рис. 1, 2, 4, відповідають рівнянню полімолекулярної адсорбції за

теорією БЕТ. Ізотерма, що наведена на рис. 3 відповідає рівнянню Ленгмюра. Проаналізувавши ізотерми, можна зробити висновок, що залізорудний концентрат та ЗШМ відносяться до мікропористих адсорбентів, у яких практично відсутні мезопори. Розрахована ступінь адсорбції нікелю з модельних вуглеводневих систем становить 92 і 98 % для залізорудного концентрату та ЗШМ відповідно.

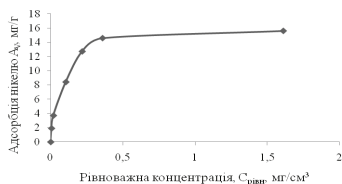


Рис. 3. Ізотерма адсорбції нікелю з нафтенатів нікелю (II) на ЗШМ

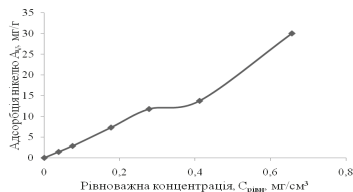


Рис. 4. Ізотерма адсорбції нікелю з біс-2,4-пентадіонату нікелю (II) на ЗШМ

З одержаних даних слідує, що вибрані сорбенти досить ефективні. Найбільша гранична адсорбція спостерігається при дослідженні сорбції на золотшлаковому матеріалі для нафтенатів нікелю (II), так і для біс-2,4-пентадіонату нікелю (II). Отже, поверхня ЗШМ має найбільше активних центрів, що споріднені з функціональними групами нікельвмісних сполук, і тому саме цей матеріал найкраще підходить для вилучення органічних сполук нафти, які містять у своєму складі нікель [5]. Одержані результати експерименту підтверджують високу ефективність використання відходів промисловості (залізорудного концентрату та ЗШМ) для видалення сполук нікелю з модельних вуглеводневих систем. В подальших дослідженнях будуть розглянуті більш важкі вуглеводневі системи, що містимуть комплексні сполуки ванадію і нікелю.

Список літератури

1. *Нефедов Б.К.* Пути развития и модернизация российских НПЗ // Катализ в промышленности. – 2008. – № 1. – С. 33 – 40.
2. *Степанов А.В., Матусевич Г.Г., Петров А.Ю.* Основные направления рационального использования нефтяного сырья. – Хим. технология, 1991, № 1. – С. 3.
3. *Антипенко В.Р.* Металлы в нефтях. Основные аспекты исследования и способы удаления (обзор) // Нефтехимия. – 1999. – Т. 39. – № 6. – С. 403 – 413.
4. *Татауров К.А., Синицин С.А.* Контактный материал на основе гидроксилалатита для деметаллизации тяжелого нефтяного сырья // Технологии нефти и газа. – 2006. – № 3. – С. 27 – 30.
5. *Кельцев Н.В.* Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 592с.

*Л.Д. Масленнікова, к.х.н., проф., Л.О. Смашнюк, студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, м.Київ)*

МОДИФІКАЦІЯ ПОЛІВІНІЛАЦЕТАТА ЖЕЛАТИНОЮ

Наведено результати дослідження надмолекулярної структури полівінілацетат-желатинової композиції. Встановлено, що із зміною вмісту желатини в полівінілацетаті відбуваються перетворення мицелярних структур полівінілацетата. Одержані результати досліджень дають можливість отримати новий полімерний матеріал з передбаченими властивостями.

Сучасний науково-технічний прогрес неможливий без створення нових спеціальних матеріалів, що мають комплексні специфічні властивості: жорсткість й еластичність, твердість і надтекучість, розчинність у воді й нерозчинність, газопроникність та газонепроникність тощо. Такі протилежні властивості, які виключають одне одного, поєднуються в сумішах полімерів і їх можна одержати тільки в тому випадку, коли провести модифікацію полімера за допомогою певних добавок, які можуть бути як органічної, так і неорганічної природи. Особливий інтерес, на наш погляд, являє собою желатинування полівінілацетата, що може призвести до покращання фізико-механічних властивостей покриттів чи клейового шару, а саме: морозостійкості, пластичності.

Метою даної роботи є встановлення ізоелектричного стану в суміші водорозчинних полімерів (полівінілацетату і желатини), що дозволило знайти підхід до модифікації першого полімера другим.

Знання електричних властивостей дисперсних систем дає можливість скласти схему будови частинок ліофобних колоїдів. У центрі колоїдна частинка (міцела) містить густе ядро, яке складене з агрегату міцно зв'язаних між собою молекул або іонів речовини дисперсної фази.

Міцела, як і вся колоїдна система в цілому, - електронейтральна, хоч і містить електрозаряджені частинки. Треба зрозуміти, що під знаком заряду міцели розуміється знак заряду гранули.

Під впливом дії ряду факторів протиіони дифузійного шару можуть частково або повністю переміщуватися в адсорбційний шар, при цьому величина ζ -потенціалу змінюється. Якщо всі проти іони перемістяться з дифузійного в адсорбційний шар, то гранула стане нейтральною. Нейтральний стан дисперсійної фази частинок називається ізоелектричним станом, або ізоелектричною точкою.

Полівінілацетат являє собою прозорий полімер густиною 1180-1190 кг/м³ без запаху і кольору. Його молекулярна маса знаходиться в межах від 10000 до 160000 залежно від способу і умов полімеризації. Полівінілацетат має аморфну структуру, температура склування - 28°C.

Полівінілацетат добре розчиняється в багатьох органічних розчинниках, добре суміщається з пластифікаторами, з ефірами целюлози, з хлорованим каучуком, а також з деякими поліефірами і

фенолформальдегідними олігомерами. Як видно з оптичних досліджень, полівінілацетат має глобулярно-міцелярну надмолекулярну структуру.

Желатин є продуктом білкового походження. Він складається із суміші поліпептидів, які не мають смаку й запаху. Майже 20% ваги желатини становить амінокислота гліцин. Макромолекули білків являють собою природні наночастинки.

В роботі вивчено вплив хімічної модифікації желатини на її адсорбцію на твердій гідрофобній поверхні. Показано, що найбільш величина адсорбції спостерігається для найбільш гідрофобізованого білка. Молекули желатини адсорбуються на поверхні, при цьому збільшення ступеня гідрофобності призводить до утворення більш конденсованого моношару і до більш міцної і компактної структури макромолекул. Завдяки виникненню гідрофобних взаємодій адсорбція желатини супроводжується проникненням

Хімічне модифікування желатини приводить до зміни гідрофільно-ліофільного балансу макромолекул. В даній роботі використовували желатину типу А «Signia» (молекулярно-масовий розподіл 80-120 кДа). Желатина, отримана за «лужним» способом, має ізоелектричну точку при рН 4,8 - 5,1, а отримана за «кислотним» способом – при рН близько 9.

Методика полягає у вимірюванні зміни ЕРС полівінілацетату, желатину та їх суміші при розведенні водою на приладі рН-метр – мілівольтметр рН-150МА.

За результатами дослідів (табл. 1) був побудований графік зміни залежності ЕРС полівінілацетату від концентрації (рис.2)

Таблиця 1

Результати дослідження										
C, %	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
E, мВ	31,4	47,8	55	59,9	65,7	75,7	89,7	77,7	101,2	106,6

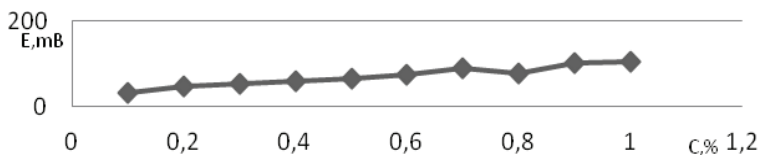


Рис. 2 Зміна залежності електропровідності ПВА від концентрації

З графіку зміни залежності видно, що при збільшенні концентрації ЕРС ПВА також збільшується. У деякий момент при концентрації 0,7 г/мл відбувається раптове різке зниження ЕРС, а потім знову підвищення. При подальшому розведенні спостерігається лінійне підвищення ЕРС, тобто під впливом фактора розведення протіони дифузійного шару перемістилися в адсорбційний шар і гранула стала електронейтральною, що вказує на встановлення ізоелектричного стану при даній концентрації. Експериментальні дані зміни ЕРС желатини від концентрації представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Результати дослідження ЕРС										
C, %	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
E, мВ	33,1	44,9	52,7	74	97,5	74,5	113,9	125,7	109,8	119,4

Розглядаючи графік зміни залежності ЕРС желатину від концентрації (рис.3), можна помітити, що при концентрації 0,5 г/мл відбувається різке зменшення ЕРС, при збільшенні концентрації до 0,6 г/мл спостерігається стрибкоподібне збільшення ЕРС. При подальшому додаванні желатину зміна ЕРС лінійна. Коли концентрація становила 0,9 г/мл спостерігається значне зменшення ЕРС. Далі ЕРС збільшується лінійно.

Тобто при певній концентрації іонів водню молекула білка перебуває в ізоелектричному стані і стає практично недисоційованою та електронейтральною. В даному досліді це явище спостерігалось при концентрації 0,6 і 0,9.

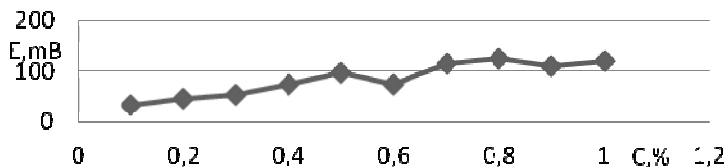


Рис.3 Зміна залежності ЕРС желатину від концентрації

При змішуванні полівінілацетату із желатиною було отримано значення (табл.3):

Таблиця 3

Результати дослідження ЕРС										
C(ПВА), %	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
C(желатини), %	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
E, мВ	40,1	64,4	101	129,3	152,3	174,8	256	255	284	309

Під час змішування полівінілацетату з желатином (рис. 4) спочатку спостерігається збільшення ЕРС зі збільшенням концентрацій. При концентраціях 0,6:0,6 г/мл спостерігається різке збільшення ЕРС. А при 0,7:0,7 г/мл відбувається деяка стабілізація. При співвідношенні концентрацій 0,8:0,8г/мл спостерігається невелике зменшення ЕРС. Можна припустити, що при цій концентрації встановлюється ізоелектричний стан полімерної суміші, що відповідає установленому ізоелектричному стану для розведеного полівілацетату (рис.3).

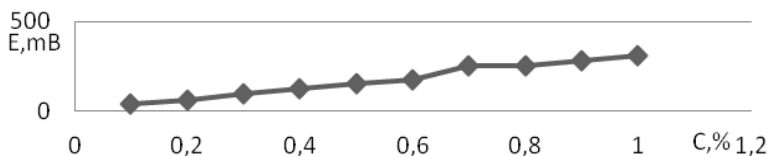


Рис. 4 Зміна залежності ЕРС суміші желатину і ПВА від концентрації в розчині

Так як на кривій зміни залежності ЕРС суміші желатини і полівінілацетату від концентрації не проявляються мінімуми, які були (рис.3) при концентраціях 0,6% і 0,9%, але слабо проявляються мінімуми в області 0,8% : 0,8% (рис.4), які також проявляється на кривій (рис.2) при тій самій концентрації 0,8% полівінілацетату в розчині. Так, як встановлено, що молекула полівінілацетату має мицелярно-глобулярну структуру, а желатина фібрилярно-глобулярну надмолекулярну структуру, то можна припустити, що в полімерній системі відбуваються зміни на надмолекулярному рівні, тобто частково мицели полівінілацетату руйнуються, утворюються гранули, які затягуються у міжфібрилярний простір желатини.

Висновки

1. Одержана стійка полімерна дисперсна система.
2. В результаті модифікації полівінілацетата желатиною встановлено, що при відношенні концентрацій 0,6 : 0,6 г/мл настає розрушення мицелярного стану надмолекулярної структури полівінілацетату з подальшим концентруванням фрагментів полівінілацетату у міжфібрилярному просторі желатини.
3. Виявлено, що з часом білкові макромолекули затягуються в мицелу і вона руйнується. А окремі фрагменти полівінілацетату затягуються у міжфібрилярний простір желатини.

Список літератури

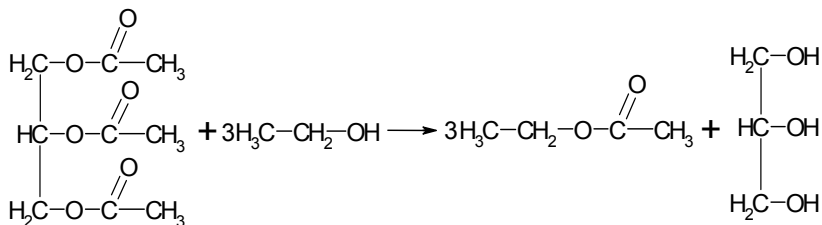
1. Левченков С.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1996. – 285с.
2. Грилихес М. С., Филановский Б. К. Контактная кондуктометрия, Л., 1980.
3. Фабуляк Ф. Г., Иванов С. В., Масленникова Л. Д. Високомолекулярні сполуки: Підручник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2009. – 400 с.
4. Технология переработки латексов / под. ред. Д. П. Трофимовича.
5. В. А. Берестнева. – М.: Научтехиздат, 2003. – 371 с.
6. Малов А.Н., Неупокоева А.В. Голографические регистрирующие среды на основе дихромированного желатина: супрамолекулярный дизайн и динамика записи. – Иркутск, 2006. – 344 с.
7. Kanyshny A., Toledano O., Magistasal S. // Colloid and Surfaces Bioinforfalls. 1999. – 13. – P. 187.
8. Масленникова Л.Д. Полімерні композити. – К: 2011. – 300 с.

**ТРАНСЕСТЕРИФІКАЦІЯ ТРИАЦЕТИНУ ЕТАНОЛОМ НА
ГЕТЕРОГЕННОМУ КАТАЛІЗАТОРІ**

Проведено безперервний процес трансестерифікації триацетину на сульфатованому діоксиді цирконію з використанням етанолу. Показано, що вихід етилацетату зменшується при збільшенні об'ємної швидкості, а підвищення температури і співвідношення етанолу до триацетину сприяє збільшенню виходу етилацетату.

Сьогодні біодизель одержують неефективними та дорогими періодичними процесами, в яких використовують гомогенні кислоти і основи як каталізatori в процесах естерифікації і трансестерифікації, відповідно. Застосування гетерогенного каталізу для одержання біодизелю дасть значні переваги перед гомогенним каталізом, тому що це приведе до зменшення вартості використання каталізатора, а також до зменшення дорогих стадій розділення. [1] Тверді кислотні каталізatori здатні виконувати реакції трансестерифікації і естерифікації одночасно. Хоча активні тверді кислотні каталізatori мають активні центри, ідентичні концентрованій сульфатній кислоті, через більш низьку концентрацію кислотних центрів в одиниці маси каталізатора, вони не настільки ж активні на одиницю маси як рідка кислота. Однак, вони можуть використовуватися при більш високих температурах (>60°C), де спирт був би в газовій фазі. Рідкі кислоти важко працюють у присутності багатокомпонентних фаз, однак тверді каталізatori можуть працювати ефективно в таких умовах. Таким чином, більш низька активність твердих кислотних каталізаторів за типових температур реакції рідкої фази може бути виправлена використанням при більш високих температурах.

Ми дослідили трансестерифікацію триацетину (модельна сполука для тригліцеридів) з етанолом.



Досліди проводили в установці, схема якої що наведена на рис.1.

Аналіз вихідних речовин і продуктів реакції проводили хроматографічно (параметри аналізу наведено в таблиці 1) на колонці довжиною 2 м з внутрішнім діаметром 3 мм, заповненою нерухомою фазою поліетиленглікольадипінатом.

Таблиця 1.

Хроматографічний аналіз

Температура термостату колонки	150 °С
Температура інжектора	250 °С
Температура детектора	ПІД, 260 °С
Газ-носії	азот, 20 см ³ /хв
Введення зразка	1 μL,

Як катализатор використовували сульфатований оксид цирконію, що був підготовлений золь-гель синтезом з використанням н-пропоксиду цирконію $Zr(OPr)_4$ (70%-ного розчину в 1-пропанолі) в якості попередника.

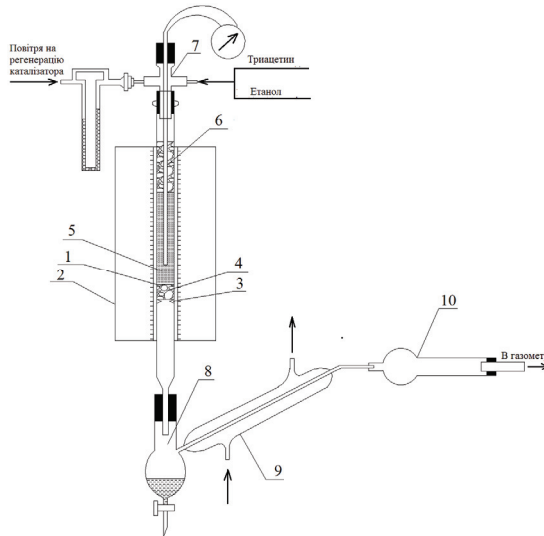


Рис.1. Експериментальна установка

1 — кварцова трубка; 2 — електропіч; 3 — наколи; 4 — битий кварц; 5 — катализатор; 6 — кишеня термопари; 7 — хрестовина; 8 — збірник конденсату; 9 — холодильник; 10 — осушувальна трубка.

Необхідну кількість розчину $Zr(OPr)_4$ додавали при перемішуванні протягом 2 годин з пропанолом як розчинником, потім розраховану кількість сульфатної кислоти додавали по краплях до підготовленої суміші. Молярне співвідношення H_2O/Zr було встановлено рівним 80, молярне співвідношення сульфатна кислота/ Zr було 0,15, а загальне співвідношення в рідині 2-пропанол/ Zr дорівнювало 18.

Після витримки при кімнатній температурі протягом 50 хвилин отримували гель, який поступово сушили від 20 до 100 °С, щоб отримати остаточний ксерогель. Після цього одержаний ксерогель прожарювали з поступовим підвищенням температури із витримкою наступним чином: 20 год при 40 °С, 8 год при 60 °С, 20 год при 90 °С і 3 год при 100 °С і, на кінець,

поступово піднімали температуру прожарювання до 470 °С протягом 5 год. Результати дослідів наведено на рис.2-4.

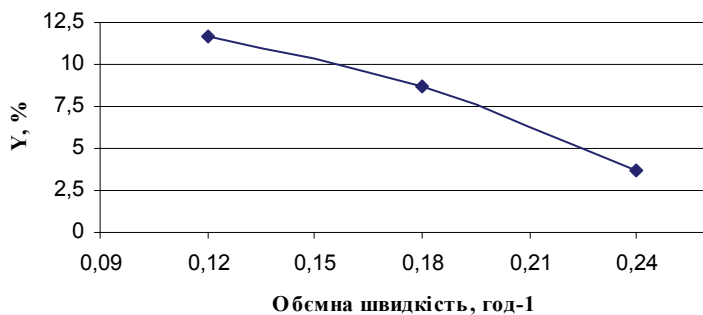


Рис. 2: Вплив об'ємної швидкості на вихід естера (етанол/триацетин = 12:1)

З рис.2 видно, що вихід естера зменшується при збільшенні об'ємної швидкості, як і очікувалося.

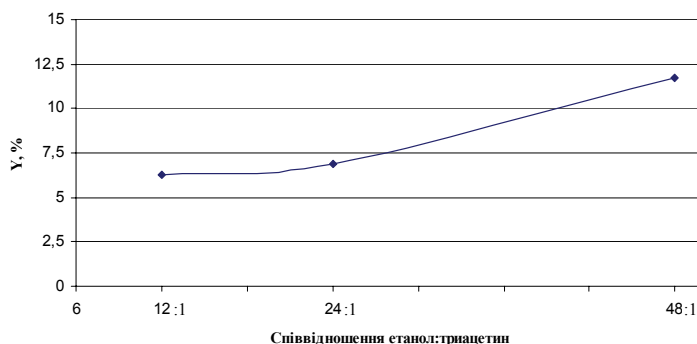


Рис.3. Вплив співвідношення етанол/триацетин на вихід етилацетату (Y,%) (об'ємна швидкість = 0,18 год⁻¹), T = 200 °С, сульфатований ZrO₂)

На рис. 3 показано вплив співвідношення етанолу до триацетину при об'ємній швидкості 0,5 год⁻¹ і температурі системи 200 °С. Як можна бачити, ніякої значної зміни у виході естера для співвідношень етанол:триацетин 24:1 не має, в той час як значне збільшення виходу (близько 12%) спостерігається при досягненні молярного співвідношенні етанол : триацетин 48:1. Причини спостережуваної залежності поки не ясні. Це ймовірно пов'язано з динамікою течії трьох фаз усередині реактора (рідка фаза, тверда фаза і газова фаза в основному з етанолу), яка є складною і не досить відома. Можна припустити, що, коли мольне співвідношення етанол : триацетин становить 48:1, швидкість газової фази зростає масопередача етанолу через плівку рідини.

Що стосується впливу температури реакції на трансестерифікацію, то експериментально випробувано три різних температури 200 °С, 245 °С і 255 °С. Як можна бачити на рис. 4. вихід етилацетату збільшується при підвищенні температури. Примітно, що температурна залежність, яка спостерігається, узгоджується з енергією активації Арреніуса з 60 кДж/моль, що може свідчити про перебіг реакції в кінетичному режимі.

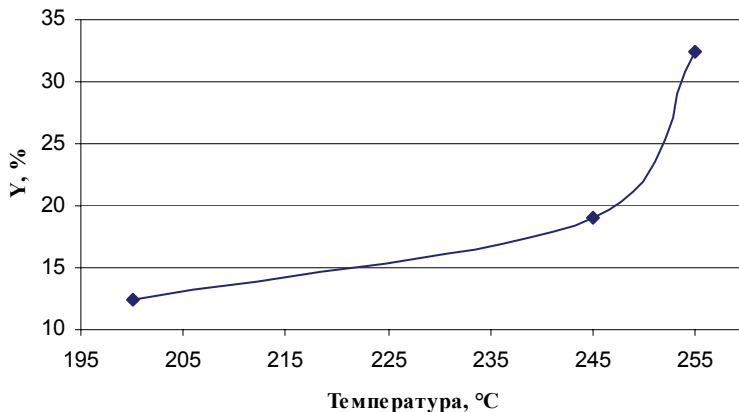


Рис.4: Вплив температури реакції на вихід етилацетату(Y,%) (об'ємна швидкість 0,12 год⁻¹, співвідношення етанол/триацетин = 48:1).

Висновки

Виявлено, що вихід етилацетату зменшується при збільшенні об'ємної швидкості.

Підвищення температури і співвідношення етанолу до триацетину сприяє підвищенню виходу етилацетату.

Показано можливість проведення безперервного процесу трансестерифікації на гетерогенному каталізаторі з використанням етанолу (повністю поновлюваних ресурсів) замість метанолу.

Автор висловлює подяку доктору хімічних наук, професору кафедри хімії і хімічної технології ІЕБ НАУ Ю.В. Білокопитову за допомогу при виконанні роботи.

Список літератури

1. *Meher L.C., Sagar D.V., Naik S.N.* Technical aspects of biodiesel production by transesterification – a review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* – 2006. – vol.10. – p.248-268.

*Г.С. Поп, д.х.н., проф. (Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії
НАН України, Україна, м. Київ)*

*Ю.В. Білокопитов, д.х.н., проф., Ю.С. Бодачівський, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

СИНТЕЗ, ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТІВ ТРАНСАМІДУВАННЯ ОЛІЙ

Трансамідуванням високоерукової ріпакової олії моно- та діетаноламінами вперше синтезовано низку поверхнево-активних речовин (ПАР). Доведено, що завдяки специфічному складу як вихідних олій, так і продуктів на їх основі синтезовані ПАР мають поліфункціональні властивості і можуть використовуватися для створення ефективних емульсійно-суспензійних систем.

Альтернативою синтетичним поверхнево-активним речовинам (ПАР) і технологічним системам на основі нафтової сировини все частіше є речовини рослинного і тваринного походження. Володіючи високими технологічними властивостями, вони безпечні, легше і швидше піддаються біорозкладу. Широкого розвитку цей напрямок отримав у США, Канаді й країнах Західної Європи, де на основі олій організоване масштабне виробництво екологічно безпечних ПАР – базової основи чисельних дисперсних систем та різноманітних функціональних додатків до них.

Останніми роками, з використанням ріпакової та соняшникової олій, у відділі ПАР Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України синтезовано велику кількість емульгаторів-стабілізаторів дисперсних систем, зокрема емульсій і мікроемульсій різноманітного застосування [1-3]. Проте, низька поверхнева активність і, відповідно, незадовільна емульгуюча здатність використаних природних ПАВ, зумовлює тривалий час приготування емульсій при невиправдано високих витратах реагентів (до 12 %), а слабка структурованість утворених систем приводить до розділення фаз, що не дозволяє безпосередньо використовувати ці емульсії у тривалих технологічних процесах, наприклад, в якості бурових промивних рідин в умовах нестійких колекторів чи поверхнево-активних систем в процесах інтенсифікації та підвищення видобутку вуглеводневої сировини.

З метою усунення цих недоліків ми зосередили свою увагу на олеохімічному синтезі ПАР комплексної дії.

В роботі для синтезу ПАР використані очищені й неочищені олії, що відрізняються як за вмістом олеїнової та ерукової кислот, так і фосфатидів. Жирнокислотний склад дослідних зразків цих олій приведено в табл. 1.

Другим компонентом були аміни виробництва Івано-Франківської фірми "Барва" з наступними характеристиками за нормальних умов:

– β -(оксіетил)етилендіамін $\text{HO}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{NH}_2$ – густина $d=1196$ кг/м³, показник заломлення $n=1,4865$;

– N,N'-біс(оксіетил)-етилендіамін $\text{HO}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4)\text{OH}$ – температура плавлення $T_{\text{пл.}}=46,2$ °C, густина $d=922$ кг/м³.

Таблиця 1.

Жирні кислоти, C _n :m (C=C)	Жирнокислотний склад дослідних зразків олій				
	Соняшникової із вмістом олеїнової кислоти:		Ріпакової із вмістом ерукової кислоти:		
	низьким ^а	високим	низьким ^б	середнім	високим
	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	Зразок 5
Пальмітинова, C _{16:0}	6,5	5,4	5,4	3,8	2,1
Гексадеценава, C _{16:1}	0,3	0,1	0,3	0,1	-
Стеаринова, C _{18:0}	4,7	1,6	2,0	1,6	2,0
Олеїнова, C _{18:1}	21,2	68,8	56,8	39,2	17,7
Лінолева, C _{18:2}	40,7	9,6	24,1	20,5	24,3
Ліноленова, C _{18:3}	23,2	7,2	9,8	9,1	8,0
Ейкозанова (арахінова), C _{20:0}	0,7	0,6	0,4	-	-
Ейкозенова, C _{20:1}	2,3	2,0	0,9	10,7	2,3
Ерукова, C _{22:1}	0	2,1	0,1	14,6	41,2
Фосфоліпіди	0,4	2,6	0,2	0,4	2,4

^асоняшникова рафінована "Олейна", ^бріпакова рафінована "Российские семена"

Трансамідування олій діамінами проводили у 4-х гирловому реакторі, облаштованому зворотним холодильником, пропелерною мішалкою і термометрами для контролю за температурою в реакційній суміші за мольного співвідношення реагентів 1,0:3,5 та умов, приведених в табл. 2.

Після закінчення реакції утворену масу коричневого кольору з вираженим аміним запахом охолоджують до 60 °С і розчиняють у гексані. Розчин підігрівують до кипіння і за інтенсивного перемішування добуваються практично повного розчинення. Після охолодження до 5-8 °С розчин розділяється на дві фази – прозору вуглеводневу та пухкий об'ємний осад. Останній відділяють центрифугуванням при 8000 об/хв протягом 10-15 хв. Після декантації розчину, осад переносять на фільтр, відмивають невеликими порціями гексану і висушують у вакуумі при 60-75 °С. Фільтрати об'єднують і відганяють гексан на водяній бані. Одержані аміноаміди ретельно промивають теплим ізопропанолом та діетиловим етером і висушують у вакуум-сушильній шафі до постійної маси. Виходи та окремі властивості синтезованих продуктів приведені в табл.2.

Будову синтезованих сполук доведено елементним аналізом, результати якого зведено в табл.2, а також спектральними дослідженнями.

З результатів досліджень, зведених в табл. 2, видно, що всі синтезовані продукти (приклади 1-8) є твердими чи переважно мастилоподібними продуктами коричневого кольору з густиною близько 936-970 кг/м³. Осаджена частина – пухка маса від білого до світло-жовтого кольору.

При інтерпретації ІЧ-спектрів цих сполук основна увага зосереджена на виявленні частот валентних коливань NO-, O=C-, H₂C-, H₃C- груп в молекулах вихідних тригліцеридів та появи характеристичних частот NC-, HN- груп в утворених органічних сполуках з амідними та амініними групами.

Виявлено, що внаслідок трансамідування тригліцеридів діамінами, незалежно від природи і складу олій, інтенсивна смуга поглинання при 1740 см^{-1} , притаманна тригліцеридам, зникає. Натомість, як і в у випадку з індивідуальними кислотами, появилися нові смуги валентних коливань $\text{O}=\text{C}$ -груп (амід-1) при 1650 см^{-1} та деформаційних коливань груп $-\text{NH}$ (амід II) в області 1548 см^{-1} , що вказують на утворення переважно вторинних амідів [4].

Близький діапазон поглинання характерний і для NH_2 груп, смуги коливання яких перекриваються в області 1466 см^{-1} з деформаційними коливаннями метиленових CH_2 груп. Водночас валентні коливання $\text{C}-\text{O}$ та деформаційні коливання $\text{O}-\text{H}$ груп високої інтенсивності в області 1056 і 1059 см^{-1} вказують на присутність гідроксосполук типу спиртів.

Висока концентрація довгих вуглеводневих ланцюгів беззаперечно визначається смугами високої інтенсивності в області 2927 - 2928 та 2855 - 2856 см^{-1} , які характерні для валентних коливань $\text{C}-\text{H}$ зв'язків метиленових та метильних груп вуглеводневих ланцюгів. Крім того, симетричні деформаційні коливання H_3C - груп постійно прописуються слабкими смугами при 1378 см^{-1} , а метиленових - в області 1466 см^{-1} .

Наявність широкої смуги, найбільш характерної для спектрів N,N' -біс-(оксєтил)алкіламідостиламінів, в області 3322 - 3332 см^{-1} , яка відповідає валентним коливанням $-\text{OH}$ гідроксосполук, свідчить про міжмолекулярну взаємодію між $\text{NH}\cdots\text{OH}$ та $\text{OH}\cdots\text{OH}$ з утворенням поліасоціатів, завдяки водневим зв'язкам. На це вказують і коливання валентних $\text{O}=\text{C}$ - та деформаційних HO - груп високої інтенсивності в області 1056 і 1059 см^{-1} , а також смуги коливання асоційованих $\text{N}-\text{H}$ груп в амінах і амідах, які перекриваються розглянутою широкою смугою [4].

Наявність вільних груп NH амінів і амідів та їх асоціатів з HO - групами реєструється і в області 3311 , 3313 см^{-1} . Розширеність і висока інтенсивність цієї смуги поглинання, ймовірно, вказує і на утворення поліасоціатів між гідроксильними групами основної сполуки та частково молекулами гліцерину, що утворюється в процесі синтезу і повністю не видаляється з продуктів реакції. На нашу думку, саме цим можна пояснити певні розходження розрахованих і знайдених величин карбону і нітрогену.

З іншого боку, оскільки за результатами титрування лужні числа відрізняються від розрахованих, а в спектрах окремих сполук чітко фіксується смуга 1622 см^{-1} , що відповідає структурі імідозоліну, ми передбачаємо, що поряд з амідоподібними утворюється і певна кількість імідозолінів, що потребує додаткових хроматографічних, хроматомас- та ЯМР спектроскопічних досліджень.

Таким чином, проведений елементний аналіз, потенціометричне титрування та ІЧ-спектри вказують на наявність у складі синтезованих продуктів на основі олій функціональних кисневмісних $-\text{OH}$ та $\text{O}=\text{C}-\text{N}$ - груп, вторинних і третинних амінів, а, отже, ці ПАВ являють собою складну суміш ациклічних (гідроксо)амідоамінів та їх поліасоціатів, в тому числі із залишковим гліцерином та циклічними імідозолінами, які в лужних чи кислотних середовищах легко гідролізують до поверхнево-активних амідоамінів. Проте, попередні дослідження показали, що завдяки однорідності

утвореної суміші речовин і добрій розчинності їх у більшості вуглеводнів як нафтового походження, так і в біодизелі, в аспекті практичного використання ПАР є ефективними стабілізаторами піни, пом'якшувальними засобами шкіри рук в миючих композиціях, солубілізаторами води в неводних середовищах. Завдяки цим специфічним властивостям, низькій токсичності, підвищеному біорозкладанні при сумісності з розчинами ПАР всіх типів, олеоПАР рекомендовані для використання в змашувально-холодильних рідинах для обробки металів і в чистячих засобах для зняття забруднень з рук.

Важливою особливістю є й те, що ефективність синтезованих сумішей як емульгаторів-стабілізаторів інвертних емульсій і мікроемульсій, інгібіторів корозії, бактерицидів, адгезивів та гідрофобізаторів виявилася вищою ніж окремих ПАР на базі індивідуальних кислот, що дозволить спростити і здешевити виробництво цих продуктів, а головне – уникнути утворення побічних продуктів, які забруднюють природне навколишнє середовище.

Отже, трансамідуванням тригліцеридів кислот ріпакової і соняшникової олій оксіетильованими діамінами синтезовані екобезпечні ПАР з покращеним біорозкладанням. Дослідженням їх властивостей в об'ємі розчинів і на межі поділу фаз встановлено, що вони відносяться до реагентів поліфункціональної дії і можуть використовуватися як емульгатори-стабілізатори інвертних емульсій і мікроемульсій, гідрофобізаторів дисперсних систем, інгібіторів корозії та адгезивів. Агрегативно-седиментаційна і термічна стійкість стабілізованих ними практично важливих систем, дозволяє рекомендувати їх для проведення тривалих технологічних процесів у складних термобаричних умовах, зокрема, при глушінні, первинному і вторинному розкритті свердловин, а також як адгезійних додатків до асфальтобітумних систем для усунення припливу води у нафтогазоконденсатних свердловинах та в процесах підготовки дорожнього покриття.

Список літератури

1. *Пон Г.С.* Стан, перспективи виробництва та застосування палив і мастильних матеріалів із рослинних олій / Сб. "Катализ и нефтехимия". -К.-2003, №12.- С.21-26.
2. *Пон Г.С.* Мастильні матеріали з рослинних олій.- Хімічна пром-сть України.-2006, №5.-С.22-29.
3. *Пон Г.С.* Альтернативні екотехнології і реагенти на основі поновлюваної рослинної сировини // Нафтова і газова промисловість України.-2004.-№1.-С.61-64.
4. *Беллами Л.* Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул, Москва, Мир, 1971, 320.

*D.S. Sotnikova, student, E.F. Novoselov, Cand.Chem.Sci.
(National Aviation University, Ukraine, Kiev)*

LOGISTICS OF HAZARDOUS SUBSTANCES TRANSPORTATION BY AIR IN RELATION TO PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES

*Given logistics of hazardous chemical substances transportation by air as subdivided
onto 9 classes of danger according to their physical- chemical properties*

Flying is inherently dangerous; safety was the main concern for pilots from the earliest days of civil aviation.

Workers which are involved in the transportation of hazardous materials must be able to recognize and identify the wide variety of hazardous materials

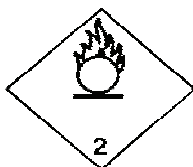
Hazardous materials are substances or materials that according their physical-chemical characteristics can burn, explode or react violently or cause injury or harm to people or the environment when transported in aviation

Depending on the physical and chemical properties dangerous goods (DG) are conditionally divided into 9 classes, which may be divided into subclasses, and groups.

General principles classification of various DG at air transportation are described in detail in the "Guidance on the transport of dangerous goods and weapons" and the "Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air".

DG that have multiple hazards are classified according the most dangerous property as the main class, then followed by the precedence of hazards, are classified as having the additional hazard classes.

The relevant nine classes of dangerous substances at transportation by air must be labelled according the internationally adopted system, the class groups numbers standing in lower corner of diamond-looking label.



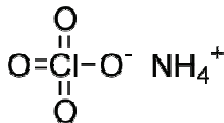
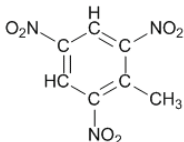
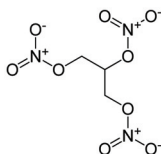
CLASS 1. "Explosives"

Class 1 DG includes explosives and explosive articles. Pyrotechnic substances, preparations and articles, even if they do not evolve gases also apply to explosives. Desensitized explosives are referred to the DG of grade 4.

Explosives are unstable materials of two types. •One type consists of material capable of supersonic reactions (detonation), for example, nitroglycerine and TNT.

The other type consists of materials (usually mixtures) that burn rapidly but

at a subsonic rate. Examples of this type are gunpowder, rocket propellants consisting of ammonium perchlorate (AP), an elastomer binder such as hydroxyl-terminated polybutadiene (HTPB) or polybutadiene acrylic acid acrylonitrile prepolymer (PBAN), small amounts of powdered metal, typically aluminum (Al), and various burn rate catalysts. To class 9 belong also pyrotechnic mixtures (fireworks).



CLASS 2. "Gases"

Includes gas compressed, liquefied, in solution, the refrigerated liquefied, mixtures of gases, mixtures of one or more gases with one or more pairs of other classes, articles filled in with gases and aerosols, but not the carbonated drinks.

To this class of danger can belong hydrogen gas leakage in the cabin hazard case. •To ignite - the concentration of flammable gas in air must be between its lower flammable limit (LFL) and upper flammable limit (UFL). Hydrogen danger problem is that the LFL of hydrogen gas in air is 4 percent and its UFL is 75 percent. It means that hydrogen can be ignited when its concentration in the air is between 4 and 75 percent. or a concentration of hydrogen below 4 percent is too "lean" to burn and H₂ gas levels above 75 percent are too "rich" to burn.

CLASS 3. "Flammable liquids"

DG of class 3 are liquids or mixtures and liquids containing solids or suspensions which evolve vapors, flammable in a closed container at a temperature not exceed 60.5 C° or in an open container 65.5 C°. Such are highly flammable gasoline, some paints and lighter fluid. The flash point is the lowest temperature at which a liquid gives off enough vapor to form a flammable mixture with air. •On the NFPA diamond label, a fire hazard rating of three or four denotes a flammable liquid. •The vapors of a flammable liquid often present the most serious hazard. •The vapors can easily ignite or explode. •Flammable liquid vapors are heavier than air and may settle in low spots of a cabin, or move a significant distance from the liquid itself.

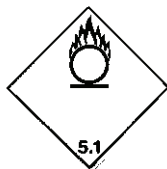
CLASS 4. "Flammable solid"

DG of this class includes substances that are easily light up or ignite spontaneously or emitting flammable gases in contact with water. This hazard class is divided into three divisions: •division 4.1. flammable solids such as **matches**
 •division 4.2. spontaneously combustible materials such as **phosphorus**
 •division 4.3. dangerous when wet materials such as metallic **sodium**

A representative example of such substance is industrial product “ammonium picrate, wetted, with not less than 10 per cent water, by mass”. It is easily ignited solid mass which burning can grow into an explosion

CLASS 5. "Oxidizing substances and organic peroxides"

These are oxidizing substances and organic peroxides, which can support combustion by oxygen evolution.



An example of a very dangerous DG - organic peroxide is **methyl ethyl ketone peroxide** (also known as 2-butanone peroxide, ethyl methyl ketone peroxide, or MEKP). It is used as a polymerization catalyst. It is a colourless liquid. There is an extreme risk of an explosion from exposure to shock, friction, flame, or other sources of ignition. Potentially extremely dangerous is carriage of ammonium nitrate belonging but to class 5.1. This substance (NH_4NO_3) at definite conditions can become a representative of a hazardous goods of class 1. This compound was the cause of one of America's worst industrial accidents. In 1947 ammonium nitrate detonated aboard a ship in a Texas City port, killing nearly 600 people.

CLASS 6. "Toxic and infectious substances"



This class include gaseous, liquid or solid substances that pose a risk of



poisoning, chemical burns, disease, death of animals and plants, and substances containing viable micro-organisms, which are known that they cause disease in humans or animals. Genetically modified micro-organisms which do not fall under the definition of an infectious substance, relate to grade 9. For example “ammunition, tear-producing, non-explosive without burster or expelling charge, non-fuzed” belongs to class 6.1

while “ammunition, tear-producing with burster, expelling charge or propelling charge” belongs to class 1.2.

CLASS 7. "Radioactive Materials"

To these DG belong gaseous, liquid or solid substance or articles, the specific activity of more than 70 kBq / kg (2 nCi / g).

CLASS 8. "Corrosive"

To DG of this class belong gaseous, liquid or solid substances or products that may cause visible skin damage or any living tissue, or cause damage to other goods and aircraft design.

Common corrosive chemicals are classified into:

•**Acids** - sulfuric acid, nitric acid and hydrochloric acid (H_2SO_4 , HNO_3 and HCl), formic acid, acetic acid, anhydrous aluminum chloride and boron trifluoride ($HCOOH$, CH_3COOH , $AlCl_3$, BF_3)

•**Caustics** or alkalis, such as sodium hydroxide ($NaOH$) and potassium hydroxide (KOH) Alkali metals in the metallic form (e.g. elemental sodium), sodium hydride (NaH), alkoxides (ROH), metal amides (e.g. sodium amide $NaNH_2$) and organometallics such as butyllithium (C_4H_9Li) •**Strong oxidizers** such as concentrated hydrogen peroxide (H_2O_2)

CLASS 9. "Other DG"

To these belong gaseous, liquid or solid substances or articles presenting during air transport hazard that can not be attributed to other classes of DG. They are magnetized, anesthetics, low toxicity, and other similar substances and materials that may cause the flight crew and passengers of annoyance or discomfort, as well as combustible liquids which are not easy flammable. An example of this class can be **blue asbestos** (crocidolite) when not fixed in a natural or artificial binder material .

Important nowadays representatives of class 9 miscellaneous dangerous goods are UN 3090 lithium metal batteries; if inside a piece of equipment or packed separately or with a piece of equipment. These batteries must be shipped in quantities that comply with the limitations contained in the DGR They must be contained in a UN specification packaging as prescribed by DGR packing instruction. A completed package must display Class 9 hazard label in addition to markings to identify the applicable proper shipping name. These materials can not be loaded if the package is damaged.

A shipper must document the shipment using a Shipper’s Declaration for Dangerous Goods. All applicable requirements contained in the IATA Dangerous Goods Regulations relating to these commodities must be complied with, including the training requirements; a “Shipper’s Declaration for Dangerous Goods” must be issued, and packages must bear the Class 9 hazard label

Conclusion

1. There are 9 major classes of dangerous goods in aviation.
2. Potential danger of it depends on their physical-chemical properties
3. The material presented in this article can be useful at coordination of national safety rules with DG transportation rules at global scale

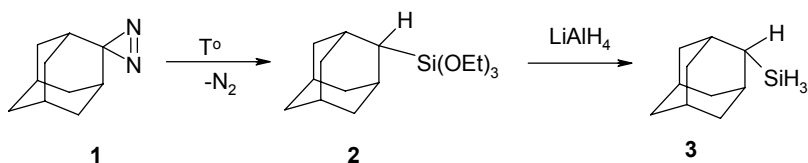
*O.V. Tkachenko, assistant, E.F. Novoselov, Cand.Chem.Sci.
(National Aviation University, Ukraine, Kiev)*

PMR SPECTRA OF ADAMANTANE DERIVATIVES OBTAINED AT INTRODUCTION OF CARBENE INTO SI-H BOND

PMR spectra of originally synthesized derivatives of 2-adamantylsilane presented. Most informative was found at analysis of spectra region near 6 ppm, δ , corresponding to the signals of Si-H protons. A spin-spin interaction growth in the PMR spectra of 2-adamantylsilane at substitution of Si-H atoms by bulky 2-adamantyl radicals is discussed

Earlier we have studied interaction of alkyl- and aryl substituted silicon hydrides in liquid and gas phases with carbenes, obtained by thermolysis and photolysis of diazirines [1]. Thus, tricyclo [3,3,1,1,3,7] decane-2-spiro-3-diazirine under heating at 120° for 6 hours in phenylsilane solution is completely decomposed, releasing N₂ and forming corresponding alkylphenylsilane with 78% yield. At the same time, the main products of thermolysis of 3,3-dimethyldiazirine and pentamethylendiazirine in liquid phase in presence of silicon hydrides, are unsaturated hydrocarbons - products of intramolecular carbene-olefin isomerization.

Silicone derivatives of adamantane have been known since 1971, but were limited almost exclusively by structures substituted at the head of the bridge, that is, the 1-adamantylsilane. We first synthesized derivatives of 2-silyladamantane (**2-8**) by introducing carbene easily generated by heating adamantane-2-spiro-3-diazirine (**1**) into compounds that contain a free silane Si-H bond, and have carried out a comparative analysis of PMR spectra of the series



Experimental part

PMR spectra of 10% solutions of the compounds (2-8) in CCl₄ at NMR were obtained at spectrometer BS 487 "Tesla" with the working frequency 80 MHz, internal standard HMDS, chemical shifts are reported in delta scale relative to TMS reference signal.

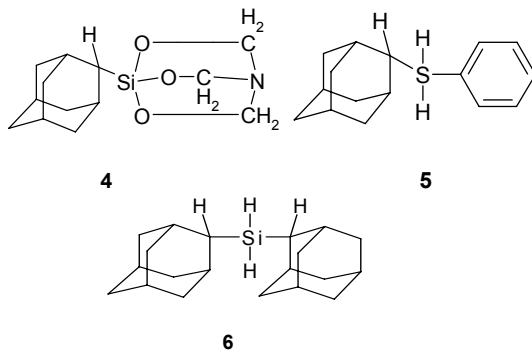
Results and discussion

PMR spectra of adamantyltriethoxysilane (2).

In the spectra area near 3.74 ppm of the compound (2) is observed a triplet with constant of spin-spin coupling $J=7$ Hz, integrated onto 6 protons. At relatively strong field is observed triplet with $J=7$ Hz, integrated onto 9 protons. The quantity and nature of the chemical shifts and splitting that two signals indicates the presence of the test compound ethoxygroup. In the field of 1,25-2,18 ppm, δ , is a broad signal of the protons of adamantane nucleus, which integrates onto 15 protons. Thus, the results of integration of the spectrum of the compound (2) corresponds to the quantitative ratio of 15 \ 15 protons adamantane nucleus and three ethoxy groups, which confirms the structure of the compound (2).

PMR spectra of 1 - (2'-adamantyl)-silatrane (4).

In the PMR spectrum of the compound (4) in the region 0.9-2.3 ppm, is observed a group of signals that integrates into 15 protons belonging to the adamantane nucleus.



A characteristic set of signals in the weak field confirms the structure of the silatrane fragment: triplet with $J = 6$ Hz, for 6H at δ 2.6 ppm corresponds to the three methylene groups linked to nitrogen atoms, triplet with 6 Hz, for 6 H, at 3,55 ppm, δ corresponds to the methylene protons adjacent to oxygen atoms.

It should be noted that the chemical shifts of ring protons of silatrane most derivatives are characterized by somewhat larger values of 2.75 ppm, δ and 3,75 ppm, δ , respectively. The value of the spin-spin interaction 6 Hz coincides with the values specific to silatranes.

PMR spectra of adamantylsilane (3).

In the PMR spectrum of compound (3) was observed at 3.41 ppm, δ a well-resolved doublet with $J = 4$ Hz, corresponding to the three protons of CH-SiH_3 group and in the range of 0,6 - 2,13 ppm, δ - a group of signals, integrated onto 15 protons, corresponding to the protons of the adamantane nucleus. We had expected to get after addition of 1 equivalent of molecular bromine in CCl_4 solution into the vial for PMR containing compound (3) a new product - monobrom 2-adamantylsilane and to observe, therefore, a new signal as a doublet in a weak field of NMR. However, in practice, it was discovered a complex system of signals at lower field, indicating, in

our opinion, the existence of rotational isomers for the (2-adamantyl) bromsilane molecule.

PMR spectra of phenyl-2-adamantylsilane (5).

PMR spectrum of compound (5) contains near 7 ppm, δ , a signal integrated for 5 protons of hydrogen atoms corresponding to phenyl ring. At 4,17 ppm, δ was observed a doublet with a constant of spin-spin coupling $J = 4$ Hz, integrated for 2 protons. In the relatively strong field 1.2-2.0 ppm, δ were located a wide complex signal corresponding to 15 protons of the adamantane nucleus.



PMR spectra of 2-methylphenyl (2-adamantyl)silane (7).

In the PMR spectrum of the compound (7) was observed a number of relatively easily interpretable signals. In the interval 6,09-7,38, δ , corresponding to aromatic ring protons, presents a signal integrated into 5 protons. In the region 1,15-2,13 ppm, δ , there is a group of signals, integrating for 15 protons of adamantane nucleus. For Si-H protons of $>\text{CHSiH}-\text{CH}_3-\text{Ph}$ can be expected a complex splitting from adjacent two types of protons. Indeed, at 4,37 ppm, δ there is a symmetric group of well-resolved signals (doublet of quartets).

The spin-spin interaction constant $J(\text{CH}-\text{SiH}) = 4$ Hz, we have obtained by measuring the distance between the components of the doublet methyl group attached to a silicon atom – the signal which is located in the area with chemical shift of 0.25 ppm, δ (3 H). The constant $J(>\text{CH}-\text{SiH}) = 5$ Hz was obtained by direct measurement of distance between the peaks of the multiplet at 4,37 ppm, δ . Type of the signal at 4,37 ppm, δ , is consistent with its splitting into the doublet of quartets from adjacent CH protons of adamantane nucleus and the methyl. Thus the introduction of a sec-alkyl (adamantyl) of methylphenylsilane resulted in a relatively large change in the chemical shift of Si-H proton at 0, δ 25 ppm, as compared to the case of 2-phenyl adamantylsilane at 0,075 ppm, δ .

PMR spectra of di(2-adamantyl)silane (6).

In the PMR spectrum of compound (6), is observed a triplet for 4 Hz signal of the SiH_2 group at 3.67 ppm, δ , corresponding to the splitting of the two equivalent protons $>\text{C}-\text{H}$ of the 2-adamantyl. The difference in chemical shifts of the Si-H signals in the systems of 2-adamantylsilane and 2-di-(2-adamantyl)silane makes 0,27 ppm.

At adding of some molecular bromine to the solution of di(2-adamantyl)silane(6) in CCl_4 the triplet at 3.67 ppm disappears and appears triplet with $J = 5,4$ Hz at 4.95 ppm, δ , corresponding to the system- $\text{CH}-\text{SiHBr}$ bonds of the di-(2-adamantyl) bromsilane structure. The increase of the spin-spin interaction of signal Si-H of the compound compared with di (2-adamantyl) silane is due, in our

opinion, the spatial influence on the rotation around Si-H bond. In the inhibited conformation, C-H proton of 2-adamantyl and the Si-H proton occupy trans-position that, according Karplus rule leads to an increase of the spin-spin interaction.

PMR spectra of tri(2-adamantyl)silane (8).

In the spectra of compound (8) is observed a quartet ($J=5,4$ Hz) at 4 ppm which corresponds exactly to the expecting for the compound (8) Si-H chemical shift values.

Using Stewart-Briegleb models, it can be shown that for tri-(2-adamantyl)silane it is possible an existence of only one conformation with the most symmetrical substituents arrangement, and the steric hindrance in it is so significant that the structure (8) must contain only one conformer.

It may be noted that the most informative were the area of the spectra near 4 ppm, δ corresponding to signals of protons Si-H. This is due to the remoteness of the corresponding signals in the spectrum and the possibility of observing the spin-spin interaction of Si-H proton to the neighboring C-H proton. Compared with the 1-substituted adamantane derivatives of 2-substituted adamantane are less symmetrical, as they are characterized by a sharp increase in steric hindrance.

When considering models Stewart-Briegleb of the compounds 2-8 it can be shown that while maintaining a tetrahedral configuration at the silicon atom the rotation around the CH-Si-CH bond is becoming somewhat more difficult even for the 2-adamantylsilane. In this compound is inhibited conformation containing Si-H hydrogen atom at position "between" two hydrogen atoms of "cyclohexane" ring of adamantane nucleus. On models can be seen that the rotation is becoming very difficult at further substituting of one or more hydrogen atoms onto the silane bulky substituents such as phenyl, bromo, and especially 2-adamantyl.

Conclusion

Proton nuclear resonance spectra in the 80 MHz range of newly synthesized by original method derivatives of 2-adamantylsilane (2-silyltricyclo[3,3,1,^{3,7}]decane) were obtained and studied. Most informative were found the spectra lines near the 4 ppm, δ , which correspond to the signals of Si-H protons. It was found dependence of growth of the signal splitting constant $J_{\text{CH-SiH}}$ in PMR spectra of substituted 2-adamantylsilanes in parallel to increase of the substitution degree of the Si-H hydrogen atoms by the bulky 2-adamantyl radicals.

References

1. Новоселов Е.Ф., Макеев С.Л., Пацко Е.Я. Карбены из диазиринов. Внедрение по Si-Нсвязи // Тез. докл. в сб. IV Всесоюзная конференции по химии карбенов. – М., 15-17 сент. 1987г.
2. Brook M. A. Silicon in Organic, Organometallic and Polymer Chemistry, Wiley, N.Y. (1999)

*Ф.Г. Фабуляк, д.х.н., проф., Ю.В. Зубенко, студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

МОДИФІКАЦІЯ ПОЛІАКРИЛАМІДУ БІОПОЛІМЕРОМ

Розглянуто модифікаційний процес поліакриламід у біополімером та досліджено діелектричні властивості отриманого матеріалу.

Любий живий організм, від простішого до найвищих, можна розглядати як найвищу гігантську високоорганізовану наноструктуру і сукупність окремих наноструктур.

Досягнуті за останні роки успіхи генетичних підходів не тільки вивчені структури нуклеїнових кислот і білків, але в ціленаправленій зміні цих функціональних властивостей, обумовлюють важливість створення і ефективного виробництва на базі біологічних макромолекул дешевих високоорганізованих наноструктур з заздалегідь заданими властивостями і функціями [1]. Створення наноструктур з використанням принципів живої природи, надзвичайно корисне для створення полімерів, мембранних структур з регульованою селективною проникненістю, можуть бути використані як високоефективні тонкі плівки в різних типах конденсатора. Велика частина високомолекулярних сполук, являє собою органічні речовини, що складаються з довгих ланцюгових молекул, в яких повторюються молекулярні ланки, що з'єднані ковалентними зв'язками. Така молекула може містити тисячу повторюваних ланок і досягати довжини 1мкм. Органічний полімер утворюється переважно атомами вуглецю, іноді з додаванням атомів кисню чи атомів азоту. Тип хімічного зв'язку в полімері визначає його електричні властивості[2].

Спільним для електричних властивостей полімерів як предмету дослідження є їх залежність від впливу електричного поля, в той же час ця залежність може бути обумовлена різними молекулярними механізмами. До кінця двадцятого століття електричні властивості відомих полімерів викликали меншу зацікавленість в порівнянні з властивостями не органічних матеріалів. Після відкриття полімерів напівпровідників та полімерів з рівнем провідності металів. Розпочалося швидке зростання фундаментальних та прикладних досліджень, що призвели до синтезу та дослідження великої кількості. Макровластивості цих матеріалів близькі до властивостей неорганічних аналогів, в той час як властивості на мікрорівні суттєво відрізняються, відображаючи наявність жорстких кристалічних решіток неорганічних металів та піддатливі молекулярні структури полімерів.

Відсутність провідності в полімерних діелектриках дозволяє знайти в них ряд більш тонких електричних ефектів. Так, під впливом зовнішнього поля виникає поляризація, що обумовлена орієнтацією і зміною форми молекул. Дослідження подібного процесу не тільки дозволяє отримати цінну інформацію о механізмі впливу поля, але є інструментом для дослідження молекулярної динаміки. Дослідження електричних властивостей є цінним

доповненням до даних про механізм та термічні властивості структури і є інструментом для розуміння поведінки полімерів на молекулярному рівні.

Для визначення діелектричної проникності розчину поліакриламід у різним відсотковим вмістом желатину в роботі використовувався міст змінного струму марки P5083. Міст P5083 може бути використаний для: наукових досліджень; метрологічної атестації засобів вимірювань; контролю якості електро- і радіотехнічних виробів.

Для приготування композиції брали 10г поліакриламід у і вводили 0,5%, 1% та 1,5% розчину желатину, який попередньо був приготовлений на водній основі. Таким чином в 10г поліакриламід було введено 0,05г, 0,1г та 0,15г розчину желатину, при ретельному перемішуванні при кімнатній температурі протягом 5 хв. Після вистоявання протягом 24 годин, дана композиція була нанесена на підложку, з наступним дослідженням на місті змінного струму.

Аналізуючи графік композиції поліакриламід у з 0,5-% розчином желатину(рис.1.1) зі збільшенням частоти спостерігається зменшення діелектричної проникності.

Зменшення сили взаємодії між зарядами викликане процесами поляризації середовища. У електричному полі електрони в атомах та молекулах зміщуються відносно йонів, і виникає наведений дипольний момент. Ті молекули, які мають власний дипольний момент (наприклад, молекула води), орієнтуються в електричному полі. Дипольні моменти створюють своє електричне поле, яке протидіє тому полю, що зумовило їх появу. В результаті сумарне електричне поле зменшується. При невеликих полях таке зменшення можна описати за допомогою діелектричної проникності. Це засвідчує утворення чіткої згрупованої структури.

Розглянувши графік залежності тангенса кута діелектричних втрат від частоти, можна зробити висновок: втрати, обумовлені релаксаційною поляризацією, мають місце в діелектриках з дипольною структурою й у діелектриках з іонною структурою з нещільним упакуванням йонів. Тангенс кута діелектричних втрат полярних діелектриків і діелектриків з іонною структурою з нещільним упакуванням йонів залежить від частоти. При зростанні частоти число поворотів диполів за одиницю часу збільшується, отже, збільшується і потужність, що розсіюється, і $\text{tg}\delta$. При досить високій частоті $\text{tg}\delta$ починає зменшуватися, тому що полярні молекули не встигають слідувати за зміною електричного поля.

На даному графіку спостерігається чіткий дипольно сегментальний процес і відсутність дипольно групового процесу, що свідчить, про локалізовану зайнятість груп.

Розглянувши графік композиції поліакриламід у з 1-% розчином желатину (рис.1.2.), помічено проявлення дипольно-групового процесу при 60 кГц, а також зміщення дипольно-групового процесу в сторону високих частот, що свідчить про збільшення рухливості в системі, а також про звільнення деякої кількості функціональних груп.

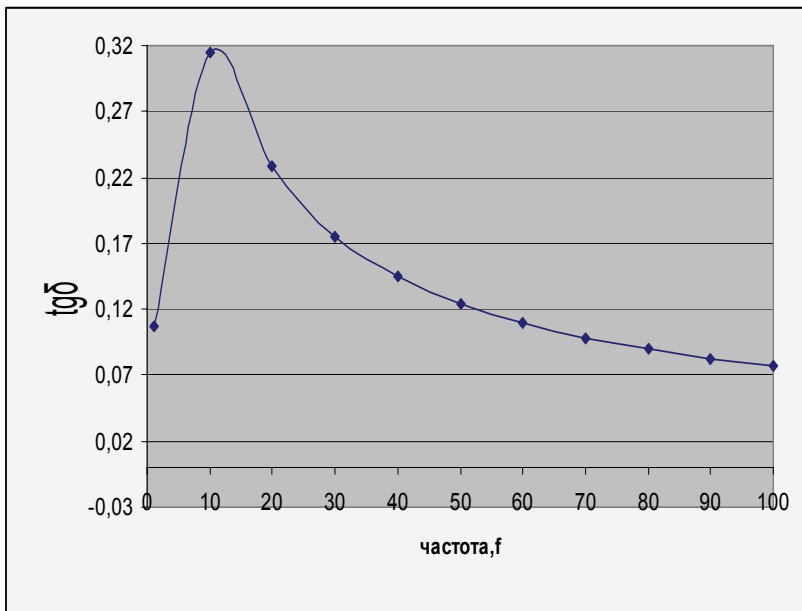


Рис. 1.1. Залежність $\text{tg}\delta$ від частоти для поліакрилату з вмістом желатину 0,5%

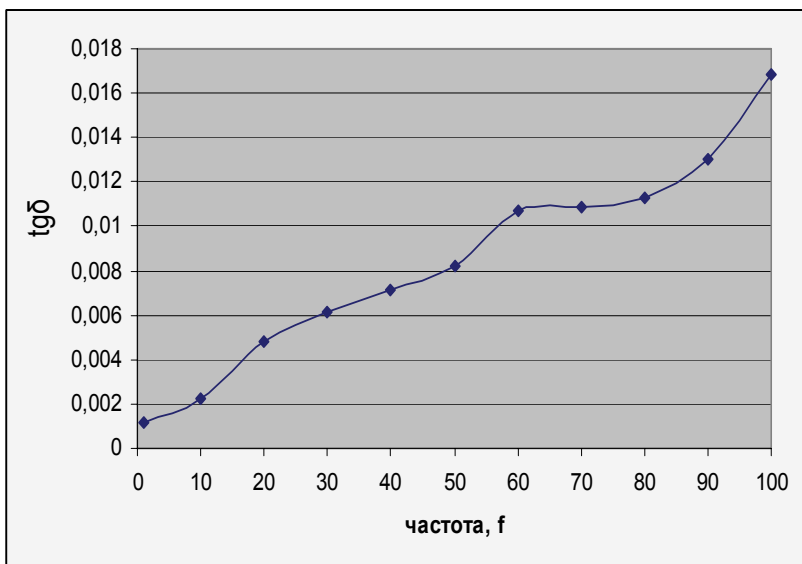


Рис. 1.2. Залежність $\text{tg}\delta$ від частоти для поліакрилату з вмістом желатину 1%

Аналізуючи графік залежності тангенсу кута діелектричних втрат від частоти спостерігається зміщення дипольно-групового і дипольно-сегментального процесів в сторону високих частот, при цьому дипольно-груповий процес проявляється досить інтенсивно, що є доказом присутності великої кількості вільних груп.

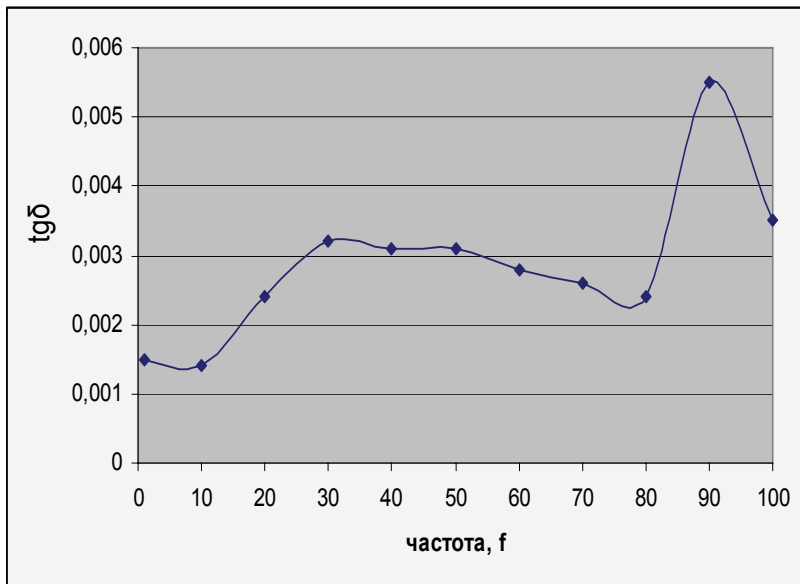


Рис. 1.3. Залежність $\text{tg}\delta$ від частоти для поліакрилату з вмістом желатину 1,5%

Висновки

Встановлено, що при додаванні до поліакриламідну желатинового розчину суттєво змінюються діелектричні властивості. При аналізі графіка залежності тангенсу кута діелектричних втрат від частоти, можна зробити висновок, про наявність двох типів процесів релаксації – дипольно-групового та дипольно-сегментального в композиції з вмістом 1% та 1,5% желатинового розчину та лише одного – дипольно-сегментального в композиції з вмістом 0,5%. Встановлено, що при вмісті 1,5% желатину спостерігається найбільше проявлення дипольно-групового процесу, який характеризує присутність великої кількості вільних груп в поліакриламіді.

Список літератури

1. Котельников. А., Ортега Х.М., Медведев Э.С. Электрохимия, 2002, т.38, с.90 – 101.
2. Фабуляк Ф.Г., Иванов С.В., Масленникова Л.Д. Хімічна технологія високомолекулярних сполук - К. «НАУ- Друк», 2009 – 400 с.

*Ф.Г. Фабуляк, д.х.н., проф., Л.Д. Масленнікова, к.х.н., проф.,
А.Ю. Острогруд, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІІЗОПРЕНОВИХ ГУМ З ВМІСТОМ КАРБАМІДУ

*Розглянуто фізико – механічні властивості модифікованих поліізопренових гум.
Встановлено, що формування глобулярно – фібрилярної структури може бути
за рахунок модифікації латексу ліофобно – ліофільними матеріалами.
Показано, що в залежності від співвідношення компонентів в поліізопрен –
карбамідній системі призводять до значного поліпшення фізико – механічних
характеристик.*

Серед матеріалів, основу яких складають полімери, латекси (колоїдні водні дисперсії полімерів) займають одне з перших місць за кількістю можливих областей застосування.

Гумові вироби (піногума, захисні рукавиці, радіозондні оболонки, нитки, вироби медичного та санітарно-гігієнічного призначення); вироби текстильної промисловості (килими, клеєні неткані матеріали, прогумовані тканини); адгезиви, промочуванні склади для шинного корда, фарби, картон, папір, азбестові вироби, штучна та “облагороджена” шкіра, антикорозійні покриття – це далеко не повний перелік виробів, які виготовляються із латексів або з їх застосуванням.

При застосуванні латексів можуть вирішуватися проблеми покращення якості виробів та матеріалів (промочені латексами папір та шинний корд, аппретировані латексами килими); екологічні проблеми (вилучення токсичних, пожежо-вибухонебезпечних розчинників при виготовленні та застосуванні адгезивів, фарб, покриттів); проблеми охорони праці і техніки безпеки (виробництво захисних рукавиць). Із застосуванням латексів виготовляють вироби, які неможливо чи нераціонально виробляти із інших матеріалів (наприклад радіозондні оболонки). Нарешті, технологічні процеси виготовлення виробів із латексів піддаються комплексній механізації і автоматизації, що особливо важливо при виробництві масового виду продукції.

Випуск цих виробів базувався на застосуванні імпортного натурального латексу і хлоропренових латексів, виробництво яких було організовано на дослідному заводі синтетичного каучуку в м. Ленінграді.

Розробка і освоєння нових марок латексів відбувалась при одночасному створенні теоретичних основ процесів синтезу латексів і глибокому вивченні їх властивостей.

Освоєння в промисловості виробництва синтетичних латексів дозволило створити сировинну базу для вітчизняного виробництва виробів із латексів і різних виробів та матеріалів з їх використанням.

Проблема плівкоутворення, яка лежить в основі практично всіх технологічних процесів переробки латексів, була предметом всебічних досліджень, проведених в Московському інституті тонкої хімічної технології ім. М.В.Ломоносова під керівництвом С.С.Воюцького і Д.М.Сандомирського і в Інституті фізичної хімії АН СРСР під керівництвом В.І.Єлісеєвої. Ці роботи дозволили суттєво розширити уявлення про закономірності процесів плівкоутворення латексів, показати взаємозв'язок колоїдно-хімічних властивостей латексів, властивостей їх полімерів і структури латексних часток з особливостями процесу плівкоутворення.

В НДІ гумових і латексних виробів під керівництвом Д.М.Сандомирського, В.В.Чорної, А.А.Короткової, був розроблений провідний комплекс фізико-хімічних і технологічних робіт, які лягли в основу промислового виробництва гумових виробів з латексів.

В спеціалізованих цехах було організовано виробництво формових і не формових виробів із піногуми; освоєно виробництво різних видів маканих виробів, в тому числі створено цех по виробництву висотних радіозондових оболонок; організовано виробництво ниток; освоєно виробництво ущільнюючих паст для консервної промисловості, композицій для антикорозійного покриття. В НДІ шинної промисловості під керівництвом Р.В.Узиної була вирішена проблема підвищення стійкості зв'язку обгортуючих гум і корда за рахунок просочування корда композитами на основі вітчизняних синтетичних латексів.

Для оцінки властивостей, одержаних з використанням натурального латексу з вмістом карбаміду необхідно розглянути фізико-механічні властивості модифікованих гум з акцентом на їх твердість при різних вмістах карбаміду. Великий вклад в розвиток наукових підходів про фізико-механічні основи в структуруванні полімерів на надмолекулярному рівні внесли відомі вчені В.А. Каргін, А.І. Китайгородський і Г.Л. Слонімський, які на базі рентгеноструктурних і електронно-мікроскопічних досліджень показали наявність у полімерів високоорганізованих структур глобулярно-фібрилярної, дендритної та сферолітної різної будови (кільцеві сфероліти, стрічки із сферолітів, пластини із сферолітів)[1,2].

Для виявлення фізико-механічних властивостей поліізопренових гум, що містять різні вмісти карбаміду, будуть використані представники надмолекулярної будови глобулярної і фібрилярної[3].

Були проведені дослідження числа твердості (рис. 1), міцності при розриві (рис. 2) і відносного видовження (рис. 3) гум з вмістом карбаміду від 0,85 до 16 %.

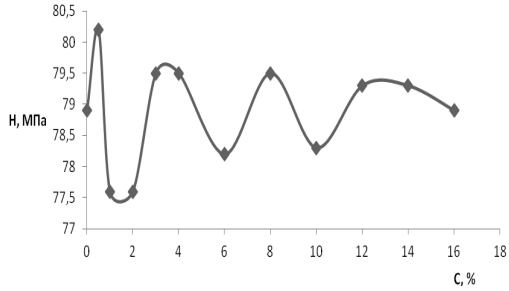


Рис. 1. Залежність числа твердості від вмісту карбаміду в поліізопрені

Твердість (рис. 4) вимірювалась ІСО-твердоміром, а міцність і лінійне видовження на розривній машині марки РВ – 20.

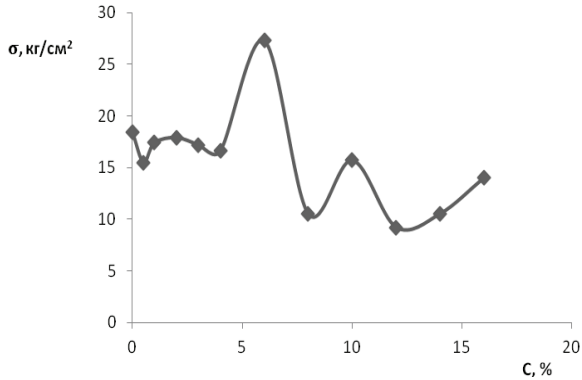


Рис. 2. Залежність напруги про розриві

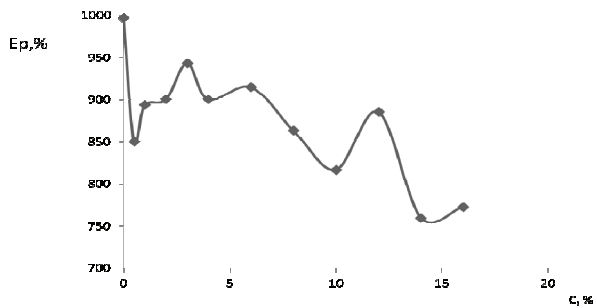


Рис. 3. Зміна відносного видовження від вмісту карбаміду в поліізопрені

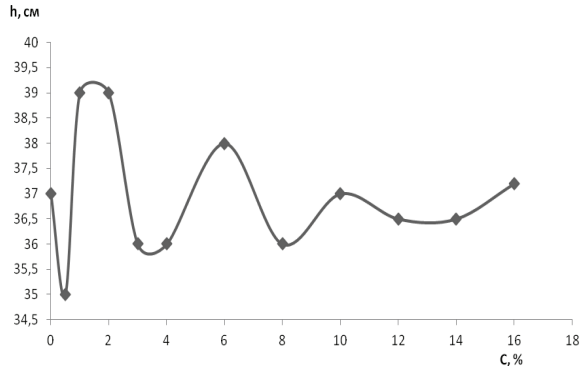


Рис. 4. Залежність глибини занурення кулі від вмісту карбаміду поліізопрену

Як видно з рис. 4 концентраційної залежності від вмісту карбаміду в поліізопрені твердість проявляє три максимальних значення – при 2, 6 і 10 %, які відповідають максимальній міцності лінійного видовження. Це вказує на існування трьох енергетично-структурних станів, які викладені в діелектричних дослідженнях. Перший енергетичний стан при вмісті 2% карбаміду обумовлений взаємодіями надлишкових зарядів азоту амідних груп з подвійними зв'язками макромолекул поліізопрену; другий енергетичний стан має місце через взаємодії надлишкового заряду амідної групи карбаміду з надлишковими зарядами CH_3 -групи поліізопрену, та NH_2 з π -групою, що створює умови збільшення міцності в 5 разів при 6% модифікатора; третій енергетичний стан – це взаємодія карбаміду з макромолекулами поліізопрену, тому що молекули карбаміду вступають у фізичну взаємодію з усіма макромолекулами поліізопрену, а при їх надлишку взаємодіють однією NH_2 -групою, утворюючи таким чином наноструктурування поліізопрену карбамідом. Формування третього енергетично-структурного стану при вмісті 10% карбаміду значення міцності менше ніж у першому і другому енергетичних станах через значне збільшення твердості (рис. 1). Лінійне видовження описується мінімумами відповідно до максимумів (рис. 3) міцності при розриві.

Викладені результати залежать від формувань глобулярно-фібрилярних структур – при менших вмістах переважає глобулярна структура, а при великих – фібрилярна, що суттєво впливає на властивості модифікованого поліізопрену.

Одержані результати слугують основою в регулюванні і виборі гумових матеріалів з попередньо заданими властивостями.

Висновки

1. Встановлено фізико – механічні властивості поліізопрен – карбамідових гум.

2. Встановлено існування трьох енергетично – структурних станів в поліізопрен – карбамідній системі.

3. Встановлено, що викладені результати залежать від формувань глобулярно – фібрилярних структур – при менших вмістах карбаміду в системі переважає глобулярна структура, а при великих – фібрилярна.

Список літератури

1. *Каргин В.А., Слонимский Г. Л.* Краткие очерки по физикозимии полимеров. – М., 1980 – 473 с.
2. *Китайгородский А. И., Зоркий П. М., Бельский В.К.* Строение органического вещества. – М., 1980 – 425 с.
3. *Донцов А. А.* Процессы структурирования эластомеров. – М., 1978 – 365 с.

*М.Г. Пона, доц., З.І. Боровець, доц., О.В. Кобрин, асп.
(Національний університет «Львівська політехніка», Україна, м. Львів)*

ДВОСТАДІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ШТУЧНОГО ВОЛАСТОНІТУ

Досліджено процеси фазаутворення гідросилікатів кальцію тоберморитової групи в системі $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ під час гідротермальної обробки. Встановлено можливість та умови синтезу метасилікату кальцію у формі β -воластоніту при випалі штучного тобермориту. Вивчено особливості та вплив іонів мінералізаторів на процеси структуроутворення.

На сьогоднішній день для промисловості України актуальною технологічною проблемою постає пошук нових видів сировинних матеріалів, які б забезпечували високу якість кінцевої продукції та її екологічність. Завдяки комплексу фізико-механічних властивостей воластоніт (силікат кальцію) використовують в різноманітних галузях промисловості. Він є перспективною сировиною для електрокераміки, стінових плит, облицювальної цегли і плитки, кахлів, спеціальних цементів, білил. Крім цього його використовують також у технології вогнетривів, виробництві флюсів, як наповнювач пластмас, лакофарбних і композиційних матеріалів. Як екологічно безпечний матеріал воластоніт знайшов використання в медицині. Кристалічна структура і фізичні властивості мінералу є стабільними до температури близько 1120 °С, що дає змогу використовувати його як наповнювач в матеріалах різного функціонального призначення. Через обмеженість родовищ природного мінералу у світі, зокрема в Україні, актуальним постає завдання синтезу штучного силікату кальцію.

Традиційний метод отримання штучного воластоніту базується на твердофазовому спіканні піщано-вапняної суміші. При цьому дана технологія обумовлює високі енергозатрати, що підвищує собівартість синтезованого продукту. Новим ефективним методом синтезу воластоніту є двостадійна технологія, яка включає стадію отримання проміжного продукту (гідросилікату кальцію) під час гідротермальної обробки та подальший його випал до метасилікату. Параметри гідротермальної обробки є прийнятними для технологічної реалізації (температура 180 – 200 °С, тиск 8 – 12 атм), а випал проміжного продукту здійснюють при нижчих температурах, ніж в традиційній технології, що зменшує енергозатрати на виробництво.

На відміну від класичної технології згідно якої взаємодія між оксидами CaO та SiO_2 відбувається у твердій фазі при високих температурах в основі пропонованого методу лежить реакція між вказаними оксидами через їх розчинення у воді. При цьому згадані параметри гідротермальної обробки забезпечують достатньо високу розчинність SiO_2 і утворення гідросилікату впродовж відносно нетривалого проміжку часу. Випал отриманого напівфабрикату призводить до перетворення гідросилікату кальцію у безводну фазу – воластоніт.

Для проведення досліджень з метою визначення впливу впорядкованості структури кремнеземовмісного компоненту на процеси фазоутворення було вибрано дві форми SiO_2 : кристалічну – кварцовий пісок та аморфізовану (прихованокристалічну) – природний кремій (відпадки механічної обробки). Як кальцієвмісний компонент використовували кускове негашене вапно. Шихту готували зі співвідношенням C:S як 1:1.

Інтенсивність взаємодії між різними формами SiO_2 та гідроксидом кальцію визначали за вмістом непрореагованого $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в автоклавованих пробах за методикою комплексонометричного титрування. При цьому встановлено, що при використанні більш розпорядкованої форми SiO_2 (природного кременю) утворення гідросилікатів кальцію проходить більш інтенсивно. Процеси фазоутворення при автоклавованні кремнезем-вапняної шихти вивчали термографічним і рентгенофазовим аналізами. Термограма проби на основі кварцового піску (рис.1, а) характеризується наявністю на кривій DTA ендотермічного ефекту з максимумом при 550°C , що свідчить про високий вміст непрореагованого $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і узгоджується з даними комплексонометричного титрування. Це підтверджується також рентгенофазовим аналізом наявністю на дифрактограмах характерних для $\text{Ca}(\text{OH})_2$ дифракційних максимумів ($d/n = 0.492, 0.310, 0.263 \text{ нм}$).

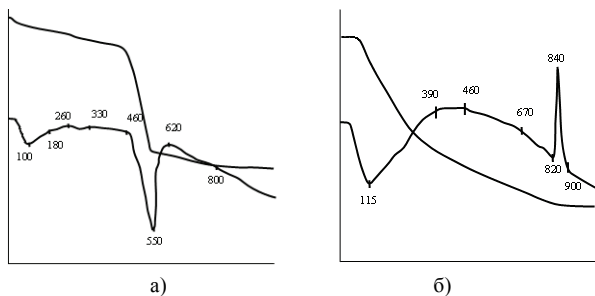


Рис. 1. Результати дериватографічних досліджень проб на основі: кристалічного SiO_2 (а); аморфізованого SiO_2 (б).

На кривій DTA термограми проби на основі природного кременю (рис. 1, б) практично відсутній ендотермічний ефект характерний для $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та наявний екзоэффект з максимумом при температурі 840°C , який пов'язаний із перетворенням гідросилікату у нову кристалічну фазу. Рентгенограма проавтоклаваної проби характеризується дифракційними максимумами гідросилікатів кальцію тоберморитового складу ($d/n = 1.130, 0.307, 0.305, 0.297 \text{ нм}$). Незважаючи на те, що результати РФА засвідчили наявність лише однієї кристалічної фази, мікрофотографії автоклавованих зразків тоберморитового складу характеризуються значною структурно-морфологічною неоднорідністю (рис. 2, а). Характерним елементом мікроструктури цих зразків є наявність щільно переплетених і хаотично орієнтованих у різних напрямках волокнистих та пластинчастих утворень гідросилікатів типу CSH(V) (рис. 2, б).

Для дослідження впливу дисперсності кремнеземовмісного компоненту на інтенсивність утворення гідросилікатів кальцію було приготовано проби на

основі різних фракцій природного кременю. За результатами комплексонометричного титрування (рис. 3) проба на основі кременю фракції менше 63 мкм характеризується максимальною взаємодією між CaO та SiO₂ і мінімальним вмістом залишкового Ca(OH)₂. При цьому встановлено, що при гідротермальній обробці утворення гідросилікату кальцію проходить інтенсивніше для зразків у в'язкотекучому стані (при значному надлишку води) у порівнянні з відпресованими пробами.

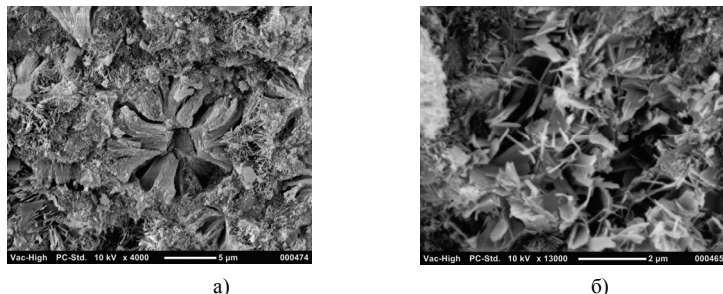


Рис. 2. Електронні мікрофотографії автоклавованих зразків

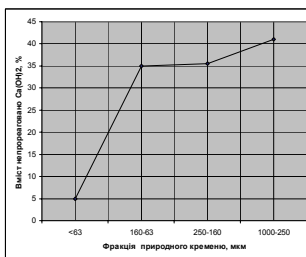


Рис. 3. Залежність вмісту непрореагованого Ca(OH)₂ від розміру фракції кремнеземовмісного компоненту

Для вивчення процесів перетворення гідросилікату кальцію у воластоніт автоклавовані зразки випалювали за температури 1100 °С з витримкою 5 год. Дифрактограма випаленої проби характеризується наявністю серії дифракційних максимумів з $d/n = 0,351; 0,330; 0,310; 0,298; 0,218; 0,183$ нм, значення яких та інтенсивність відповідають метасилікату кальцію у формі β-воластоніту. Після випалу структура матричної фази гідросилікату кальцію зазнає суттєвих змін. При нагріванні як масивного, так і порошкоподібного зразка, внаслідок дегідратації тобермориту з виділенням хімічно-зв'язаної води та зміною істинної густини фаз з 2,44 г/см³ до 2,92 г/см³, спостерігається формування губчастої структури, представлені масивним (до 50 мкм) конгломератом окремих глобулярних утворень з розміром від 2 до 7 мкм (рис. 4).

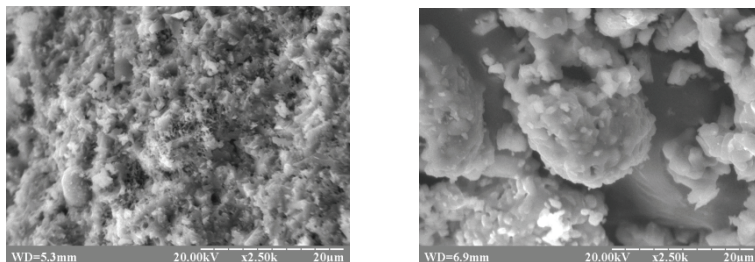


Рис. 4. Електронні мікрофотографії випалених зразків (без мінералізатора)

З метою інтенсифікації процесу утворення кристалів воластоніту більш досконалої форми випал зразків проводили з мас порошкоподібного тобермориту з додатком 0,5–1 % мінералізатора V_2O_5 . Встановлено, що присутність іонів мінералізаторів суттєво змінює характер структури матеріалу. Основна маса сколу зразка характеризується паралельно- та переплетено-стовпчастою текстурою. Зрощення стовпчастих кристалів призводить до утворення моноклітичних ділянок, які при ударі розколюються по площинах спайності на призматичні кристали різних розмірів. Довжина цих ділянок досягає до 70 мкм, ширина – до 20 мкм (рис. 5).

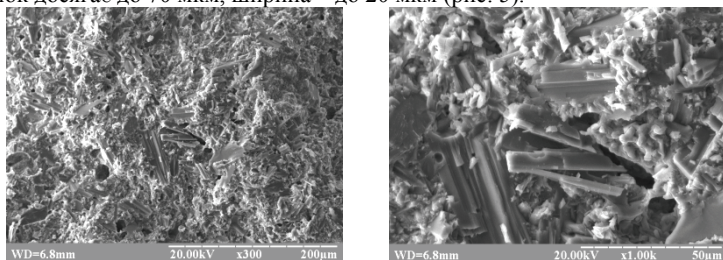


Рис. 5. Електронні мікрофотографії поверхні випаленої порошкоподібної проби з додатком 1 % мінералізатора V_2O_5

Проведені дослідження підтвердили можливість застосування гідротермальної обробки як проміжної стадії синтезу воластоніту. При цьому **встановлено набагато вищу ефективність використання аморфізованої форми кремнезему у порівнянні** з кристалічною для синтезу гідросилікату кальцію (тоберморит 11,3 Å). За результатами електронно-мікроскопічних досліджень встановлено, що присутність іонів мінералізаторів суттєво інтенсифікує процеси структуроутворення.

Список літератури

1. Ю.М. Бутт, Л.Н. Рашкович. Твердение в'язучих при повышенных температурах. - М.: Стройиздат, 1965. – 222 с.
2. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1981. – 335 с., ил.

*Т.Б. Жеплинський к. т. н. доц., О.К. Серкіз, аспірант
(Національний університет «Львівська політехніка»),
Україна, м. Львів*

НОВИЙ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИЙ МЕТОД ОДЕРЖАННЯ ГАРТОВАНОГО СКЛА

Описано технологію контактної методи гартування скла, який полягає у тому, що зразки скла фіксують між теплопровідними пластинами і в такому вигляді нагрівають в електричній печі. Охолодження здійснюють шляхом поливання пластин водою. Досліджено експлуатаційні властивості скла, гартованого повітряним і контактним методом.

Останнім часом у будівництві і машинобудуванні широко використовують гартоване скло, тому все більше уваги приділяється питанням, пов'язаним з підвищенням експлуатаційної надійності та зменшенням вартості цього матеріалу [1]. Серед різноманітних способів гартування [2, 3], особливої уваги заслуговує новий енергоощадний контактний метод гартування скла [4, 5]. У даному способі зникає потреба у застосуванні високопотужних вентиляторів. Окрім того з'являється можливість гартування скла товщиною менше 3 мм і більше 10 мм.

Для дослідження експлуатаційних властивостей 6 мм листового флоат-скла було використано зразки скла розміром 50×25 мм, гартовані повітряним і контактним методами, у яких величина залишкових напружень складала від 270 до 1460 нм/см (0,5-2,7 пор/см).

Повітряне гартування проводили шляхом нагрівання зразка скла у муфельній печі. Температура становила від 600 до 680 °С, час витримки – 3 хв. Тривалість охолодження складала 1,5 хв, потужність вентилятора - 300 Вт.

Гартування досліджуваних зразків контактним методом проводили на установці шляхом нагрівання зразків скла між теплопровідними пластинами. Для гартування використовували два види пластин: металеві і неметалеві. Температура становила від 600 до 680 °С, час витримки – 3 хв. Охолодження пластин здійснювали водою. Витрата води складала 0,02 л/с, тривалість оприскування – 15-20 с.

Для визначення роботи руйнування зразки скла встановлювали на дерев'яні опори, відстань між якими становила 0,04 м, маса сталеної кулі становила 0,225 кг діаметр - 0,038 м. Куля скидалася на поверхню скла починаючи із висоти 0,1 м з подальшим збільшенням висоти. Максимальна висота складала 0,7 м. Роботу руйнування розраховували як середнє значення п'яти вимірювань.

Мікротвердість визначали на висушених зразках скла [6] за допомогою мікротвердоміра ПМТ – 3. Величина навантаження на індентор складала 30, 50, 100 і 200 г. Тривалість витримання у навантаженому стані - 5 с. Довжину діагоналі відбитка вимірювали за допомогою комп'ютерної програми Ахіо. Наведені результати являють собою середнє значення із 20 уколів нанесених у

різних місцях поверхні скла. Величину залишкових напружень гартованого скла вимірювали за допомогою кварцового клину на полярископі-поляриметри ПКС-250.

Крайовий кут змочування визначали шляхом вимірювання розмірів краплі дистильованої води об'ємом 0,01 мл на поверхні висушеного зразка скла за допомогою катетометра КМ – 8. Крайовий кут змочування поверхні скла розраховували як середнє значення з п'яти вимірювань.

На основі наведених у методиці витрат була здійснена оцінка економічної ефективності контактного методу гартування у порівнянні із традиційним повітряним методом. На повітряне охолодження зразка скла було затрачено 7,5 Вт·год електроенергії, а на гартування контактним методом – 0,4 л води. За цінами України це майже на порядок дешевше. Окрім того, процес отримання водопровідної води є більш екологічно чистим ніж отримання електроенергії.

Для визначення роботи руйнування досліджували вихідне і гартоване флоат-скло із величиною залишкових напружень 1,2 пор/см. Визначення роботи руйнування вихідного зразка скла показали, що її значення рівне 2,1 Дж (сумарна висота скидання кулі 0,95 м). Для руйнування скла, гартованого повітрям необхідно затратити 3,6 Дж (сумарна висота скидання кулі 1,65 м), таку ж саму кількість енергії необхідно для руйнування скла, гартованого контактним методом при використанні як металевих та і неметалевих теплопровідних пластин. Отже, новий метод гартування дозволяє одержати скло, яке за значенням ударної міцності не поступається традиційному гартованому склу.

Для порівняння мікротвердості гартованого і негартованого флоат-скла спочатку досліджували мікротвердість вихідного зразка. Як видно із рис. 1 величина мікротвердості вихідного зразка скла зростає із збільшенням навантаження на індентор від 30 до 200 г та описується логарифмічним рівнянням. Максимальне значення мікротвердості, виміряної при навантаженні на індентор 200 г становить 6210 МПа. При навантаженні на індентор більше 200 г у кутах відбитка з'являються мікротріщини, а при навантаженням менших 30 г відбиток настільки малий, що ускладнює вимірювання мікротвердості.

Дослідження величини мікротвердості зразка скла, гартованого повітряним методом (1,5 пор/см) показали, що її значення при навантаженні на індентор 200 г рівне 5720 МПа і є меншим ніж у вихідному склі на 490 МПа, що узгоджується із літературними джерелами [7 - 9]. Як і у вихідному зразку скла, величина мікротвердості зростає із збільшенням навантаження на інденторі та описується логарифмічним рівнянням (рис. 1).

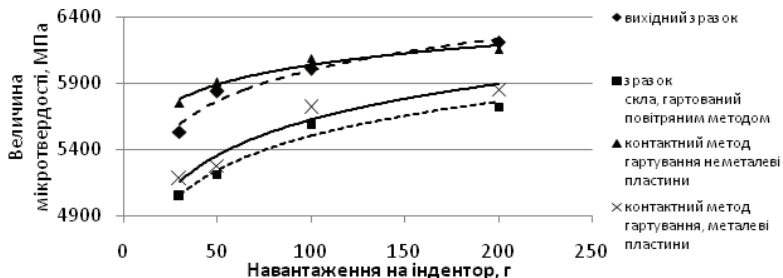


Рис. 1. Залежність величини мікротвердості від навантаження на індентор для 6 мм листового флоат-скла

Як і у двох попередніх випадках, величина мікротвердості зразків скла, гартованих контактним методом зростає із збільшенням навантаження на індентор і описується логарифмічним рівнянням. Але величина мікротвердості для зразка скла, гартованого контактним методом між металевими пластинами більша на 130 МПа від мікротвердості скла, гартованого повітряним методом. Якщо гартувати скло між неметалевими пластинами, то значення мікротвердості є ще більшими і практично не відрізняються від вихідного зразка скла (рис. 1).

Таблиця 1

Технологічні режими гартування

Повітряне гартування		Контактне гартування					
		Металеві пластини			Неметалеві пластини		
Напруження, пор/см	Темп. гартування, °С	Напруження, пор/см	Темп. гартування, °С	Час охолодження, с	Напруження, пор/см	Темп. гартування, °С	Час охолодження, с
0,5	600	0,9	620	20	0,5	600	15
0,6	600	1,2	630	20	1,8	660	20
1,2	640	1,6	640	20	2,3	680	15
1,7	660	2,3	650	20	2,7	680	20
1,9	680						

З метою одержання скла із різними значеннями залишкових напружень було проведено гартування за різними режимами. Як видно із табл. 1, із збільшенням температури гартування для зразків скла, гартованих повітряним методом, зростає величина залишкових напружень, така ж тенденція спостерігається у зразках скла, гартованих контактним методом, але у цьому випадку на формування залишкових напружень впливає і час оприскування. Отже, регулюючи температуру, час охолодження і види пластин можна одержати скло із різними значеннями залишкових напружень.

Результати досліджень змочуваності скла показали, що в результаті гартування поверхня скла стає більш гідрофобною ніж у вихідному, тобто крайовий кут зростає.

Порівнюючи значення крайового кута змочування гартованого скла, із величиною залишкових напружень 1,5 пор/см видно, що його значення є

більшими у зразку скла, гартованого контактним методом порівняно із зразком скла, гартованого повітрям.

Таблиця 2

Вид скла	Крайовий кут змочування скла			
	Крайовий кут змочування, град			
	Вихідний	Повітряний метод гартування	Контактний метод гартування (неметалеві платини)	Контактний метод гартування (металеві платини)
ВВС	25	36	32	-
Флоат	31	34	38	42

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що із зростанням гартувальних напружень, незалежно від способу гартування, має місце зростання крайового кута змочування.

Висновки

Контактний метод гартування є більш дешевшим і екологічно чистішим ніж метод повітряного гартування. Ударна міцність скла, гартованого контактним методом не поступається міцності скла гартованого повітряним методом. Із збільшенням навантаження на індентор від 30 до 200 г величина мікротвердості зростає як у вихідному, так і гартованих зразках скла і описується логарифмічною залежністю. Величина мікротвердості зразків скла, гартованих контактним методом є більшою від мікротвердості зразків скла, гартованих повітряним контактним методом. Поверхня гартованого скла є більш гідрофобною, ніж вихідного.

Список літератури

1. Кучера Я.Й. Діагностика поверхні силікатного скла з використанням явища активованої термоемісії. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Львів 2004.
2. EP №0277074, C03B27/04. Volumes de veretrempees par contact avec contraintes de bordsrenforces 03.08.88 Bulletin 88/31.
3. Патент 13217 UA, C03B27/00, (FR.) Пристрій для контактного гартування листа скла вітражу, бюл. №1, 1997
4. Патент на винахід № 84517. Спосіб гартування скла. Жеплинський Т.Б., Боровець З.І., Головчук М.Я. 27.10.2008. Бюл. № 20, 2008р.
5. Патент на корисну модель № 57362. Спосіб гартування скла. Жеплинський Т.Б., Шеремета Р.М., Боровець З.І., Ковальчук М.М. 25.11.2009. Бюл. № 22, 2009р.
6. NaixiaShang, Tanguy Rouxel. Creep Behavior of Soda-Lime Glass in the 100-500 K Temperature Range by Indentation Creep Test. J. Am. Ceram. Soc., 88 [9] 2625-2628, 2005.
7. Керкхоф Ф., Мохириса Хапа. Repts.Res.Lab. AtahiGlassCo, 12, 1962.
8. GrodzinskiP. GlasstechnBerishte. 26, 1963, № 10.
9. Богуславський І.А., Пухлик О.И. «Стекло» Бюллетень ГИС, 1961. - №4.

*О.А. Васильченко к.м.н., М.О. Тресуб студент, А.Б. Миненко студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

СПОСОБИ ЗАПОБІГАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ ПАЛИВА

Ураження палив мікроорганізмами погіршує їх якість. Мікроорганізми ростуть в паливі лише за присутності в ньому води, найбільш інтенсивно – на границі фаз «паливо-вода». Існують фізико-механічні, хімічні способи боротьби із забрудненням палив мікроорганізмами. Найбільш перспективним є використання біоцидних присадок.

Не існує «універсального» мікроорганізму або мікроскопічного гриба, який би міг використовувати всі групи вуглеводнів, що входять до складу палив, як субстрат для живлення і забезпечення процесів метаболізму.

Мікроорганізми, що споживають вуглеводні нафти, є звичайними співчленами біоценозів ґрунтів. У всіх ґрунтах у великій кількості містяться мікроорганізми, здатні окиснювати парафіни, і значно рідше – ті, які використовують летючі вуглеводні. У ґрунтах, де міститься нафта, мікроорганізмів, які здатні використовувати *n*-алкани та ароматичні вуглеводні, знаходять в набагато більшій кількості, ніж в ґрунтах, що не містять цих сполук [1].

У 740 культур бактерій була досліджена властивість росту на середовищах з рідкими вуглеводнями – нафтою, дизельним паливом і бензином. На середовищах з нафтою розвивалися 29,7%, з дизельним паливом – 18,9%, з бензином – 46,2% з досліджених штамів [2].

Метаболічні шляхи перетворення органічних сполук складні та різноманітні, мікроорганізми різних трофічних груп утворюють різноманітні проміжні та кінцеві продукти метаболізму. Серед усієї маси мікроорганізмів, що беруть участь у кругообігу вуглецю, найбільшу роль відіграють бактерії та мікроскопічні гриби наступних родів: *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Brevibacterium*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Candida*. Одним із основних руйнівників палив у баках реактивних двигунів є так званий "газовий гриб" – *Cladosporium resinae* [3].

З існуючих майже 150 тис. видів мікроорганізмів близько 200 здатні окиснювати вуглеводні. Найбільша інтенсивність росту мікроорганізмів спостерігається за температури 25–40 °С [3]. Сприятливі умови для них створюються на межі поділу фаз "паливо-вода". Серед моторних палив найбільше зазнає ураження мікроорганізмами паливо для реактивних двигунів.

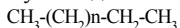
Існує три імовірних шляхи окиснення *n*-алканів:

1) монотермінальне окиснення кінцевої метильної групи з утворенням спирту, альдегіду або монокарбонової кислоти;

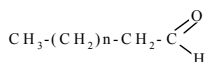
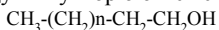
2) окиснення за другим атомом карбону з одного боку вуглецевого ланцюга як варіант монотермінального окиснення з утворенням метилкетону;

3) дитермінальне окиснення, при якому кінцеві (термінальні) групи *n*-алканів окиснюються одночасно або послідовно з утворенням двохатомних спиртів, диальдегідів, дикарбонових кислот або диметил-кетонів.

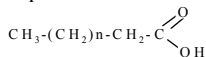
Окиснення вуглеводнів ферментативними комплексами мікроорганізмів відбувається в результаті ряду послідовних реакцій, кінцевими продуктами є вищі насичені жирні кислоти. Найповільнішим в цьому ланцюзі реакцій є перший етап окиснення молекули вуглеводню. Реакція починається з розкладання вуглеводневого ланцюга:



В якості проміжних продуктів утворюються спирти, потім альдегіди.



- Процес завершується утворенням кислот:



Первинне окиснення парафінів бактеріями може йти двома шляхами:

1) в окиснювану молекулу вуглеводню вводяться два атоми кисню, утворюється гідропероксид, який потім перетворюється на спирт;

2) в окиснювану молекулу вуглеводню вводиться один атом кисню з утворенням спирту.

Шлях окиснення вуглеводнів визначається тим, наскільки середовище насичене киснем, що залежить від інтенсивності аерації. Спирти і альдегіди є проміжними продуктами окиснення вуглеводнів, і вони не накопичуються в клітинах мікроорганізмів. Кінцеві продукти окиснення, якими є карбонові кислоти з таким же числом вуглецевих атомів, що мав вихідний вуглеводень, в тому числі вищі жирні кислоти, зазвичай накопичуються в клітинах бактерій. У меншій кількості утворюються кислоти, вуглецеві ланцюги яких укорочені на декілька атомів вуглецю. Жирні кислоти у вільному стані містяться в клітинах у невеликій кількості. Частина утворених кислот бактерії використовують для синтезу власних клітинних ліпідів. Інша частина жирних кислот розщеплюється до низькомолекулярних сполук, які йдуть на синтез білків, вуглеводів і інших необхідних речовин. Ліпіди бактеріальних клітин представлені, головним чином, триацилгліцерилами та восками.

Важливою проблемою є захист вуглеводневих палив від мікробіологічного забруднення. Розмноження мікроорганізмів у водно-паливних системах призводить до погіршення фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей палив внаслідок зміни їх вуглеводневого складу, накопичення мікробного слизу та осаду, утворення стійких емульсій. Забивання фільтрів і каналів паливної системи мікробною масою призводить до аварій та непрацездатного стану технічного засобу в цілому. Одним із найпростіших методів попередження мікробіологічного ураження палив є правильне технічне обслуговування технологічних засобів використання нафтопродуктів, оскільки ступінь забруднення палив мікроорганізмами залежить у першу чергу від

обережного ставлення до самого палива та від своєчасного догляду за комунікаціями, резервуарами та паливними системами, зокрема, від їх осушування. Повне зневоднення виключає забруднення нафтопродуктів мікроорганізмами. Однак, повністю видалити воду важко, можна лише зменшити її вміст.

До фізико-механічних методів боротьби з мікробіологічними забрудненнями відносяться центрифугування, агломерація з наступним фільтруванням, флоатція, використання іонно-обмінних смол, електрогідралічне осаджування, обробка ультразвуком.

Під хімічними методами розуміють вплив на мікроорганізми речовин, що заважають їх життєдіяльності. Встановлено, що феноли та їх похідні утворюють зв'язки з білковими структурами мікробної клітини, визиваючи їх денатурацію. Потрапляючи в клітину, феноли впливають на ферментативні реакції, що забезпечують дихання, та порушують процеси окисного фосфорилування [2]. Галогенпохідні бензойної кислоти порушують процеси росту клітин за рахунок інгібування синтезу білків. Фенокси-сполуки впливають безпосередньо на процес мітозу, інгібують ферментні системи, що забезпечують процес дихання, а також азотний, вуглеводневий та фосфорний обміни. Органічні тиоціанати (роданіди) в клітині розкладаються з вивільненням іону CN^+ , який порушує режим клітинного дихання, блокуючи ферменти, що містять аміногрупу або сульфгідрильну групу в активному центрі, інгібують реакції дихального ланцюга на рівні цитохромоксидази. Сполуки піридину та його гомологів проявляють фунгіцидні та антибактеріальні властивості, впливаючи на ферментні системи, що регулюють амінокислотний обмін клітин.

На сьогодні найдевішим способом захисту палив від біологічного забруднення є біоцидні присадки, які пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів в авіаційних паливах і запобігають біологічній корозії паливних баків [4]. Біоцидні присадки не повинні погіршувати показники якості палив, шкідливо впливати на конструктивні деталі двигуна, паливорегулюючі апарати, надійність роботи фільтрів і фільтрів-сепараторів, бути токсичними, повинні мати пролонговану дію. Продукти згорання цих речовин не повинні спричиняти шкідливу дію на навколишнє середовище [5].

Етиленгліколь монометил ефір – це противодокристалізаційна присадка, яка відома під назвою FS2 чи A.I.A. До складу вказаної присадки входить гліцерин. Було встановлено, що гліцерин активно сприяє збільшенню кількості мікроорганізмів, а без нього етиленгліколь монометил ефір виявляє бактерицидні властивості. При додаванні в реактивне паливо 0,1-0,15 % препарату він концентрується у воді, що присутня в паливі, в концентрації до 20%, запобігає розмноженню мікроорганізмів внаслідок порушення осморегуляції.

Біофор F після введення в нафтопродукт також концентрується у вільній воді, підвищує осмотичний тиск. Препарат проявляє дію при низьких концентраціях у воді, але при додаванні до палива для реактивних двигунів він осідає на лопатях авіаційних турбін і може викликати їх корозію через збільшення кислотності води.

Використовуються біоцидні присадки, в яких активними компонентами є прості моно ефіри етилгліколя, сполуки нікелю, міді, інших металів, гетероциклічні сполуки в кількості 0,0001-0,0050 % [6]. Було встановлено, що в кількості 0,05 % і більше сполуки диметилдіалкіламоній хлорид і диметилалкілбензиламоній хлорид

зменшують інтенсивність росту усіх мікроорганізмів в авіаційному бензині і паливі ТС-1.

Активними біоцидними присадками у водно-паливних системах можуть бути речовини, які не розчиняються в паливі, але розчиняються у воді. Так, практично повне знищення мікроорганізмів у середовищі з паливом ТС-1 спостерігали при введенні в водну фазу 0,04 % 1,2-діамінопропану або гексаметилдіаміну, 0,12 % етилендіаміну, гідроксиламіну солянокислого або метиламіну виннокислого, 0,16 % триметиламіну або *n*-бутиламіну [7].

Пригнічення інтенсивності росту мікроорганізмів на 98 % відмічено при вмісті у водній фазі 0,08 % *n*-бутиламіну, етилендіаміну, гідроксиламіну солянокислого або метиламіну шавлевокислого; на 70, 75, 90 % спостерігалось у середовищі з паливом ТС-1 при введенні у водну фазу відповідно 0,24 % ацетату хрому, 0,16 % нітрату хрому, 0,16 % ацетату міді [7].

Висновки

Отже, можна виділити дві основні групи методів підвищення біологічної стабільності палив: фізико-механічні та хімічні. Найбільш ефективним серед них є метод додавання біоцидних присадок. Вони пригнічують ріст та розмноження мікроорганізмів в паливі завдяки безпосередньому впливу на процес мітозу, інгібуванню ферментативних реакцій процесу дихання, азотного, вуглеводного та фосфорного обміну, а також денатурації білкових структур клітини. Біоцидні присадки не повинні погіршувати показники якості палив, негативно впливати на конструктивні деталі двигуна, спричиняти шкідливу дію на навколишнє середовище та бути токсичними.

Список літератури

1. Квасников Е.И. Микроорганизмы — деструкторы нефти в водных бассейнах / Е.И. Квасников, Т.М. Ключникова — Киев : Наук. Думка, 1981. — 132 с.
2. Литвиненко С. Н. Защита нефтепродуктов от действия микроорганизмов. — М : Химия, 1977. — С. 24—28.
3. Бойченко С.В. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости и присадки. - К.: КМУГА, 1999. -104 с.
4. Гречушкани Н.Н., Азова Л.Г., Мьельникова С.И. Методы оценки поражаемости нефтяных топлив микроорганизмами // Биологические науки. — 1980. -№ 2. -С. 15-25.
5. Скрибачин В.Б., Михайлов Л.К., Кочанов Ю.С., Буряновская Т. В. Влияние микробиологического засорения топлив на работу топливных фильтров // Химия и технология топлив и масел. — 1993. — №6.-С. 12-13.
6. Данилов А. М. Классификация присадок к топливам // Нефтепереработка и нефтехимия. - 1997. - № 6. - С. 11-14.
7. Подавление сульфатовосстанавливающих бактерий в нефтяных пластах имидазолинсодержащими соединениями / С.К. Ким, Т.А. Куприянова, Н.Ф. Кашицкая и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2003. - № 9. - С. 30-32.

*С.М. Дика студ., В.В.Горуна ст. викл., К.Г.Гаркава д.б.н. професор
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ВИЛУЧЕННЯ БІОБУТАНОЛУ З КУЛЬТУРАЛЬНОЇ РІДИНИ В ПРОМИСЛОВИМУ ВИРОБНИЦТВІ

У доповіді проаналізована актуальність виробництва біобутанолу в Україні та його промислового виробництва. Проаналізовано технологію виробництва біобутанолу, визначені перспективні напрямки для вдосконалення. В доповіді теоретично викладено мало затратну технологію виробництва біобутанолу, вдосконалено процеси виділення біобутанолу із культуральної рідини.

Більшість розвинутих держав уже використовують відновлювальні енергоресурси. Це перш за все пов'язано з великою кількістю екологічних проблем, які виникають під час використання традиційних енергетичних джерел. Науковці стверджують що через постійне надмірне використання корисних копалин у навколишньому середовищі щорічно збільшуються концентрації шкідливих речовин [1].

Альтернативною традиційним видам палива є тверде, рідке та газове паливо і яке виробляється з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. До такого палива відносять біологічні види палива - тверде, рідке та газове паливо, виготовлене з біологічно відновлювальної біомаси, яке може використовуватися як паливо або компонент інших видів палива.

Одним із таких палив може бути біобутанол. Для виробництва біобутанолу можуть бути використані така сировина; цукровий очерет, цукровий буряк, кукурудза, пшениця, кассава й сорго [2-5].

Бутанол в промисловості загалом використовувався як розчинник, але він має багато переваг при використанні його як моторного палива:

1. Молекула бутанолу складається із чотирьох атомів вуглецю, відповідно, більш розвинута вуглецева структура молекули дає більше енергії при спалюванні речовини;

2. менш леткий у порівнянні з етанолом, тому його суміші можуть на 100% використовуватися у двигунах внутрішнього згорання без їхньої модифікації;

3. бутанол не настільки гігроскопічний, як етанол, тому може транспортуватися по існуючим трубопровідним мережам, і він менш чутливий до зниження температури;

4. не володіє корозійними властивостями;

5. енергія згорання бутанолу близька до енергії бензину.

Із аналізу наведених характеристик можна стверджувати, що біобутанол – це наступний значний етап розвитку біопалив, застосування якого повинно задовольнити ріст потреби в екологічно безпечному відновлювальному транспортному паливі.

Україна має велику сировинну базу для випуску біобутанолу, але сьогодні відсутнє промислове виробництво. До кінця поточного року в Україні

повинні відбутися кардинальні зміни в сфері застосування альтернативних палив. На державному рівні запроваджується поетапне збільшення нормативно визначеної частки виробництва і застосування біопалива та сумішевого палива моторного. Вміст біобутанолу в бензинах моторних, що виробляються та реалізуються на території України, становитиме: у 2013 році - рекомендований вміст не менш як 5 відсотків (об'ємних); у 2014-2015 роках - обов'язковий вміст не менш як 5 відсотків (об'ємних); з 2016 року - обов'язковий вміст не менш як 7 відсотків (об'ємних) [2]. Такі дії уряду викликані бажанням зменшити споживання моторних палив нафтового походження, а також завантажити агропромисловий комплекс з використанням усіх його можливостей.

Суть технології виробництва біобутанолу полягає в поєднанні певної послідовності процесів підготовки поживного середовища, бродіння та вилучення його з культуральної рідини (КР).

Одними із найбільш енергоємних процесів при виробництві спирту є процес вилучення із культуральної рідини. Він потребує великої кількості теплової енергії для забезпечення процесів випаровування спирту з культуральної рідини.

Витрати енергоносіїв на здійснення процесів перегонки сягають до 60% від витрат на здійснення усього виробничого процесу. З огляду на великі енергетичні витрати, які є вирішальними для формування собівартості біобутанолу, є доцільним здійснювати наукові пошукові роботи, які будуть направлені на виявлення та обґрунтування мало затратних процесів відділення спирту від культуральної речовини. Ціль таких процесів – використання меншої кількості енергоресурсів, зменшення металоємності обладнання та забезпечення виходу біобутанолу з концентрацією не нижче 95%.

В США ведуться роботи по створенню процесів відділення біобутанолу з суміші за допомогою поверхнево активних речовин. На рис. 2 представлена принципова схема такого процесу розділення.

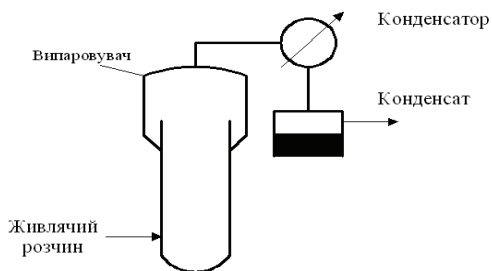


Рис 2. Принципова схема розділення суміші за допомогою неіонних поверхнево активних речовин [7].

Застосування такого процесу розділення окрім зменшення витрат енергоносіїв призведе до покращення умов протікання процесів бродіння.

Такий спосіб відділення біобутанолу поєднаний з процесами бродіння, тому буде впливати на регулювання вмісту спирту в бродильних чанах. Можливість регулювання концентрації спирту в чанах призведе до покращення умов росту мікроорганізмів.

Суть процесу розділення полягає у змішуванні реакційної суміші бродильного чану з відповідним полімером, структура якого забезпечує захоплення молекул бутанолу. В подальшому даний полімер піддається термічній обробці у випаровувачі при температурі 120 – 130°C, під час якої суміш бутанолу та води випаровується (т кип – 117,4 °C). В подальшому пара конденсується в конденсаторі. Характеристики полімеру забезпечують його неодноразове використання. Звісно, така технологія має істотні переваги у порівнянні з перегонкою, але, враховуючи температуру нагріву полімеру, вона теж потребує значної витрати теплової енергії, що і є її недоліком.

Враховуючи характеристики біобутанолу пропонуємо нову технологію його вилучення в промисловому виробництві.(рис 3)

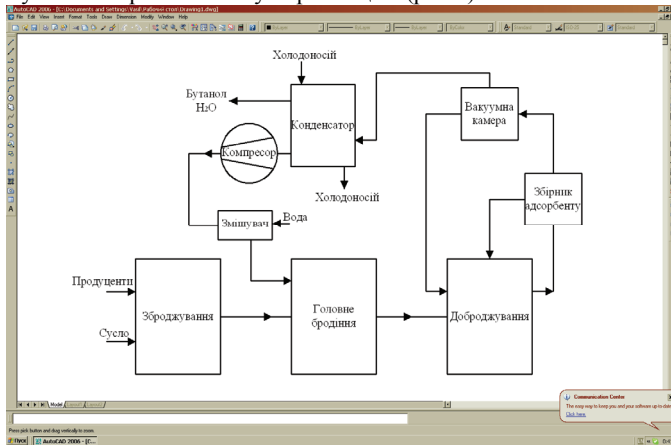


Рис 3. Модернізована схема виробництва біобутанолу

Процес підготовки розчинів для зброджування та відповідно процес бродіння протікають без принципних змін. Відмінністю даної технології є вдосконалення процесу відділення спирту від культуральної рідини. У відповідні чани доброджування в необхідній кількості завантажується цеоліт у формі гранул (сорбент). Підібраний відповідний тип цеоліту, який має здатність адсорбувати виключно розчин бутанолу та води [8]. Даний сорбент безперервним потоком завантажується та розвантажується із останнього бродильного чану. Сорбент із чану транспортується до збірника конденсату, в якому він перебуває деякий час для розділення його від культуральної рідини, що потрапила в збірник при захопленні транспортними пристроями. В подальшому КР самоплинно перетікає в бродильний чан. Після збірника сорбент потрапляє у вакуумну камеру, де за рахунок глибокого розрідження

відбувається його осушення. Даний процес має періодичний характер, тому, щоб забезпечити безперервну роботу технологічної схеми, потрібно в технології передбачити встановлення двох вакуумних камер. Після осушення сорбент направляється у бродильний чан.

Отримана водо-спиртова газова суміш конденсується в конденсаторі, з якого виходять неконденсовані пари, що в подальшому проходять багаторівневий змішувач барботажного типу, де розчиняються у воді і знову потрапляють у бродильний чан. Сконденсований бутанол та вода збираються у відповідному збірнику, який встановлено після конденсатору. Враховуючи, що бутанол має малу розчинність (8,5% об'ємних), отримана спиртово-водна суміш легко розділяється. Дана схема виробництва біобутанолу, а саме схема його вилучення, має малі показники енерговитрат на здійснення процесу. Економія полягає у відсутності потреби підігрівати культуральну рідину, щоб забезпечити випаровування з неї спирту. Така технологія не може бути застосована для спиртів із меншою густиною, так як вони є повністю розчинними у воді.

Висновки

В роботі приведений аналіз виробництва біобутанолу, вказано основні труднощі під час його виробництва, визначено майбутні напрямки для вдосконалення технологічних стадій вилучення біобутанолу із культуральної рідини. Запропонований спосіб дозволяє забезпечити здійснення процесу без застосування теплової енергії.

Список літератури

1. Є.В. Полункін, С.О. Зубенко, О.О. Гайдай, О.В. Кузнецова, Спиртовмісні палива // Вісник НАУ. 2010. №2 С137-141.
2. Закон України № 4970 – 17 від 19 червня 2012. «Про внесення змін до деяких законів України щодо виробництва та використання моторних палив з вмістом біокомпонентів»
3. Попов Д. В. До використання биобутанолу в якості моторного палива // Вісник донецької академії автомобільного транспорту. Науковий журнал.
4. Мальцев П.М. Технология бродильных производств. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 580 с.
5. ГОСТ 5208-81 Спирт бутиловый нормальный технический. Технические условия
6. Покровский Е.А. Исследование особенностей рабочего процесса дизеля при впрыске воды в цилиндры: дисс. канд. техн. Наук // Е.А.Покровский. – Калининград, 1978. – 217 с.
7. Pradip B. Dhamole, Zhilong Wang, Yuanqin Liu, Bin Wang, Hao Feng // Extractive fermentation with non-ionic surfactants to enhance butanol production Biomass and Bioenergy Volume 40, May 2012, Pages 112–119.
8. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 781с.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРЕПАРАТІВ БАКТЕРІОФАГІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ МІКРООРГАНІЗМІВ – КОНТАМІНАНТІВ ПАЛИВА

В доповіді визначено переваги використання препаратів бактеріофагів для контролю мікроорганізмів – контамінантів палива. Розглянуто технологічні аспекти отримання препаратів бактеріофагів та можливі шляхи їх впровадження в практику попередження біодеградації палив і механізми паливних систем.

Біологічна надійність палива визначається наявністю та фізіологічною активністю мікроорганізмів, що потрапляють в паливні системи з повітря, води, ґрунту та іншими шляхами. Активна мікробіота палива може бути причиною різноманітних негативних процесів таких, як: зміни хімічного складу палива, утворення осаду, обростання твердих поверхонь в'язкою біоплівкою та корозія [1]. Поступова екологізація транспортної галузі вимагає заміни традиційних видів паливних матеріалів на біопаливо з відновлюваних джерел енергії. Як відомо, біопаливо є більш схильним до мікробіологічної контамінації, тому питання розробки ефективних засобів контролю біологічних агентів палива набуває все більшої актуальності.

Сучасна практика попередження біопошкоджень паливних систем включає їх періодичне промивання та використання шкідливих для навколишнього середовища біоцидів.

Новим напрямком в розробці екологічно безпечних та ефективних біоцидів є використання бактеріолітичних агентів – вірусів бактерій (бактеріофагів, фагів).

Фаги є природними ворогами бактерій, вони значно менші за бактерії, більшість з них має субмікроскопічні розміри 10-250 нм. Віруси є простішими у будові за бактерії та складаються з білкової оболонки та генетичного матеріалу (ДНК або РНК).

Оскільки фаги не володіють здатністю самостійно розмножуватись, стратегія їх поширення основана на використанні бактеріальної клітини, яка після змін в генетичному апараті, починає продукувати нові віруси, а згодом гине. Бактеріофаги поширені у всіх компонентах навколишнього середовища, але висока їх активність спостерігається лише при наявності достатньої кількості життєздатних бактерій одного виду, наприклад: при бактеріальних захворюваннях, на біотехнологічних виробництвах при використанні чистих бактеріальних культур, при біодеградаційних процесах тощо.

Бактеріофаги були відкриті у 1915 році, а як терапевтичні засоби при лікуванні інфекційних захворювань набули широкого використання вже з 1920-х років і до відкриття перших антибіотиків. Згодом вони втратили свою популярність як засоби контролю патогенних мікроорганізмів і, лише в

останні десятиліття, інтерес до бактеріофагів знову зростає з повсемісним поширенням резистентності бактерій до антибіотиків [2].

Механізм стримування росту мікроорганізмів бактеріофагами оснований на їх здатності змінювати генотип бактерії, внаслідок чого клітина-господар починає синтезувати компоненти для побудови нових вірусів, далі відбувається руйнування клітини-господаря та вихід бактеріофагів, здатних інфікувати нові бактерії (рис. 1). Одна інфікована бактерія здатна продукувати від 50 до 200 бактеріофагів.

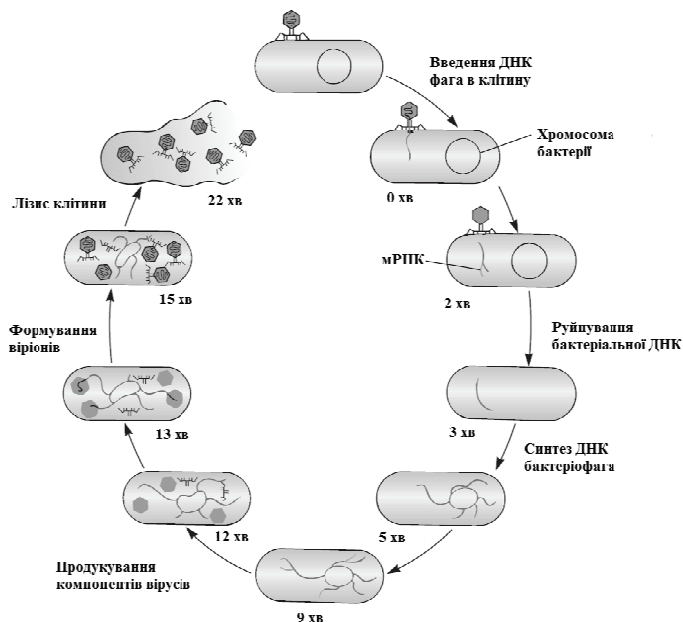


Рис. 1. Життєвий цикл бактеріофага Т4 [3]

В природі віруси бактерій відіграють еволюційну роль, сприяючи створенню більш складних та генетично різноманітних мікроорганізмів.

На сьогодні препарати бактеріофагів є ефективним засобом контролю небажаної мікробіоти в таких галузях, як медицина, харчова промисловість, захист рослин, ветеринарія тощо [4, 5]. Перевагами використання бактеріофагів є їх висока специфічність, порівняно зі всіма іншими антимікробними засобами, та здатність швидко пристосовуватись до змін бактерії-господаря. Препарати бактеріофагів містять віруси лише проти патогенних видів мікроорганізмів, тому вони не завдають шкоди нормальній мікробіоті.

Відомо, що бактеріофаги не спричиняють алергійних реакцій у людини та є екологічно безпечними. Нещодавно препарати бактеріофагів отримали

GRAS-статус (Generally Regarded as Safe) [6], що означає міжнародне визнання їх безпечності та дозволяє необмежене використання в харчовій та фармацевтичній промисловості.

Технологія виробництва препаратів бактеріофагів є простою та не потребує великих капіталовкладень. Виробництво бактеріофагів складається з декількох етапів. Спочатку бактеріофаги виділяють з об'єктів або місць їх природного поширення. Далі на штучних поживних середовищах проводиться культивування бактерій з бактеріофагами. У процесі декількох циклів внутрішньоклітинного розмноження, що супроводжується лізисом бактерій, у фаголізат виходять зрілі фагові віріони. Далі за допомогою комплексу мембранних методів фаголізат звільняють від лізованих бактеріальних клітин, бактеріальних антигенів і токсинів, отримуючи таким чином очищений препарат. Ступінь очищення препарату становить 98–99% [7]. Визначають титр препарату та чутливість до мікроорганізмів, ріст яких потрібно інгібувати.

Сучасна технологія дозволяє отримувати препарати бактеріофагів лише для тих бактерій, які здатні розмножуватися на штучних поживних середовищах, а це, за останніми даними, становить приблизно 10 % від усього видового різноманіття мікроорганізмів у природі. Крім того, в природних умовах мікроорганізмів притаманні консорційні зв'язки, що визначають залежність їх життєдіяльності від наявності інших організмів, а такі умови досить важко відтворити в лабораторії.

При застосуванні бактеріофагів для контролю мікробіологічної контамінації палив необхідним є першочергове визначення видового складу мікробіоти. Для цього можна застосовувати як класичні методи культивування мікроорганізмів на штучних поживних середовищах, так і сучасні методи з використанням імуноферментного аналізу або ПЦР-діагностики. Наступним необхідним етапом є визначення чутливості наявних препаратів бактеріофагів до виділених з палива мікроорганізмів і, лише при позитивному результаті, застосування фагів буде ефективним.

Доцільним є створення окремого музею або банку бактеріофагів, що можуть бути використані в паливній промисловості, оскільки видовий спектр мікроорганізмів-деструкторів палива є обмеженим. Так, зі зразків авіаційного палива для газотурбінних двигунів були виділені переважно: *Hormoconis* spp., *Aspergillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Flavobacterium* spp., *Aeromonas* spp., *Desulfovibrio* spp., *Desulfotomaculum* spp. та *Desulfobulbus* spp. Найпоширенішим мікроорганізмом, який спричиняє біодеградацію авіаційних палив, є міцеліальний гриб *Hormoconis* (раніше *Cladosporium*) *resinae* [1]. Завдяки високій видовій специфічності бактеріофагів та, при наявності достатнього їх різноманіття, можливою стає ідентифікація бактерій за допомогою фагів, що значно зменшує вартість та тривалість цього етапу, порівняно з іншими сучасними методами.

Вже проводиться дослідження з створення ефективних препаратів бактеріофагів для контролю біологічної надійності палив. Так, авторами [8] було виділено бактеріофаг активний проти бактерій роду *Desulfovibrio* – типового контамінанта паливних систем.

Застосування бактеріофагів для контролю контамінуючої мікробіоти палива не призводитиме до зміни його фізико-хімічних властивостей.

Слід зазначити, що контамінуюча мікробіота паливних систем представлена не тільки бактеріями, але і мікроскопічними грибами та одноклітинними водоростями. Для їх контролю можуть бути застосовані відповідно мікофаги та алгофаги.

Підсумовуючи все вище наведене можна сформувати узагальнений висновок про ефективність виробництва та використання препаратів бактеріофагів для контролю мікроорганізмів – контамінантів палива:

- висока специфічність;
- екологічна безпечність виробництва та застосування;
- низька вартість та простота технології отримання товарного продукту.
- можливість застосування комплексного (полівалентного) препарату бактеріофагів;
- відсутність впливу на фізико-хімічні властивості палива;
- вартість біоциду на основі бактеріофагів буде в десятки разів нижче, ніж хімічно синтезованих аналогів.

Список літератури

1. Дrajнікова А.В. Авіаційні паливні матеріали: досвід біотехнології / А.В. Дrajнікова, В.Г. Лазарєв, В.В. Горупа та ін. // АВІА-2011: X міжнародна науково-технічна конференція, 19-21 квітня 2011 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2011. – Т. IV. – С. 27.51-27.54
2. Merril C.R. Phage Therapy / C.R. Merril, D. Scholl, S. Adhya // The Bacteriophages. – 2nd ed., ed. by R. Calendar. – NewYork, USA: Oxford University Press, 2006. – P. 725-742.
3. Microbiology. – 5th ed., ed. by L.M. Prescott. – NY, USA: The McGraw-Hill Companies, 2002. – 1137 p.
4. Bacteriophages: Biology and Applications / ed. by E. Kutter, A. Sulakvelidze. – Boca Raton, Florida: CRC Press, 2000 – 286 p.
5. Bacteriophages / Ed. by Ipek Kurtboke. – Rijeka, Croatia: InTech, 2012. – 258 p.
6. Fieseler L. Bacteriophages and food safety / L. Fieseler, M. J. Loessner, S. Hagens // Protective cultures, antimicrobial metabolites and bacteriophages for food and beverage biopreservation. - Great Abington, Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 2011. – P. 181-203.
7. Бактеріофаги / Фармацевтична енциклопедія. – Режим доступу: <http://www.pharmacencyclopedia.com.ua/article/1836/bakteriofagi>
8. Summer E.J. Phage of Sulfate Reducing Bacteria Isolated From High Saline Environment / E. J. Summer, Mei Liu, N. S. Summer at al. // NACE International. – Режим доступу: <http://www.onepetro.org/mslib/servlet/onepetroreview?id=NACE-11222>

*Н.А. Зінов'єва, асистент,
(Національний авіаційний університет, Україна, м.Київ)*

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ЗАБРУДНеноМУ НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТІ

Короткотривале забруднення нафтопродуктами темно-сірого лісового ґрунту призводить до значної зміни чисельності та фізіолого-біохімічної активності мікроорганізмів всіх досліджених еколого-трофічних груп.

Негативна екологічна дія нафтопродуктів на навколишнє середовище загальновідоме і призводить до порушення рівноваги між складовими ґрунтів, поверхневих та підземних вод, атмосфери.

Екологічні наслідки забруднення нафтопродуктами визначаються сукупністю факторів: кількістю та складом забруднюючих речовин, інтенсивністю механічних пошкоджень. Від цього може залежити можливість пристосування екосистеми до нових умов та наскільки швидко почнуть відновлюватись функціональні зв'язки. Нафтопродукти при потраплянні на ґрунтовий покрив призводять до зменшення кількісного та якісного складу мікробіоценозів, пригнічення ферментативної активності рослин та ґрунтової флори і фауни викликає різке зниження біопродуктивності та екологічної стійкості агроземі. Метою нашої роботи була оцінка впливу нафтопродуктів на спрямованість та інтенсивність мікробіологічних процесів у темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Модельний дослід був проведений з використанням темно-сірого опідзоленого ґрунту стаціонарного досліді лабораторії інтенсивних технологій зернових колосових культур і кукурудзи ННЦ «Інститут землеробства НААН» (дослідне господарство "Чабани", Києво-Святошинський район Київської області): екстенсивний агрозем – польова сівозміна без використання мінеральних і органічних добрив з 1987р.; інтенсивний агрозем – польова сівозміна з насиченістю мінеральними добривами $N_{6}P_{10}K_{112,5}$ по фоні заорювання побічної продукції рослинництва. У 0–20 см шарі ґрунту екстенсивного варіанту містилося: гумусу 1,31%, лужногідролізованого азоту 6,44 мг, нітратного азоту – 0,45, амонійного азоту – 0,18 , рухомого фосфору 22,5 та обмінного калію 5,90 мг на 100 г сухого ґрунту, ступінь рухомості фосфору – 0,21 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту, $pH_{(KCl)}$ – 5,7. У 0–20 см шарі ґрунту інтенсивного варіанту містилося: гумусу 1,75%, лужногідролізованого азоту 6,86 мг, нітратного азоту – 6,46, амонійного азоту – 0,20, рухомого фосфору 60,0 та обмінного калію 25,4 мг на 100 г сухого ґрунту, ступінь рухомості фосфору – 0,66 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту, $pH_{(KCl)}$ – 4,9.

Ґрунт відбирали восени і перед проведенням досліді відновлювали його біологічну активність шляхом зволоження та термостатування за 25°C протягом 21 доби. Нафтопродукти вносили в концентрації 1% у вигляді водної емульсії. У якості нафтопродуктів використовували авіаційне паливо марки

ТС-1. За 8 дів до внесення нафтопродуктів у частину судин висівали насіння злакової травосуміші.

Стан мікробіоценозу вивчали через одну добу після внесення нафтопродуктів. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп оцінювали методом висіву ґрунтової суспензії на відповідні поживні середовища. Кількість колоній підраховували впродовж 21 доби в залежності від швидкості росту і фізіологічних особливостей мікроорганізмів певної еколого-трофічної групи.

Забруднення ґрунту нафтопродуктами вже через добу призводить до зростання чисельності мікроорганізмів порівняно з незабрудненим ґрунтом (табл.1). Зокрема, в екстенсивному агроземі зростає кількість: амоніфікаторів на 47,4%, іmobilізаторів мінерального азоту – 14,2, олігонітрофілів – 20,3, денітрифікаторів – 211,5, педотрофів – 20,8, целюлозолітиків – 43,8, полісахаридсинтезувальних – 69,4, автохтонних – 14,1, мобілізаторів мінеральних і органічних фосфатів – на 53,5 і 75,2% відповідно. В інтенсивному агроземі кількість амоніфікаторів зростає на 58,3%, іmobilізаторів мінерального азоту – 19,1, олігонітрофілів – 37,3, денітрифікаторів – 360,8, педотрофів – 21,7, целюлозолітиків – 41,6, полісахаридсинтезувальних – 24,4, автохтонних – 10,1, стрептоміцетів – 89,1, мобілізаторів мінеральних і органічних фосфатів – на 18,6 і 168,8% відповідно. Отже, в інтенсивному агроземі забруднення нафтопродуктами призводить до суттєвішого зростання чисельності мікроорганізмів більшості досліджених еколого-трофічних груп, ніж в екстенсивному агроземі. Причиною цього можуть бути властивості самих ґрунтів: екстенсивний агрозем збагачений на вміст макро-, мікроелементів, гумусу та ін., оскільки в цьому варіанті дослід з 1987 р. не вносяться мінеральні і органічні добрива. Маючи джерело вуглецю (нафтопродукти) мікроорганізми не можуть рости за нестачі основних макроелементів. Як відомо, забруднення нафтопродуктами призводить до зменшення вмісту рухомого фосфору, обмінного калію та азоту в ґрунті.

В результаті забруднення нафтопродуктами ґрунту змінюється інтенсивність мінералізаційних процесів, а саме, уповільнюється освоєння органічної речовини ґрунту: в екстенсивному агроземі на 21,9%, в інтенсивному – на 75,9%; зменшується інтенсивність процесу мінералізації-іmobilізації сполук азоту: в екстенсивному агроземі на 28,7%, в інтенсивному – на 32,4% (табл.2). Коефіцієнт опідзоленості знижується в екстенсивному агроземі на 22,4%, в інтенсивному – на 15,1%. Нафтопродукти, виступаючи джерелом вуглецю, уповільнюють мінералізацію гумусу: в екстенсивному агроземі – на 5,81%, в інтенсивному агроземі – на 11,1%. Внесення нафтопродуктів призводить до зростання фітотоксичності: в екстенсивному варіанті на 11,0%, в інтенсивному – на 59,4%. Отримані закономірності співпадають з отриманими раніше для сірого лісового ґрунту.

Однією з найбільш чутливих груп мікроорганізмів до дії нафтопродуктів є мобілізатори органофосфатів, їхня чисельність в результаті внесення нафтопродуктів зростає в ґрунті на 136,6%. Причиною цього, на нашу думку, може бути схожість структури ароматичних кілець субстратів –

нуклеїнових кислот і нафти, а також той факт, що в забруднених ґрунтах знижується концентрація фосфору і активізація діяльності мікроорганізмів, які вивільняють фосфор з органічних сполук, стає актуальною. ВФК мобілізаторів органофосфатів зростає у всіх варіантах досліджу за внесення нафтопродуктів.

Вивчення закономірностей зміни чисельності полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів в забруднених ґрунтах дуже важливе, тому що полісахариди

утворюють з бактеріальними білками суфруктантні комплекси які володіють властивостями емульгаторів щодо гідрофобних молекул нафти. Раніше на прикладі сірого лісового ґрунту багаторічного перелогу було показано, що внесення 5% нафтопродуктів призводить протягом доби до зниження чисельності полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів як в ґрунті без рослин, так і в ризосферному ґрунті в 1,7–3,1 рази. Максимальне зростання чисельності полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів спостерігається екстенсивному агроземі.

При дослідженнях агроземів і використанні нафтопродуктів у концентрації 1% інгібувального ефекту щодо нітрифікаторів не спостерігається, їх чисельність суттєво не змінюється. Отже, не можна однозначно оцінювати внесок забруднення нафтопродуктами на протікання амоніфікувальних і нітрифікувальних процесів у ґрунтах, оскільки характер впливу залежить від величини забруднення, типу нафтопродуктів (легкі, важкі, леткі та ін.), типу ґрунту, наявності рослинності на його поверхні і т.п.

Спрямованість мінералізаційних процесів за внесення нафтопродуктів в екстенсивний агрозем призводить к зниженню індексу педотрофності, коефіцієнта опідзоленості, коефіцієнта мінералізації азоту і активності мінералізації гумусу.

Висновки

1. Забруднення нафтопродуктами темно-сірого опідзоленого ґрунту протягом доби призводить до збільшення чисельності полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів на 19,6–30,5%.

2. В результаті забруднення нафтопродуктами темно-сірого опідзоленого ґрунту змінюється інтенсивність мінералізаційних процесів: уповільнюється освоєння органічної речовини ґрунту в екстенсивному агроземі на 21,9%, в інтенсивному – на 75,9%; зменшується інтенсивність процесу мінералізації–іммобілізації сполук азоту в екстенсивному агроземі на 28,7%, в інтенсивному – на 32,4%; уповільнюється мінералізація гумусу в екстенсивному агроземі – на 5,81%, в інтенсивному агроземі – на 11,1%.

3. Внесення нафтопродуктів призводить до підвищення фітотоксичності ґрунту екстенсивного варіанту – на 11,0%, інтенсивного варіанту – на 59,4%. Вирощування рослин дозволяє знизити токсичний ефект нафтопродуктів в екстенсивному агроземі на 16,9%, в інтенсивному – на 40,3%.

Таблиця 1.

Чисельність мікроорганізмів у темно сірому опідзоленому ґрунті через добу після внесення нафтопродуктів, млн. КУО*/г абсолютно сухого ґрунту.

№	Варіант	Тип агрозему	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Денітрифікатори	Нітрифікатори	Педотрофи	Целолюзоруйнівні бактерії	Полісахарид–синтезуючі	Автохтонні	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Мобілізатори органічних фосфатів
1	Контроль: оброблення водою	Екстенсивний	55,5	97,3	78,7	51,3	2,48	98,9	84,4	6,08	27,0	11,4	4,56
2	1% НП**		81,8	111,1	94,7	159,8	2,98	119,5	121,4	10,3	30,8	17,5	7,99
3	Контроль: оброблення водою	Інтенсивний	48,2	87,0	51,8	28,2	2,65	95,1	63,9	4,13	18,9	9,02	4,13
4	1% НП		76,3	103,6	71,1	130,4	2,64	115,8	90,5	5,14	20,8	10,7	11,1
	НР ₀₅		11,0	8,45	12,3	6,58	0,56	3,02	6,00	4,32	3,05	2,00	3,05

Примітка: КУО* – колонієутворююча одиниця, НП** - нафтопродукти.

Таблиця 2

Показники інтенсивності мінералізаційних процесів і фітотоксичні властивості темного сірого опідзоленого ґрунту через добу внесення нафтопродуктів.

№	Варіант	Тип агрозему	Індекс педотрофності	Коефіцієнт опідзоленості	Коефіцієнт мінералізації азоту	Активність мінералізації гумуса, %	Маса 100 рослин тест-культури – пшениці озимої, г
1	Контроль: оброблення водою	Екстенсивний	1,78	1,42	1,75	27,3	13,1
2	1% НП		1,46	1,16	1,36	25,8	11,8
3	Контроль: оброблення водою	Інтенсивн	1,97	1,07	19,9	17,4	14,2
4	1% НП		1,12	0,93	17,9	19,5	8,91

*Karpenko, V. I., Ryabonenko O. P., Golodok L.P., Shcherbakova O. G.
National Aviation University, Ukraine, Kyiv*

THE OPPORTUNITIES OF OBTAINING BIOBUTANOL AND ITS FURTHER USE AS AVIATION FUEL

The prospects and possibilities of biobutanol use as fuel for automobiles and aircrafts have been shown; the joint use of Clostridium turoboturicum and Clostridium acetobutolicum bacteria for obtaining biobutanol has been offered; the technological system with the use of artificial membranes for obtaining biobutanol as jet and automobile fuel on the energy-saving basis has been improved.

In conditions of growing demand for energy resources, decreasing fossil fuels and growing environmental pollution levels, it is necessary to search effectively for alternative renewable fuels and energy technologies which would provide an acceptable pollution level and solve the state's economic problem. In many countries of the world there operate companies that are working on development and improvement of the methods for obtaining alternative energy sources. There are being actively developed and improved the technologies of transforming biomass energy with help of microorganisms into kinds of engine fuels, including biobutanol.

Biobutanol is a promising hydrocarbon fuel, the use of which can meet the growing demand for environmentally safe, renewable transport fuels. Biobutanol can be added to conventional gasoline or gasoline containing ethanol; it can be used in modern engines; and potentially its supply can be organized using the existing fuel supply infrastructure.

There are globally operating companies that work on developing and improving methods for obtaining alternative energy sources, including bacterial synthesis of biobutanol.

There exist many kinds of biomass and waste from which it is possible to synthesize biobutanol.

The topicality of the work lies in the fact that, according to experts, biobutanol as "green fuel" is 60 percent cleaner than traditional jet fuels. What is important - the characteristics and properties of its "competitors" are virtually identical. So, it means that no substantial structural changes either in the aircraft or in the engine are needed for biobutanol use. This was clearly demonstrated by test flights: in Australia Qantas Airlines completed its first flight on fuel, half composed of refined vegetable oil and butanol.

The combustion of butanol produces 36 MJ per kg. This can be expressed in a three-dimensional way of 29.2 MJ per liter. Thus butanol can effectively replace hydrocarbon fuels (at 100% volumetric replacement demand increases by 10% only), while having 25% more energy than ethanol. On comparison, gasoline has 32 MJ per liter. Butanol can be blended with gasoline with a high aspect ratio to be used in existing engines. Due to low corrosive properties of butanol, the working surfaces of an engine are not damaged by contact. Lack of vaporization is a known problem

with alcohol fuel in cold weather. Since the latent heat of vaporization of butanol is less than the same for ethanol, the engine operating on biobutanol, starts easier in cold weather than the one working on ethanol or methanol. With the increase in altitude the temperature drops. Jet fuel must have an optimal melting point that would be less than the ambient temperature so as not to turn into a gel. Biobutanol is converted into gel at $-25,5 \text{ }^\circ\text{C}$, which is sufficient for standard flight conditions (at an altitude of 3500 m air temperature is $5.5 \text{ }^\circ\text{C}$, and with each 1000 m it decreases by $6 \text{ }^\circ\text{C}$). Under severe weather conditions or at higher altitudes fuel companies add ethyl-tret-butyl ether, which has a higher melting point.

Materials and methods:

-raw materials: corn extract, melyasa, cellulose fiber, remains of farming industry, sugar, lignin, whey, vegetable waste.

Equipment: - we have developed a system of microbe cells cultivators in periodic and continuous modes;

- we used the microbiological techniques of butanol synthesizing bacteria isolation and cultivation;

- the methods of determining morphological and cultural features of the isolated cultures for the purpose of their identification;

- the physical-chemical methods for analyzing the accumulated metabolites by way of gas chromatographic techniques and their isolation.

A fiber type bioreactor is used for fermentation. Glass columns in a shirt, which are packed in a spiral fibrous matrix, form the basis. Before use the reactor is sterilized at $121 \text{ }^\circ\text{C}$ for 30 min, then it is cooled to room temperature by being purged with nitrogen for one hour, to ensure that anaerobic conditions have been achieved in the reactor. The medium is continuously circulating with help of a peristaltic pump. Polydimethylsiloxane-based materials are used as the filter membranes.

The producers of biobutanol are microorganisms of the genus Clostridium, including Clostridium acetobutylicu, Clostridium tyrobutyricum, and Clostridium butyricum. Bacteria of the genus Clostridia can process whey, sugar, starch, lignin, cellulose fiber and other biomass directly into butanol, propionic acid, ether and glycerol, as well as small amounts of acetic acid (vinegar), butyric acid, carbon dioxide and hydrogen by way of acetone - butane fermentation.

Substances formed during acetone - butane fermentation are not tolerant towards microorganisms. Butyric acid is especially toxic. Bacteria of the species Clostridium acetobutylicum are resistant to butanol concentrations of 1.2-1,5%, their resistance to the concentration of butyric acid is much lower than 0.2-0.4%. Butyric fermentation bacteria are more resistant to the presence of butyric acid (0.8-1.0%) and less resistant to the presence of butanol. The joint use of cultures is accompanied by two simultaneous processes: synthesis of butyric acid and its utilization in butanol. The joint use of the two types of the genus Clostridium bacteria is possible due to the coincidence of optimum parameters of acetone-genesis process (a process of acids formation) of butyric and acetone-butanol fermentation: $t = 35-37 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 5,2-6,5$. The joint use of two types of bacteria of the genus Clostridium has advantages, as the output of butyric acid in acetone-genesis is higher in butyric bacteria, and in the process of solvent-genesis butanol

yield is higher in *Clostridium acetobutylicum*. The cultures joint use is possible, as the speed of carbohydrate fermentation in *Clostridium acetobutylicum* is higher than that of butyric acid bacteria.

In industrial conditions biobutanol is obtained during the so-called ABE - fermentation (acetone / butanol / ethanol) at a ratio of 3:6:1. Pervaporation complex is actively used in industry. In this case the fermenter and the membrane module are united into a single circuit, and enzymatic mixture is continuously pumped through the membrane module. Depleted fermentation mixture with low content of organic components goes back into the fermenter and permeate, enriched in target components (a mixture of metabolites, formed during fermentation, including butanol, acetone, ethanol, butyric acid, and others), is continuously drained from the system as filtrate, Fig. 1. Microorganisms and non-convertible substrate go back to the reactor without passing through the membrane.

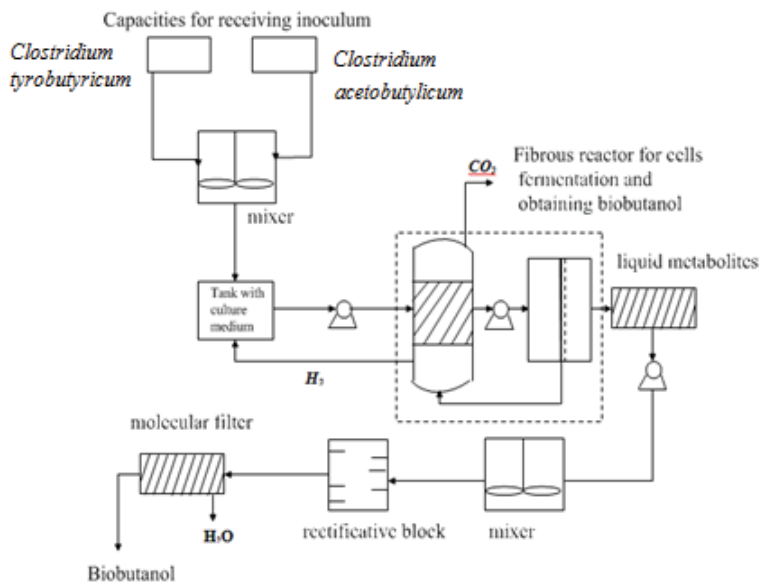


Fig. 1. The technological scheme of biobutanol synthesis

To simplify the procedure and reduce the cost of separating butanol from the final mixture the use of non-ionic surfactants is implemented in industry. High efficiency of the process has been observed without the contamination of the membrane and decrease in productivity. Establishing a technology for collection and purification of hydrogen released during fermentation will allow for reducing natural gas use by 15% while heating the bioreactor.

In future we are planning to conduct a testing of biobutanol obtained in vitro (in lab conditions) on existing functioning aircraft and automobile engine models of the “Minor Air Force Academy”.

The synthesis of biobutanol at the industrial level will allow for, firstly, reducing harmful emissions into the environment and, secondly, establishing the recycling of organic waste as a raw material. Also butanol is a promising fuel for synthesis as ethanol in the final stage of the synthesis is mixed with water and requires further separation and butanol - no, which reduces the production process cost. The biggest expenses in industrial production are attributed to the purchase of plants as raw material - about 40% of the total expenses. The fact that obtaining biobutanol is possible on many substrates, including the waste, offers good prospects, and it is only that technologies should be improved.

There is being considered a technology of organized collection and purification of hydrogen released during fermentation, the use of which would reduce natural gas consumption by 15%. Today the price of chemically synthesized butanol is 22 - 26 UAH / liter.

On comparison the price of aviation gasoline AVGAS 100LL is 28 UAH / liter (on 29.02.2012). The researchers' analysis has showed that the scaling of biobutanol manufacturing enterprise with the volume of several million liters a year significantly decreases its cost to about 1.56 USD / Gallon, which is about 3.28 UAH / liter.

Therefore, biobutanol is a renewable resource which has a high detonation resistance, a low moisture absorption, an optimum inflammability scope (working mixture can considerably vary), and a low toxicity of exhaust gases. The above mentioned facts characterize biobutanol as being a promising hydrocarbon fuel, the use of which can meet the growing demand for an environmentally-friendly, renewable transport fuel.

Since aircrafts consume large amounts of fuel made from oil raw materials, it would be reasonable to use biobutanol as jet fuel which will allow for a considerable reduction in CO₂ and other greenhouse gas emissions, thus decreasing the level of atmosphere pollution, and the use of local kinds of renewable resources for obtaining environmentally clean biofuel on conditions beneficial for the state's economy.

*О.М. Ковальов, к.м.н., Л.О. Трошина, Є. Л. Чорновол, А.О. Шарова,
О.О. Дудар, М.А. Куйбіда
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ),
О.О. Лінник
(Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН, Україна, Київ),
О.О. Лінник
(ТОВ «Ті-Пі Лінк Юкрейн», Україна, Київ)*

СТАБІЛІЗАЦІЯ РІВНЯ ЦУКРУ В КРОВІ ПРИ ГІПОГЛІКЕМІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛАНІНУ.

Робота присвячена заміні амінокислоті - L-аланіну, яка залучається до вуглеводного обміну при зниженні надходження глюкози в організм. Перераховано джерела аланіну і зроблено огляд експериментальних даних щодо стабілізації цукру в крові, захисту печінки й ощадного впливу на м'язи при інтенсивних тренуваннях.

У процесі, відомому як аланіновий цикл, L-аланін – заміна амінокислота, яка залучається до вуглеводного обміну при зниженні надходження глюкози в організм. Піруват, що утворюється при окисненні глюкози в скелетній мускулатурі, за допомогою трансамінування перетворюється на аланін, який потім транспортується в печінку, дезамінується і перетворюється в глюкозу. Аланін також переносить азот з периферичної тканини в печінку для його подальшого виведення з організму [1].

За науковими даними аланін стабілізує рівень цукру в крові при гіпоглікемії, захищає печінку, забезпечує ощадний вплив на м'язи при інтенсивних тренуваннях..

Харчові продукти, багаті білками: яйця, молочні продукти, м'ясо, риба, птиця є джерелом аланіну.

Аланін випускається як окремий препарат у капсулах по 450 мг або у вигляді порошку. Він також знаходиться в добавках з різними амінокислотами в деяких напоях для спортсменів. Вимоги до харчового аланіну відсутні, оскільки він синтезується in vivo.

У контрольованому несліпому перехресному дослідженні 15 пацієнтам з цукровим діабетом I типу призначали однакову індивідуальну дозу інсуліну середньої тривалості дії НРН (нейтрального протаміну Хагедерна), закінчуючи о 10 год вечора, рекомендували чотири типи впливу в довільному порядку: 1) НРН без лікування (контроль); 2) легка закуска 200 ккал (2%-е молоко), 3) 40 г аланіну плюс глюкоза (200 ккал), 4) 5 мг тербуталіну (стимулятор В₂ - адренергічної дії епінефрину, підвищує вміст глюкози в плазмі крові). В першу половину ночі, після легкої закуски, концентрація глюкози в плазмі була значно вище, ніж після аланіну і глюкози або тербуталіну, порівняно з контролем. Протягом другої половини ночі середні рівні глюкози в плазмі у приймаючих легку закуску і у контрольної групи були однаковими, а у приймаючих аланін мала місце тенденція підвищення рівня (що не досягав

статистичної достовірності) і значно підвищувався рівень після прийому тербуталіну. Нічна гіпоглікемія, тобто рівень глюкози в плазмі 440 мг /мл або менше спостерігали в 13 випадках у 7 пацієнтів у контрольній групі і в 10 випадках у 6 пацієнтів в групі після закуски (статистично не достовірно), тільки в одному випадку у групі, що одержувала аланін і глюкозу (статистично достовірно), порівняно з контролем, і в групі, що одержувала тербуталін. Автори дійшли висновку, що вечірня доза НРН інсуліну в поєднанні із звичайною закускою надає нестійкий глікемічний вплив протягом першої половини ночі, а нічний прийом аланіну більш ефективно, ніж прийом їжі, попереджає розвиток нічної гіпоглікемії. Автори відзначають, що аланін слід приймати в розчині, оскільки він має неприємний смак [2].

Досвід тих же дослідників показав, що добавки аланіну (20 і 40 г) підвищували кількість глюкагону і інсуліну плазми без значних змін рівня глюкози крові у пацієнтів, які не хворіли на діабет. У пацієнтів, що страждали на діабет I типу, аланін підвищував рівень глюкагону і глюкози в плазмі крові і не чинив ніякого впливу на рівень інсуліну [4].

Щурам з індукованої гострою печінковою недостатністю від летальної дози Д-галактозаміну давали аланін або плацебо. Параметри функції печінки поліпшувалися у щурів, які отримували аланін, і вміст печінкового АТФ був у них значно вище, ніж у щурів у контрольній групі. Автори дійшли висновку, що аланін ефективний при лікуванні експериментальної гострої печінкової недостатності, ймовірно, викликаній стимуляцією синтезу АТФ. Аланін може бути придатний для клінічного застосування завдяки його превентивній дії, що попереджає некроз гепатоцитів і його стимулюючій дії на регенерацію печінки [5].

Інші дослідження, проведені на тваринах, свідчили про захисну дію аланіну на пошкоджені клітини печінки [6-7].

Компесаторні механізми. Важливою компенсацією гіпоглікемії є припинення секреції ендogenous інсуліну; воно повне, якщо рівень глюкози в плазмі становить 80 мг/дл.

Окрім того, гіпоглікемія спричинює збільшення секреції принаймні чотирьох гормонів із протилежною регуляторною дією: глюкагону, адреналіну, гормону росту та кортизолу. Адреналінова відповідь зменшується під час сну. Адреналін та глюкагон збільшують печінковий вихід глюкози внаслідок збільшення глікогенолізу. Гормон росту зменшує утилізацію глюкози в різних периферійних тканинах, як і кортизол. Основу зворотного зв'язку в механізмах регулювання становлять адреналін та глюкагон: якщо концентрація одного з них у плазмі збільшується, то зниження рівня глюкози в плазмі замінюється її зростанням. Однак якщо концентрація жодного з них не зростає, то відбувається невисоке (або взагалі не відбувається) компенсаторне підвищення рівня глюкози в плазмі. Дія інших гормонів є доповнювальною. Зазначимо, що вегетативні розлади та вивільнення контрінсулярних гормонів, зазвичай, виникають у разі вищого рівня глюкози в плазмі, ніж когнітивні розлади та інші серйозні зміни центральної нервової системи. Симптоми, зумовлені вегетативними розладами, є попередженням для пошуку заміників глюкози, на що доводиться звертати увагу хворим на діабет, яких лікують

інсуліном. Проте, особливо у разі довготривалого відрегульованого діабету, вегетативні симптоми можуть не виникати, і відбувається неусвідомлена гіпоглікемія, що створює клінічні проблеми.

У вказаних вище обмежених дослідженнях з використанням невеликої кількості учасників введени дози аланіну (20 і 40 г) представляються нешкідливими, проте дослідження на довготривалу нешкідливість високих доз аланінових добавок не проводилися.

Висновки

Існують попередні дані про те, що високі дози аланіну (від 20 до 40 г) в розчині з 10 г глюкози можуть запобігати або лікувати нічну гіпоглікемію у пацієнтів з цукровим діабетом I типу. Для подальшого використання впливу аланіну на гіпоглікемію необхідні більш великі контрольовані дослідження. До отримання докладнішої інформації не рекомендується самостійне застосування алані нових добавок цією групою пацієнтів без консультації лікаря через можливість впливу на глікемічний контроль.

Попередні результати досліджень, проведених на тваринах, свідчать про гепатопротекторну дію на функції і регенерацію гепатоцитів. Однак ніхто не проводив досліджень з перевірки дії аланіну на людей, які страждають печінковими захворюваннями. Цій групі пацієнтів не рекомендують приймати аланінові добавки, оскільки їх безпеку і ефективність не досліджували в контрольних клінічних експериментах.

Хоча аланін є глюкогенних амінокислотою і рівні глюкози плазми підвищуються під час виконання вправ, однак ніяких даних про те, що додатковий аланін надає щадну дію на м'язи під час виконання вправ або інтенсифікує виконання вправ, немає.

Список літератури

1. Matthews DE. Proteins and amino acids. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross, AC, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 9th ed. Baltimore, Md: Williams & Wilkins; 1999:11-48.
2. Saleh TY, Cryer PE. Alanine and terbutaline in the prevention of nocturnal hypoglycemia in IDDM. *Diabetes Care*. 1997;20:1231-1236.
3. Wiethop BV, Cryer PE. Alanine and terbutaline in treatment of hypoglycemia in IDDM. *Diabetes Care*. 1993;16:1131-1136.
4. Wiethop BV, Cryer PE. Glycemic actions of alanine and terbutaline in IDDM. *Diabetes Care*. 1993;16:1124-1130.
5. Maezono K, Mawatari K, Kjiwara K, et al. Effect of alanine on D-galactosamine-induced acute liver failure in rats. *Hepatology*. 1996;24:1211-1216.
6. Moriyama M, Makiyama I, Shiota M, et al. Decreased ureagenesis from alanine, but not from ammonia and glutamine, in the perfused rat liver after partial hepatectomy. *Hepatology*. 1996;23:1584-1590.
7. Maezono K, Kajiwara K, Mawatari K, et al. Alanine protects liver from injury caused by F-galactosamine and CC14. *Hepatology*. 1996;24:185-191.

УДК 604.2:661.745:606:61(045)

*А.М. Ковалёв, к.м.н., А.И. Недоступ, Т.А. Нохрина, Б.В. Поламарчук
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

О.А. Линник

(Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАН, Украина, Киев)

А.А. Линник

(ТОВ «Ти-Пи Линк Юкрейн», Украина, Киев)

ПРОБИОТИКОТЕРАПИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ И ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Работа посвящена детальному анализу накопленной информации по важной проблеме микробной экологии человека. Приведен состав нормальной микрофлоры урогенитального тракта женщин. Особое внимание уделено иммуностимулирующей активности пробиотиков, а также пробиотикотерапии гинекологических заболеваний.

В последние годы для коррекции дисбиотических расстройств все шире используют бактериотерапевтические препараты, получившие название пробиотиков. Под этим термином объединяют препараты, содержащие живые клетки микроорганизмов или продукты их метаболизма, благотворно воздействующие на организм человека путем оздоровления его микрофлоры [1].

Повышенный интерес к пробиотикам вызван, с одной стороны, ростом контингента лиц, требующих коррекции аутофлоры и, с другой стороны, – прогрессом в изучении роли микрофлоры человека в поддержании его здоровья.

Приоритет в области применения бактериотерапевтических подходов в клинической практике по праву принадлежит И.И.Мечникову, который еще в начале XX ст. высказал идею о возможности искусственной замены вредной кишечной микрофлоры на полезную с помощью специальных бактериальных препаратов или кисломолочных продуктов [2]. По мнению ученого, продолжительность активной жизни людей в значительной степени зависима от жизнедеятельности микрофлоры кишечника. Заселение этого биотопа гнилостными бактериями, хронически отравляющими макроорганизм высокотоксичными продуктами гниения белка (фенол, индол, скатол, сероводород, аммиак и др.), приводит к развитию различных патологических состояний в организме, его преждевременному старению и смерти. Одним из наиболее эффективных подходов к продолжительному сохранению здоровья человека И.И. Мечников считал заселение кишечника лактофлорой, проявляющей высокую антагонистическую активность по отношению к гнилостным бактериям. Для оздоровления микрофлоры кишечника ученый предложил использовать в пищу молоко, ферментированное молочнокислыми палочками вида *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (болгарскую простоквашу).

Особый интерес представляет иммуностимулирующая активность пробиотиков. В изучении этого вопроса наибольшее количество накопленных данных касается лактобацилл и бифидобактерий как самых признанных физиологических компонентов кишечного нормобиоза. Установлено, что отдельные штаммы этих микроорганизмов могут заметно увеличивать фагоцитарную способность макрофагов, потенцировать продукцию интерлейкинов, интерферона и др., т.е. повышать неспецифическую иммунорезистентность. Кроме того, пробиотическая лактофлора рассматривается в настоящее время как высокоэффективная форма «пероральных вакцин», создание которых в перспективе будет способствовать значительному прогрессу в вакцинологии. Получены данные, что мурамилдипептиды клеточных стенок лактобацилл, бифидобактерий и некоторых других микроорганизмов могут служить активным компонентом адьювантов, проникающих в кровь и стимулирующих различные звенья клеточной и гуморальной иммунной системы. Отдельные препараты из пробиотиков, содержащие как живые, так и инактивированные клетки или их фрагменты, уже предлагаются для иммунокоррекции [3].

Специфика расселения различных микробных популяций по отдельным биотопам макроорганизма коррелирует со сложившимися там условиями для обитания микроорганизмов. Наиболее густо заселенной экосистемой является толстый кишечник. В нем сконцентрировано около 60 % микрофлоры человека. 15-16 % микроорганизмов находятся в ротоглотке, 15-20 % заселяют кожные покровы, в вагинальном биотопе у женщин содержится 9- 10 %. Общая численность микробных клеток, колонизирующих организм человека, достигает величины 10^{14} — 10^{15} , что на один – два порядка больше, чем собственных клеток хозяина [4].

В последние годы все больше внимания уделяется микробиологии урогенитального тракта, содержащего около 10 % микрофлоры здоровой женщины. Повышенный интерес к данной микробиосистеме в значительной степени объясняется тем, что роль эволюционно сформировавшихся микробных популяций влагалищного биотопа заключается не только в поддержании колонизационной резистентности мочеполовой системы, но и в формировании микробиологического здоровья новорожденных, человеческой популяции в целом.

До 97 % от общего количества вагинальной микрофлоры приходится на особую группу лактобацилл, получивших название палочки Doderlein, а также бифидобактерий и пропионовокислые бактерии [2]. Эти три группы грамположительных аспорогенных сахаролитических анаэробных бактерий (ГАСАБ) выполняют ключевую роль в поддержании нормального функционирования микробиосистемы урогенитального тракта женщины.

Пробиотикотерапия гинекологических заболеваний является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины, поскольку резкий рост патологии женской половой системы, особенно инфекционного характера, в том числе у беременных, не только отрицательно сказывается на здоровье самих женщин, но и способствует увеличению числа больных

педиатрического профиля с врожденными микрoэкологическими нарушениями и их многочисленными последствиями.

Инфекционные заболевания влагалища, на долю которых приходится более половины всей гинекологической патологии, тесно связаны с дисбиотическими нарушениями в данном биотопе, что проявляется значительным снижением концентрации клеток бактерий группы Doderlein и резким увеличением концентрации условно-патогенных микроорганизмов. Это может приводить к восходящей транслокации инфекционных микробов в органы верхнего отдела половой системы и формированию в них разнообразных патологических процессов [5].

Используемая в лечении таких больных этиотропная терапия, основанная на применении антимикробных препаратов, приводит к углублению дисбиотических нарушений во влагалищном биотопе за счет гибели защитной сахаролитической флоры, самостоятельное восстановление которой является проблематичным. То есть традиционная антимикробная терапия не устраняет основной причины развития патологии – дисбиотических расстройств в вагинальной экосистеме. Подтверждением этому являются частые рецидивы заболеваний (у 50—70 % пациенток) [5]. Поэтому более рациональным является применение комплексных подходов к лечению инфекционных заболеваний влагалища и их последствий, предусматривающим (наряду с прямым воздействием на возбудителя антимикробными препаратами) восстановление нормофлоры в биотопе с помощью пробиотикотерапии. При создании «гинекологических» пробиотиков необходимо учитывать специфические биологические свойства вагинальной индигенной флоры, позволяющие ей функционировать и проявлять защитные свойства в данном биотопе.

Особое значение пробиотикотерапия гинекологических заболеваний, связанных с микрoэкологическими нарушениями, приобретает во время беременности [6]. Имеется много сообщений об установлении прямой связи между дисбиотическими влагалищными нарушениями и неблагоприятным исходом беременности. Это связано с тем, что инфекции гениталий являются значительным фактором риска восходящего инфицирования матки с развитием ряда серьезных осложнений, в частности, преждевременных родов, преждевременного излития околоплодных вод, внутриутробного заражения плода, хориоамнионита, послеродового эндометрита и др. [5,6]. Поэтому большое значение имеет своевременное выявление беременных из группы риска и проведение курса профилактической или лечебной пробиотикотерапии с целью предупреждения побочных эффектов дисбиотических нарушений [6].

В последние годы появляется все больше сообщений о связи влагалищных дисбиозных нарушений с развитием неопластических процессов в шейке матки. Одним из объяснений этой связи является способность многих условно-патогенных микроорганизмов синтезировать метаболиты и ферменты, потенцирующие канцерогенез [6].

Таким образом, своевременное восстановление нормальной экосистемы влагалища может предупредить развитие многих опасных

патологий или повысить эффективность их лечения. Принимая во внимание тесную взаимосвязь между различными биотопами организма человека и возможность обмена микрофлорой, пробиотическое восстановление вагинального биоценоза целесообразно сочетать с нормализацией кишечной микрофлоры. Одновременная санация наиболее важных резервуаров микрофлоры женского организма, которыми являются кишечная и влагалищная микрэкосистемы, позволит значительно повысить эффективность профилактики и лечения гинекологических патологий [7].

Применение микрoэкологических подходов к раскрытию этиопатогенеза многих патологических состояний новорожденных и детей неонатального возраста установило тесную взаимосвязь между дисбиотическими нарушениями в биотопах матери, колонизацией открытых полостей новорожденного условно-патогенной микрофлорой и развитием заболеваний, связанных с дисбиозами и усугубляющихся широким применением антибактериальной терапии. В этой связи следует еще раз подчеркнуть важность своевременного выявления и коррекции дисбиотических расстройств у будущих матерей, а также создания условий для нормального формирования у ребенка защитных микробиоценозов.

После стерильного периода внутриутробной изоляции новорожденный с первых же минут жизни вступает в контакт с микрофлорой родовых путей матери и окружающей среды, и результаты этих взаимоотношений в значительной степени определяют эффективность заселения биотопов детского организма защитной индигенной микрофлорой.

При отсутствии патологии у матери, благополучном родоразрешении, своевременном обеспечении новорожденного грудным молоком и соблюдении необходимых гигиенических требований по уходу к окончанию постнатального периода (первые 7 суток жизни) у ребенка должна завершиться фаза транзитного дисбиоза и сформироваться нормобиоценоз с преобладанием ГАСАБ (до 99 % от общей концентрации микроорганизмов). Однако, в современных условиях, становление нормобиоза даже у практически здоровых детей, находящихся на естественном вскармливании, в большинстве случаев затягивается и часто продолжается до трех месяцев жизни и дольше. Это обусловлено отсутствием до настоящего времени во многих родильных домах условий, способствующих благоприятному протеканию у детей раннего периода адаптации.

В частности, содержание ребенка отдельно от матери, позднее прикладывание к груди, несоблюдение гигиенических требований по уходу за детьми приводит к контаминации новорожденных условно-патогенной микрофлорой, попадающей из воздуха, предметов обихода, рук медперсонала, от других детей и матерей [8]. Вместе с тем известно, что в предродовом периоде в организме здоровых женщин значительно увеличивается синтез защитных (в том числе, бифидогенных) факторов, а в генитальном тракте и кишечнике повышается концентрация бифидобактерий и лактобацилл, которые обнаруживаются также в сочетании с бифидогенными факторами, лизоцимом, иммуноглобулинами на кожных покровах молочной железы. То есть естественная, физиологическая подготовка беременной к родам,

проходящая по закономерностям природы, предусматривает максимальное использование всех факторов защиты матерью своего ребенка, для чего требуется, в первую очередь, естественное протекание родов с последующим, как можно более быстрым, контактом новорожденного с матерью и прикладыванием его к груди [8].

Это обеспечит наиболее эффективную защиту ребенка с еще несформировавшимися собственными системами иммунитета и неспецифической резистентности от неблагоприятной экзомикроэкологии.

Установлено, что уже через 3 ч после рождения в меконии ребенка обнаруживаются первые микроорганизмы, что свидетельствует о высокой интенсивности микробного заселения пищеварительного тракта новорожденного и подчеркивает чрезвычайно важное значение колонизации открытых полостей детского организма наиболее физиологическими микроорганизмами, являющимися важными звеньями в цепи защитных механизмов в неонатальном периоде жизни. Лишаясь этих дружественных микробов, ребенок остается беззащитным перед отрицательным воздействием условно-патогенной флоры. В частности, ухудшается витаминное обеспечение организма, особенно в отношении витаминов К и группы В [9]. Кроме того, при отсутствии или низком содержании клеток ГАСАБ снижается кислотность кишечного содержимого, что влечет за собой нарушение всасывания жирорастворимых витаминов (А и Д), солей кальция и железа [10].

Как отмечалось ранее, большое значение для нормального становления эубиоза является естественное вскармливание ребенка. В нативном грудном молоке содержится ряд бифидогенных факторов, эффективно стимулирующих рост защитной микрофлоры в толстом кишечнике. В частности, В-лактоза и другие олигосахариды (которые не всасываются в тонкой кишке и служат селективным источником питания для сахаролитической анаэробной нор-мофлоры), ненасыщенные жирные кислоты, гликопептиды и др. Кроме того, в грудном молоке содержится ряд биологически активных соединений, играющих большую роль в защите детского организма от экзогенных неблагоприятных факторов. Это иммуноглобулины, лактоферрин, лизоцим, компоненты комплемента, пропердин, пероксидаза, нуклеазы, интерферон, лимфоциты, макрофаги и др. Благоприятное физиологическое воздействие всех этих компонентов грудного молока прежде всего реализуется через активизацию процесса заселения «незрелого» кишечника и других биотопов новорожденного полезной микрофлорой [8].

Поэтому одной из наиболее актуальных современных проблем является создание эффективной методологии коррекции дисбиотических расстройств у людей всех возрастных групп, начиная с периода новорожденности. В этом отношении особое внимание привлекает пробиотикотерапия как один из наиболее эффективных и безопасных методов не только лечения, но и профилактики микробиологических нарушений, в том числе у новорожденных, что может сыграть большую роль в реализации проблемы сохранения генофонда нации. Данному вопросу в последние годы уделяется все больше внимания. Особый интерес вызывают предложения по направленной колонизации пищеварительного тракта и верхних дыхательных путей новорожденных целебной микрофлорой, что является мощным фактором защиты детей, особенно из группы риска, от экзогенного

инфицирования. Очевидно, что большое значение имеет и пробиотикопробиотическая подготовка родильниц.

Выводы

Таким образом, накопленные знания в области микробиологии человека и биологии микрофлоры, заселяющей отдельные биотопы его организма, позволяют уже сегодня прийти к созданию пробиотиков нового поколения, наделенных широким спектром лечебно-профилактической активности и способствующих повышению эффективности лечения и профилактики многих болезней.

Список литературы

1. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты продукты. Современное состояние вопроса // Вопр. Питания - 1999. - №2, С. 32-40
2. Мечников И.И. Отношение между долголетием и длиной толстых кишок // Природа - 1915 (декабрь). – С. 1497-1504
3. Костюк О.П., Чернишова Л.І., Волоха А.П., Сучасні уявлення про вплив лактобактерій на імунну систему організму людини // Фізіол.ж. – 1997. – 43. - №3-4. - С. 106-115
4. Парфенов А.И. Микробная флора кишечника и дизбактериоз // Рус. мед. ж. – 1998. - Т.6. - №18. – С.1170-1173
5. Герасимович Г.И., Титов Л.П., Коршекова Р.Л., Сафина М.Р. Бактериальный вагиноз // Укр. мед. часопис. - 1998. - №3(5). – С.107-112
6. Анкирская А.С. Бактериальный вагиноз // Акушерство и гинекология. – 1995. - №6. – с. 13-16
7. Венцковский Б.М., Товстановская В.А., Янковский Д.С., Дымент Г.С. Микробиологические аспекты репродуктивного здоровья женщины и современные подходы к его поддержанию // Здоровье женщины. – 2002. - №3(11). - С.86-91
8. Шунько Е.Е., Янковский Д.С., Дымент Г.С., Новый взгляд на формирование эндомикробиологического статуса у новорожденных детей // Ж. практ. лікаря. – 2003. - №1. – С 54-61
9. Гончарова Г.И., Семенова Л.П., Лянная А.М. и др. Бифидофлора человека и ее нормализующие и защитные функции // Антибиотики и мед. биотехнол. – 1987. – Т. 32. - №3. – С. 179 -183
10. Бережной В.В., Янковский Д.С., Крамарев С.А., Шунько Е.Е., Дымент Г.С. О целесообразности использования условно-патогенных микроорганизмов в составе пробиотиков // Здоровье женщины. – 2004. - №3(19). – 191-202.
11. Тутченко Л.І., Отт В.Д., Марушко Т.Л., Марушко Р.В., Янковський Д.С., Димент Г.С. Особливості формування системи мікробіоценозу у новонароджених та немовлят та шляхи його оптимізації // Ж. практ. лікаря . – 2001 . - №5 . – С. 24-30

*А.М. Ковалёв, к.м.н., В.А. Прилипка, Р.В. Савчук, А.В. Старенкова
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев),
О.А. Линник
(Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАН, Украина, Киев),
А.А. Линник
(ТОВ «Ти-Пи Линк Юкрейн», Украина, Киев)*

ПРОБИОТИКИ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ АНТИКАНЦЕРОГЕННЫЕ И АНТИТОКСИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ

В статье подчеркивается необходимость поддержания дружественно симбиоза человека с его микрофлорой, в сохранении приэпителиальных защитных биопленок и сахаролитического анаэробного компонента микробиоценоза. Предлагается заместительная бактериотерапия популяционного уровня агрессивных свойств условно-патогенной флоры.

Развитие идей И.И. Мечникова в дальнейшие годы шло параллельно с более детальным изучением микробной экосистемы человека. Выявление плохой приживляемости болгарской палочки в пищеварительном тракте обратило внимание специалистов на облигатных представителей кишечной нормофлоры. Была разработана группа бактериальных препаратов для коррекции микрофлоры кишечника, которые содержали живые клетки бифидобактерий, лактобацилл, коли-бактерий и др. (Бифидумбактерин, Лактобактерин, Колибактерин, Бификол) [1]. «Классические» пробиотики нашли широкое применение в клинической практике, особенно в педиатрии, как средство для профилактики и лечения дисбиотических расстройств.

Пробиотикотерапия будет оказывать наиболее высокий антидисбиозный эффект без опасности развития побочных реакций лишь в том случае, если будет направлена на восстановление и усиление наиболее физиологической для организма человека апатогенной группы грамположительных аспорогенных сахаролитических анаэробных бактерий (ГАСАБ)-флоры, особенно родов: *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, составляющих, как уже отмечалось ранее 90 – 99 % всей аутофлоры здорового человека и никогда не вызывавших отрицательные эффекты.

Все остальные микроорганизмы несмотря на их удивительное многообразие, являются сопутствующей или случайной микрофлорой, восстановление которой происходит самостоятельно после нормализации состава и активности индигенной флоры, в частности ее регулирующей функции. Поэтому искусственное увеличение уровня аэробного компонента аутофлоры, вопреки эволюционно сформировавшимся межпопуляционным соотношениям, является не только нецелесообразным, но и опасным, поскольку приведет к углублению дисбиотических расстройств и может явиться причиной инфекционных осложнений [2].

Все большее внимание привлекает использование микрoэкологических подходов для профилактики и лечения злокачественных новообразований. Увеличение частоты онкологической патологии все чаще связывают с дисбиотическими изменениями в различных биотопах и, в первую очередь, в толстой кишке. Участие дисбиотически измененной микрофлоры в канцерогенезе подтверждено многими экспериментальными данными. Усиленный синтез отдельных бактериальных ферментов, в частности гликозидазы, нитросинтетазы, азоредуктазы, А-дегидроксилазы и А-стероиддегидрогеназы, активизирует реакции преобразования многих проканцерогенов в канцерогены, что способствует возникновению или усиленному росту злокачественных новообразований [3].

Из бактериальных гликозидаз, синтезируемых условно-патогенной аутофлорой, особую опасность представляет β-глюкуронидаза, отличающаяся широкой субстратной специфичностью и формирующая в организме большое количество метаболитов с канцерогенным потенциалом [3].

Синтез активных нитрозосоединений в пищеварительном тракте человека рассматривается как распространенное явление. Их основным предшественником являются нитраты, которые за счет бактериальных нитрат- и нитритредуктаз метаболизируются с образованием предшественников канцерогенных веществ. Характерно, что N-нитрозосоединения образуются не только в толстой кишке, но и в других биотопах: полости рта, желудке, мочеполовой системе, что вызывает опасность индуцирования злокачественных новообразований не только в пищеварительной системе, но и в других органах и тканях, инфицированных такими микробами как клостридии, пептококки, эубактерии, бактероиды, вейлонелмы, актиномицеты, гемофильные бактерии [4].

Синтетические красители, содержащие азогруппу и используемые в пищевой, текстильной и полиграфической промышленности, восстанавливаются бактериальной азоредуктазой с накоплением канцерогенов, проканцерогенов и мутагенов. Этот фермент активно продуцируют эшерихии, энтерококки, бактероиды, юностирии, эубактерии и др. [4].

В формировании злокачественных новообразований пищеварительного тракта, связанных с аномальным кишечным биоценозом, значительную роль играют желчные кислоты. Бактероиды, клостридии, яептострептококки, энтерококки, эубактерии и другие микроорганизмы продуцируют комплекс ферментов, осуществляющих окисление или восстановление 3α-, 1α-, 12α-гидрок-сильных групп, А-дегидроксилирование, гидролиз сульфатов и т.д., в результате чего первичные желчные кислоты (холевая и хенодезоксихолевая), поступающие с желчью в тонкий кишечник, преобразуются во вторичные желчные кислоты (дезоксихолевая и метахолевая), обладающие свойствами промоторов рака и высокой токсичностью для эпителиальной ткани слизистой желудка [3].

Установлена также корреляция уровня холестерина в организме с частотой появления злокачественных опухолей, особенно в пищеварительном тракте. Большая часть холестерина, попадающего в толстую кишку,

преобразуется некоторыми бактериями в копростанон и копростанол. Участие этих метаболитов в индуцировании развития онкологических заболеваний не установлено, однако их концентрация в кишечнике всегда значительно повышена у лиц с высоким риском развития опухолей. Предполагается также, что холестерин способствует увеличению кишечной экскреции желчи и накоплению вследствие этого повышенной концентрации вторичных желчных кислот [3].

Влияние кишечных микроорганизмов на метаболизм гормонов играет этиопатогенетическую роль при развитии рака молочной железы. Известно, что кишечная микрофлора принимает активное участие в печеночно-кишечной циркуляции половых гормонов и их метаболизме. Отдельные кишечные микроорганизмы содержат ферменты, осуществляющие деконъюгацию связанных эстрогенов, а также целый ряд ферментативных реакций, вследствие которых стероидные гормоны трансформируются в промоторы злокачественных новообразований не только молочной железы, но и толстой кишки [3].

Микроорганизмы, развивающиеся в кишечнике и обладающие ферментными системами, метаболизирующими некоторые аминокислоты, также играют определенную роль в канцерогенезе. Так, микробное преобразование триптофана приводит к накоплению в кишечнике широкого спектра метаболитов, многие из которых обладают свойствами канцерогенов, коканцерогенов и промоторов опухолеобразования (индол, скатол, триптамиин, индолуксусная, индолпропионовая, антраниловая, кинурениловая кислоты и др.). Из метионина может образовываться этионин, обладающий канцерогенным и мутагенным действием. Тирозин в аэробных условиях трансформируется в фенол, а в анаэробных - в p-крезол. Оба эти компонента являются промоторами онкологической патологии кожи. Кроме того, накопление простых фенолов в толстой кишке способствует ее малигнизации [3].

Роль дисбиотически измененной микрофлоры в канцерогенезе не ограничивается перечисленными выше эффектами. Спектр метаболической активности этих микроорганизмов значительно шире, что позволяет им воздействовать на огромное количество субстратов, попадающих в организм человека с пищей, водой, воздухом, а также эндогенного происхождения с образованием разнообразных канцерогенов, мутагенов, коканцерогенов и промоторов опухолеобразования.

Принимая во внимание широкий спектр канцерогенных свойств дисбиотически измененной микрофлоры биотопов человека, интересно отметить антиканцерогенную активность защитных микроорганизмов нормобиоценоза. В частности, способность ГАСАБ-флоры закислять среду кишечника приводит к ингибированию ферментов, участвующих в канцерогенезе. Большое значение имеет и антагонистическая активность нормофлоры относительно микробных продуцентов ферментов и метаболитов, способствующих формированию в организме злокачественных новообразований.

Доказано, что отдельные продукты обмена облигатно-анаэробных бактерий кишечного биоценоза стимулируют пролиферацию нормальных колоноцитов и ингибируют рост опухолевых клеток. Установлена антимутагенная и противоопухолевая активность некоторых штаммов лактобацилл, пропионовокислых, бифидобактерий и других представителей нормофлоры а также их метаболитов и фрагментов клеточных компонентов. Показано антима-тастатирующее влияние некоторых из защитных кишечных микроорганизмов. Противоопухолевые свойства пробиотической флоры основаны как на стимуляции ими противоопухолевого иммунитета человека, так и на прямом токсическом действии их клеток и метаболитов на опухоль [1, 3, 5].

Таким образом, обоснованный отбор пробиотических бактерий, способных оздоравливать микрофлору кишечника и наделять ее широким спектром протекторных свойств, позволит создать принципиально новые лечебно-профилактические антиканцерогенные препараты.

Важной защитной функцией пробиотической флоры являются ее антиоксидические свойства. Возможность с помощью пробиотиков предупредить избыточную продукцию токсинов условно-патогенной флорой и увеличение ее популяционного уровня а также обеспечить разрушение токсических субстанций, имеет исключительно важное значение в повышении общей детоксикационной функции макроорганизма. Обладая активными ферментными системами, отдельные пробиотические организмы обеспечивают деградацию многих микробных токсинов, антигенов, аллергенов и частично переваренных белков, уменьшая таким образом опасность сенсибилизации организма и развития сопутствующих кожных заболеваний. Кроме того, колонизация кишечника пробиотической флорой с высокой функциональной активностью предупреждает поддержание некоторых патологических состояний аутоиммунной природы, в частности, ревматоидных артритов, болезни Крона и других болезней, связанных с поступлением неметаболизированных кишечной флорой метаболитов в другие органы, что сопровождается стимулированием неадекватных иммунных реакций и повреждена органов и тканей [6, 7].

Заслуживает внимания выявленная способность отдельных штаммов пробиотической лактофлоры устранять негативное воздействие на организм человека свободных радикалов, образующихся вследствие радиоактивного загрязнения, лучевой и химиотерапии и т.д. Установлено, что эти микроорганизмы активно синтезируют антиокислительные вещества, в частности, ферментной природы (пероксид-дисмутаза, NADH-пероксидаза и др.) [8].

Введенные в пищеварительный тракт пробиотические бактерии могут выполнять функцию биосорбента за счет способности аккумулировать и деградировать многие токсические продукты экзо- или эндогенного происхождения, в том числе металлов, фенолов и других ксенобиотиков. Поэтому профилактический или лечебный прием пробиотиков позволяет избежать последствий, связанных с воздействием ксенобиотиков как на организм в целом, так и на его микробные сообщества [9,10].

Выводы

Таким образом, накопленные знания в области микробиологии человека и биологии микрофлоры, заселяющей отдельные биотопы его организма, позволяют уже сегодня прийти к созданию пробиотиков нового поколения, наделенных широким спектром лечебно-профилактической активности и способствующих повышению эффективности лечения и профилактики многих болезней.

Список литературы

1. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // *Вопр. Питания* - 1999. - №2, С. 32-40
2. Бережной В.В., Янковский Д.С., Крамарев С.А., Шунько Е.Е., Дымент Г.С. О целесообразности использования условно-патогенных микроорганизмов в составе пробиотиков // *Здоровье женщины*. – 2004. - №3(19). – 191-202.
3. Шендеров Б.А. Нормальная микрофлора человека и некоторые вопросы микробиологической токсикологии // *Антибиотики и мед. биотехнол.* – 1987. – Т.ХХХII. - №3. – С.165-170
4. Hill M.J. *Microbes and Human Carcinogenesis*. – New York – London, 1986. - 176 p.
5. Hosono A., Tanabe T., Otani H., Binding properties of Lactic acid bacteria isolated from kefir with mutagenic amino acid pyrolyzates // *Milchwiss.* – 1990. – V.45. – P.647-651.
6. Бережной В.В., Крамарев С.А., Мартынюк В.Е., Шунько Е.Е., Янковский Д.С., Дымент Г.С. Микробиологические нарушения у детей и современные возможности повышения эффективности их коррекции // *Здоровье женщины*. – 2002. - №4(12). – С.79-92
7. Blum S., Alvarez S., Haller D. et al. Intestinal microflora and the interaction with immunocompetent cells // *Ant. Leewen.* – 1999. – V.76. – P.199-205.
8. Чомаков Х. Молочнокислые бактерии и их влияние на иммунную систему // *Международ. агропромышленный ж.* – 1990 - №3 - С. 116-119
9. Лыкова Е.А. Причины и значение микробиологических нарушений пищеварительной системы // *Антибиотики и химиотер.* – 1994. – 39. - №7. – С. 57-60.
10. Шендеров Б.А. Роль анаэробных неспорообразующих бактерий в поддержании здоровья человека // *Вестн. Рос. АМН.* – 1996. - №2. – С.8-11.

*В.Ф.Лабунець, к.т.н., проф., В.Г.Лазарєв (НАУ),
Е.Вайс Ph.D (Uniwersity of Technology, Kielce, Польща),
Р.Я.Белєвцев, д.геол.-мін.н., проф., чл.-кор. НАНУ
(Інститут геохімії навколишнього середовища),
Ж.П.Коптева, к.б.н., М.О.Борецька, к.б.н., Л.Г.Асауленко, к.б.н., І.П
Кзлова, д.б.н., снс
(Інститут Мікробіології і вірусології НАНУ, Україна)*

НОВІ ПІДХОДИ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ АВІАЦІЙНИХ СПЛАВІВ

Методи та підходи біологічної технології як альтернативи методам хімічної поверхневої обробки розглянуто в інтердисциплінарному дослідженні. Автори намагаються узагальнити мікробіологічну та геохімічну точки зору щодо вирішення матеріалознавчих проблем. Біоплівки хімічно-активних ґрунтових бактерій досліджено як засіб обробки поверхні авіаційних сплавів.

Біологічні технології поступово займають дедалі більше місця серед технологій промислового виробництва. В багатьох галузях біотехнологія стає гідною альтернативою хімічній промисловості і вже є цікавою сферою для інвестицій [1, 2].

Хімічні методи поверхневої обробки металів потребують значних витрат електроенергії, високих температур, використовують небезпечні для навколишнього середовища реагенти. Такий стан справ вказує на доцільність спроб впровадження біологічних технологій в цій сфері.

Авіаційні сплави на основі алюмінію і титану мають різні технічні властивості, які залежать від їх хімічного складу та обробки. Хімічний склад сплавів визначає такі термодинамічні параметри сплаву як рівноважної системи: ентропія та вільна енергія змішування твердого розчину сплаву. Металічні алюміній та титан звичайно покриті твердими оксидами – корундом (Al_2O_3) з твердістю 9, та рутилом (TiO_2) з твердістю 6.

Серед мінералів з біоплівок низьку твердість (1-2 за шкалою Мооса) мають переважно деякі сульфіди та водні сульфати: молібденіт (MoS_2), ковелін (CuS), квасці, а також графіт [3, 4].

За різних умов обростання поверхні мікробним біоплівкам завжди властиві нерівномірність вкриття поверхні та гетерогенність самої біоплівки.

З огляду на досвід попередніх досліджень авторів, асоційовані двійні і трійні культури бактерій у порівнянні з монокультурами, утворюють більш щільні і товсті біоплівки. Таким чином, збільшення біомаси бактерій і об'єму утворених ними продуктів, а зокрема, біомінералу може бути цікавим з технологічної точки зору. [5 – 7]

Досліджували зразки алюмінію і титану, що підлягали впливу культур літотрофних бактерій – тіонових (ТБ) *Thiobacillus thioparus* і сульфатвідновлювальних (СВБ) – *Desulfovibrio desulfuricans*, а також їх

природні гетеротрофні (ГБ) супутники. Проведені експерименти з трьома вказаними групами бактерій. Це було обумовлено тим, що в досліді з (СВБ) з металами в відновлених умовах переважно утворюються сульфіди, а також на заклучних етапах і сульфати. В досліді з тіоновими бактеріями з металами в окисних умовах переважно утворюються сульфати в тому числі квасці, але на контакті з металами можливо і сульфіди. В досліді з гетеротрофами утворюються органічні сполуки, а також графіт. При додаванні сірки можливі сульфати та сульфіди.

При культивуванні асоційованих культур, увагу приділяли послідовності їх введення. Зразки титану і алюмінію експонували в присутності культур гетеротрофних бактерій.. після формування біоплівки і повного вкриття поверхні біополімером додавали культури літотрофних бактерій циклу сірки.

Мікроскопічні дослідження проводили за допомогою лазерного конфокального мікроскопу LSM 510 META Zeiss, скануючого електронного мікроскопу MiRA-3 Tescan з системою рентгенівського мікроаналізу та лабораторних оптичних мікроскопів.

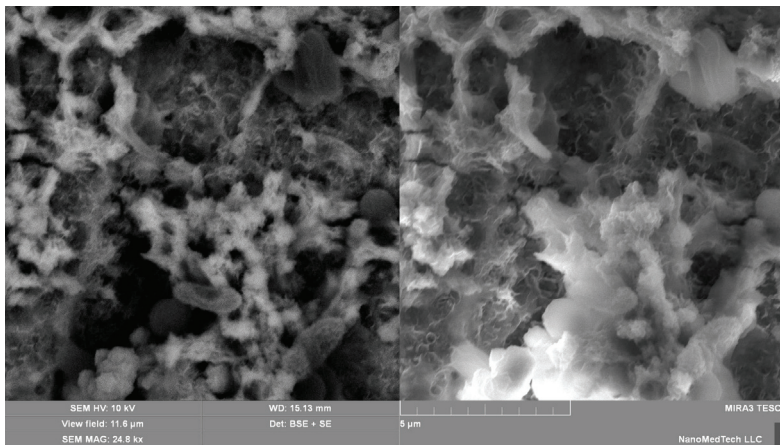


Рисунок 1. Гетерогенна мікроструктура біоплівки *Desulfovibrio desulfuricans* на поверхні алюмінію

Зразки матеріалів після впливу монокультур підлягали також механічним випробуванням (Рис. 2). Неоднорідність покриття, його мала товщина не дозволяють вимірити твердість. Але, досліді з протягуванням індентора під навантаженням в сухих умовах (ковзання, дряпання, кочення) показали, що біоплівка таки може впливати на трибологічні властивості поверхні.

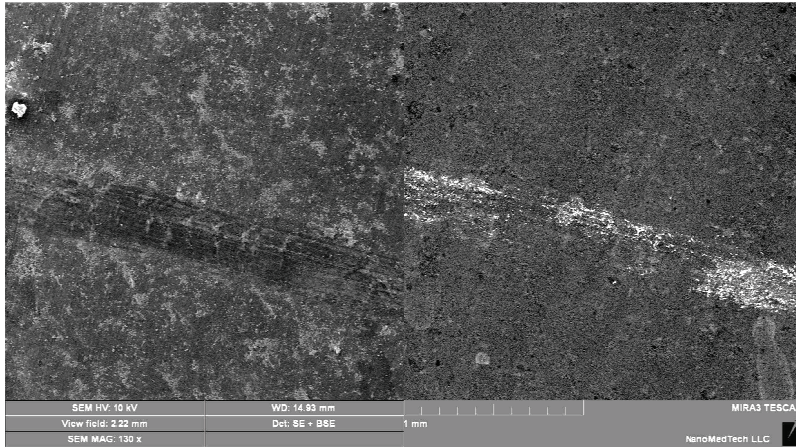


Рисунок 3. плямиста біоплівка *D. desulfuricans* на поверхні алюмінію – слід від ковзання індентора

Серед результатів дослідів з монокультурами найбільшу рівномірність покриття та стійкість до руйнування проявили біоплівки СРБ, нанесені на неполіровані зразки сплавів. Біоплівки монокультур бактерій виявились недостатньо щільними і гомогенними для повномірного тестування їх механічних властивостей.

Спроби послідовного внесення культур літотрофів після формування біоплівок гетеротрофними бактеріями показали більшу товщину біогенного шару, закріплення клітин на полісахаридному гелі. Результати конфокальної лазерної мікроскопії свідчать про збільшення кількості клітин на поверхні зразків, що експонувались зі змішаними культурами бактерій.

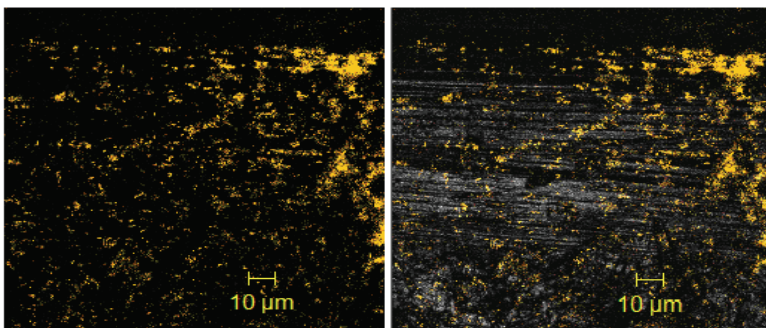


Рисунок 3. Біоплівка тіонових бактерій на поверхні титану.

Висновки

Проведено експерименти з трьома групами бактерій: СВБ, ТБ та ГБ. Всі три групи бактерій формували біоплівки на поверхні зразків сплавів алюмінію і титану.

Встановлено наявність акумуляції біомінералів на поверхні зразків, що впливає на властивості поверхні. Біомінеральні шари, що утворилися на алюмінії і титані, розподіляються нерівномірно. Для біо-трибо-мінералогічних експериментів треба впроваджувати і методи підготовки поверхні матеріалів.

Утворені на поверхні сплавів алюмінію і титану сполуки мають низьку твердість і обумовлюють необхідність визначення їх трибологічних властивостей.

Проблема по забезпеченню необхідних характеристик на поверхні авіаційних сплавів за участю біоплівок перспективна з позицій енергозбереження, простоти, доступності, невеликих фінансових і матеріальних витрат, та екологічності.

Цю роботу було виконано за підтримки гранту НТЦУ (STCU), проєкт # 5183

Список літератури

1. Biotechnology—a sustainable alternative for chemical industry / M. Gavrilescu, Y. Chisti / *Biotechnology Advances* 23 (2005) P. 471–499
2. Metal Nanoparticles in Microbiology / Ed. By Mahendra Rai, Nelson Duran. – Berlin: Springer-Verlag Heidelberg, 2011. – 303 p
3. Белевцев Р.Я., Козлова И.А., Спивак С.Д. и др. Минералообразование на поверхности малоуглеродистой стали в процесс ее коррозии. “Екологічна безпека: проблема і шляхи вирішення”, Харків, т. 1, 2007. - с. 22-27.
4. Белевцев Р.Я., Спивак С.Д., Соботович Э.В., Бондаренко Г.Н., Козлова И.А., Лабунец В.Ф., Сливинский В.М., Блажко В.И., Николаенко В.И. О новых технологиях модификации трибосистем с уменьшением трения на поверхности авиационных сплавов при биоминералообразовании, “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”, Харків, т. 11, 2012, с. 212-216.
5. Микробная модификация поверхности материалов. / А.П.Кудрин, В.Ф.Лабунец, В.Г.Лазарев и др. // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2005. - № 5 (17). – С. 68 – 75.
6. Biotechnology perspectives in surface engineering. Review. V.F. Labunets, V.G. Lazarev, R.J. Belevtsev, I.P. Kozlova / *Proceedings of the 5-th World congress "Aiation in the XXI-st century" "Safety in Aviation and Space Technologies"* V. 2, Sep. 2012 P. 4.1.26 – 4.1.29.
7. Bacteriogenic products using for increasing performance capabilities of the detonating coatings V. Labunets, V. Lazarev, E. Korbut, T. Klimova, I. Kozlova. / *Proceedings of the 4-th World congress "Aiation in the XXI-st century" "Safety in Aviation and Space Technologies"* V. 1, Sep. 2010, P. 13.55 – 13.58

*Голубцова В. В., студентка, Ястремська Л. С., к.с-г.н,
(Національний Авіаційний Університет, Україна, Київ)*

ПРОВЕДЕННЯ МОНИТОРІНГУ ЯКОСТІ СТІЧНИХ ВОД М. СЛАВУТИЧ

Проведено моніторинг якості очищення стічних вод м. Славутич. Виявлено, що очисні споруди міста забезпечують збір, водовідведення та скид стічних вод у р. Дніпро в повному обсязі, але методи їх очищення треба вдосконалювати.

Проблема очищення стічних вод та їх скид у систему водовідведення є дуже актуальною. Очищення стічних вод проводять з метою видалення з них зважених і розчинних органічних і неорганічних сполук до концентрацій, які не перевищують регламентовані (гранично допустимі концентрації, ГДК). Чим нижче вміст забруднень в очищеній стічній воді - тим вище її якість. Нормативи якості та обсяги води, що скидається (гранично допустимі скиди, ГДС) призначаються з урахуванням співвідношення обсягів стічних вод, які скидаються і води водоприймального природного водоймища, процесів самоочищення у водоймі, категорії водойми і змісту фонових забруднень.

ГДС забруднюючих речовин зводиться до визначення маси забруднюючих речовин в стічних водах, допустимих до відведення водного об'єкту в одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті [1].

У м. Славутич утворюються побутові, дощові, талі та поливомийні стічні води, які надходять до насосної станції, очищуються та скидаються в р. Дніпро рівномірно протягом діб. На очисних спорудах використовують механічні (блок 1), фізико-хімічні (блок 2) та біологічні методи очищення (блок 3). Загальна схема очисних споруд м. Славутич представлена на рис. 1.

Стічна вода м. Славутич (побутова та виробнича: дренажні стоки з мулових, компостних, піскових площадок та мулоущільнювачів) поступає на механічне очищення (блок 1) до приймальної камери, де встановлені електродні датчики для контролю за надходженням стічних вод ЭХО-1.

Механічне очищення відбувається у двох пісколовках, розподільчих камерах, камерах переключення та лотків. Залишки розчинних забруднень видаляються у процесі відстоювання стічної води у двох резервуарах освітлювачах. Рівномірність подачі сточної води в пісколовки забезпечується регулюванням шиберів, які встановлені до і після пісколовок. Пісколовки, з круговим рухом води, призначені для виділення тяжких мінеральних домішків (головним чином піску) із стічних вод. Стічна вода із розподільчої камери (1) по підводящому лотку надходить в кільцевий лоток (2) пісколовки. Пісколовки забезпечують 85-90% видалення піску та інших мінеральних сумішей з щільністю фракцій більше 0,15-0,25. Мінеральні частки (пісок) сповзають в нижню конічну частину пісколовки, а вода по відводящому лотку (3) направляється на фізико хімічну очистку (блок 2).

Фізико-хімічне очищення стічних вод. Сюди подається коагулянт «ПОЛІВАК 40» 140 г/м^3 (густиною $1,38 \text{ г/см}^3$), а також розчин «ОПТИФЛОС» 8 г/м^3 (густиною $1,02 \text{ г/см}^3$). Сутність фізико-хімічної очистки полягає у введенні у стічну воду коагулянтів, коагулювання забруднень і частковому виділенні їх із води у процесі відстоювання у вертикальних відстійниках. Очищені стоки, перед скидом у р.Дніпро, ще знезаражують гіпохлоритом натрію (6).

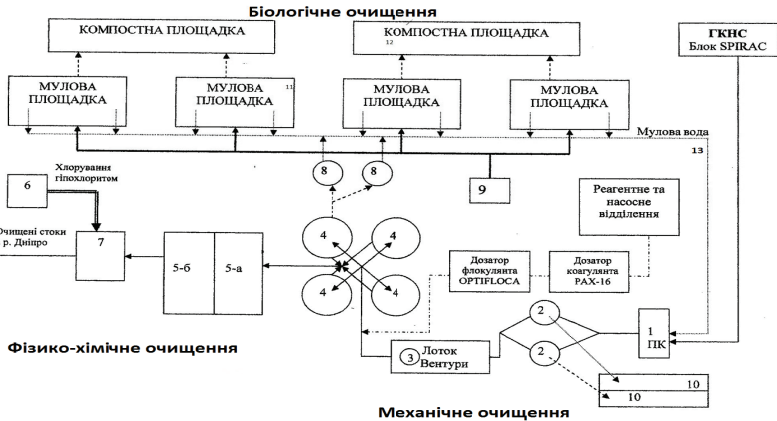


Рис.1 Схема очисних споруд м.Славутич

Механічне очищення: 1 - приймальна камера; 2 - пісковловлювач; 3 - лічильник стічних вод (лоток Вентури); Фізико-хімічне очищення: 4 - вертикальні відстійники; 5а,б – блок обробки реагентом; 6 - електролізаційна хлораторня; 7 - блок знезараження NaOCl; Біологічне очищення: 8 - ілоуцілювач; 9 - компостні та мулові площадки

Біологічне очищення відбувається спочатку на мулових, а потім на компостних площадках. Мулова вода із мулових (11), піскових (2), та компостних (12), площадок по дренажній мережі (13) станції направляється в приймальну камеру (1).

Санітарно-епідеміологічна безпека води забезпечується тільки за умови її знезараження. При цьому ступінь зниження бактеріальних забруднень стічних вод на станціях повної біологічної очистки із знезараженням підвищується до 99,5-99,99%. На очисних спорудах м.Славутич для знезараження використовують хлорування (гіпохлоритом натрію). Гіпохлорит натрію менш небезпечний у використанні і при зберіганні, ніж рідкий хлор. Освітлені стоки надходять в резервуар доочищених стоків (7) куди по трубопроводу із хлораторної для знезараження подається гіпохлорит натрію $3,5-4,0 \text{ г/м}^3$ стоків, а потім самопливом (або насосами якщо велике надходження стоків) по двом ниткам колектора в р. Дніпро.

Відстійники розраховані на ефект освітлення стічних вод 65-75 % при вологості осаду 93-95%. Мулові площадки забезпечують зниження вологості осаду із ілоуцілювачів до 70-80% за рахунок дренажів. Збір та вивіз

зневодненого осаду з площадок механізовано. Після мулових площадок зневоднений до 80% вологості осад подається для компостування на компостні площадки, де зберігається 4 роки у вигляді штабелів. Площадки для компостування повинні забезпечувати знезараження зневодненого осаду в процесі тривалого зберігання (4 роки) впродовж розігріву, який триває в результаті перегнивання органічних забруднень, сконцентрованих в осаді.

Перед вигрузкою компостних площадок відбираються проби компосту для аналізу в СЕС.

Згідно представленим показникам якості стічних вод [2] зразки води, які скидали у р. Дніпро після очищення не перевищували ГДК за всіма основними показниками, але за ХСК та БСК_п спостерігали перевищення у 2,5-3 рази (табл.1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники якості води, які скидають у р. Дніпро (станом на 02.2013 р)

Показники, мг/дмі	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.	ГДК
Завислі речовини	13.27	14.5	13.96	12.8	15,0
Хлориди	56.8	6..05	57.09	56.85	350,0
Сульфати	53.9	34.5	26.39	32.25	500,0
Нітрити	0.043	0.041	0.04	0.038	3,0
Нітрати	0.46	0.43	0.49	0.44	45,0
Фосфати	1.6	2,0	1.59	1.57	4,0
Нафтопродукти	0.059	0.054	0.047	0.047	0.1
ХСК	76.04	79	77.8	74.75	15,0-30,0
БСК _п	15,9	14,3	18,5	14,7	3,0-6,0
Збудники захворювань	-	-	-	-	Не повино бути

Проведений моніторинг об'ємів скидів стічних вод за період 2008 - 2012 років виявив поступове зниження скидів води, які не перевищують норми ГДС (2млн/м³) (рис.2).

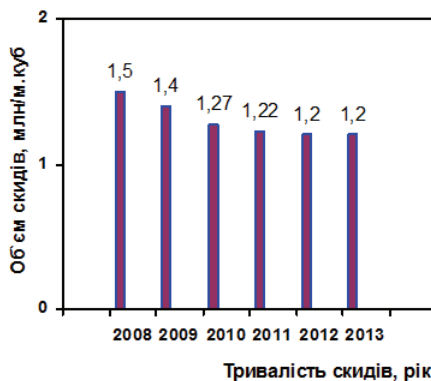


Рис. 2. Об'єми скидів стічних вод м. Славутич за період 2008 - 2012 років

Висновки

Отже, встановлено, що потужності очисних споруд м. Славутич забезпечують збір, водовідведення та скид стічних вод у р. Дніпро в повному обсязі, але методи їх очищення треба вдосконалювати, оскільки за СанПін № 4630-88 ХСК та БСК показники якості води не відповідають нормативам ГДК якості стічної води яку можна скидати у системи водовідведення. Скид стічних вод м. Славутич в р. Дніпро відбувається на основі спеціального дозволу № 354/26 який видається міськими органами екологічної безпеки, отже за цим документом ХСК та БСК не перевищують норми [3].

Список літератури

1. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти зі зворотними водами / Наказ Мін-ва охорони навколишнього природного середовища України затв. 15.12.1994 №116.

2. СанПін № 4630-88 "Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения" затв. 04.07.1988 № 4630-88.

3. СанПін № 354/26 «Дозвіл на спеціальне водокористування» затв. 11.12.2012 по 01.01.2016 р.

*Т.В. Козлова, кандидат технічних наук, доцент
О.І. Данилко, здобувач
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

НАУКОВО-ІНФОРМАЦІЙНЕ СУПРОВОДЖЕННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ТА КАРТОГРАФІЧНИХ РОБІТ ІЗ ДЕМАРКАЦІЇ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ УКРАЇНИ

У роботі досліджені питання науково-інформаційного супроводження топографо-геодезичних та картографічних робіт із демаркації державного кордону України. Проведено аналіз існуючого стану та визначено тенденції розвитку картографічного забезпечення делімітації та демаркації державного кордону України.

Формування кордонів України є одним із пріоритетних державотворчих процесів, оскільки чітко зафіксовані кордони визначають територіальний суверенітет держави. Ефективно реалізована прикордонна політика є запорукою соціально-економічного розвитку прикордонних територій.

Державні кордони, погоджені з сусідніми державами, вважають визнаними та встановленими на міжнародній арені. Встановленими вважають кордони, якщо вони делімітовані і демарковані. Усі документи з делімітації і демаркації кордонів є складовими договорів про територіальне розмежування, поступки, обмін, продаж територій і підлягають затвердженню вищими органами державної влади суміжних держав, що домовляються.

Метою роботи є дослідження питань та визначення тенденцій розвитку науково-інформаційного супроводження топографо-геодезичних і картографічних робіт із демаркації українсько-білоруської, українсько-молдовської та сухопутної частини українсько-російської ділянок кордону.

Законодавча база щодо цього питання встановлюється Законами України «Про державний кордон України», «Про топографо-геодезичну та картографічну діяльність», Указом Президента України «Питання демаркації державного кордону України» від 31.10.2011 р. № 1008/2011.

Науково-інформаційне супроводження топографо-геодезичних та картографічних робіт із демаркації державного кордону включає:

- підготовку до засідань спільних комісій, експертних та робочих груп;
- здійснення консультацій за окремими процесами та видами робіт у період між засіданнями комісій, експертних та робочих груп;
- аналіз позицій другої сторони по спірних питаннях;
- опрацювання спільних рішень стосовно винесення лінії державного кордону на неузгоджених ділянках;
- розроблення актуалізованих пропозицій по компромісних формулах урегулювання неузгоджених ділянок державного кордону;
- підготовка компромісних варіантів винесення лінії державного кордону на місцевість на неузгоджених відрізках державного кордону;

- удосконалення нормативно-технічної бази з виготовлення підсумкових демаркаційних документів;
- опрацювання додаткових матеріалів: технічної документації, космічних знімків, спеціальної літератури тощо.

До картографо-геодезичного забезпечення договірно-правового оформлення кордону України державна картографо-геодезична служба приступила в 1992-му році. Підприємства галузі, насамперед Українське державне аерогеодезичне підприємство та Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, забезпечили виконання складного комплексу робіт із делімітації українсько-білоруської, українсько-молдовської та сухопутної частини українсько-російської ділянок кордону [1].

Загальна протяжність українського кордону становить 6992,982 км.

З Республікою Білорусь протяжність державного кордону становить 1 084,2 км, у т.ч.: сухопутна ділянка – 758,2 км, водна 326 км. Договір між Україною та Республікою Білорусь про державний кордон підписано 12 травня 1997 р. За результатами відповідних переговорів були підготовлені делімітаційні документи – Альбом карт і текст Протоколу-опису проходження державного кордону як невід’ємних складових Договору про державний кордон. Значений Договір ратифіковано Верховною Радою України 18 липня 1997 р., а Палатою Представників Національних Зборів Республіки Білорусь (нижня палата парламенту) – 2 квітня 2010 р., Радою Республіки Національних Зборів Республіки Білорусь (верхня палата парламенту) – 26 квітня 2010 р. Президентом Республіки Білорусь підписано Закон Республіки Білорусь від 17.05.2010 № 130-3 «Про ратифікацію Договору між Україною та Республікою Білорусь про державний кордон», але, на жаль, договір чинності не набув, оскільки не відбувся обмін ратифікаційними грамотами, що не дає змогу розпочати демаркацію українсько-білоруського державного кордону (табл. 1).

Загальна протяжність державного кордону з Республікою Молдова становить 1 222 км, у т.ч.: сухопутна ділянка – 955 км, річкова – 267 км. Делімітацію завершено у 2001 р. з набуттям чинності Договору про державний кордон [2]. У березні 2002 р. розпочато демаркацію українсько-молдовського кордону. Науково-інформаційне супроводження топографо-геодезичних та картографічних робіт із демаркації українсько-молдовського державного кордону включало: підготовку до засідань комісій, експертних та робочих груп, виконання доручень комісій та замовника; здійснення консультацій по окремих процесах та видах робіт в період між засіданнями комісій, експертних та робочих груп; аналіз позиції молдовської сторони по спірних питаннях; опрацювання спільних рішень стосовно винесення лінії державного кордону на неузгоджених ділянках; удосконалення нормативно-технічної бази з виготовлення підсумкових демаркаційних документів; розроблення актуалізованих пропозицій по компромісним формулах урегулювання неузгоджених відрізків південної ділянки українсько-молдовського державного кордону; опрацювання додаткових матеріалів: технічної документації, космічних знімків, спеціальної літератури тощо; підготовка компромісних варіантів винесення лінії державного кордону на місцевість на неузгоджених відрізках південної ділянки українсько-молдовського державного кордону.

На сьогодні демаркація близька до завершення: розроблено інструкції на виконання демаркаційних робіт, винесено на місцевість та встановлено прикордонні знаки на північній та південній ділянках, наближаються до завершення роботи зі створення демаркаційної карти. Однак залишається ще значний обсяг робіт на центральній ділянці (139, 76 км не продемарковано), який через політику керівництва Придністров'я не вдається завершити (див. табл.1).

Таблиця 1

Офіційні картографо-геодезичні документи на державний кордон України

Країна і протяжність кордону з Україною	Офіційні договірні картографічні документи і роки їх створення	Основний та додатковий масштаби карт	Примітки
Білорусь 1084,2 км	Чергова довідкова карта масштабу 1:100 000 (1991 р.)	1:10 000	Виконано делімітацію в 1993–1997 рр. (договір про ратифікацію не набув чинності)
Молдова 1222,0 км	Документи делімітації 1999 р.	1:50 000 – основний; 1:10 000 і 1:25 000 – робочі карти	Виконано делімітацію в 1995–2001 рр. Виконується демаркація (з 2002 р.)
Росія 2295,04 км	Документи делімітації 2003 р.	1:50 000	Виконано делімітацію сухопутної ділянки у 1998–2003 рр. Розпочато демаркацію у 2010 р., польові роботи – у 2012 р.

Загальна протяжність державного кордону та меж морських просторів з Російською Федерацією становить 2 295,04 км, у т.ч.: сухопутна ділянка – 1 974,04 км, морська – 321 км. Делімітацію сухопутної ділянки українсько-російського державного кордону було розпочато у 1998-му, а завершено у 2003-му році (див. табл. 1). Демаркацію розпочато у 2010 році, а польові роботи щодо виносу лінії державного кордону на місцевість у 2012 році.

У ході переговорного процесу та підготовки підсумкових договірних документів делімітації державного кордону між Україною та Російською Федерацією виконано картографо-геодезичні роботи для забезпечення засідань комісій, їх експертних та робочих груп описом та альбомом карт державною мовою із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій.

Для виготовлення двох альбомів карт державного кордону між Україною та Російською Федерацією було виконано такі картографічні роботи [3]:

– векторизація растрового зображення проекту лінії кордону на фрагментах, її перевірка та узгодження з елементами змісту карти;

- коректура векторної моделі карти; друк на плотарі графічних копій електронних карт для перевірки, приймання карт та погодження з російською стороною;
- коректура графічних копій електронних карт;
- друк сторінок альбому для затвердження та погодження експертами;
- погодження проекту лінії кордону та узгодження її з елементами змісту карти;
- друк окремих сторінок для створення альбому карт та палітурні роботи (обрізка, формування, зшивка);
- складання звіту.

Висновки

Аналіз науково-інформаційного супроводження топографо-геодезичних та картографічних робіт із демаркації державного кордону України показав необхідність першочергового впровадження сучасних геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування Землі, а також застосування отриманих на їх основі матеріалів. Виконання на цій основі робіт забезпечить ефективне вирішення таких задач:

- актуалізоване топографо-геодезичне, картографічне та інформаційне супроводження переговорного процесу з підготовки проектів Договорів між державами;
- науково-методичне супроводження топографо-геодезичних та картографічних робіт із демаркації державного кордону;
- підготовку спеціалістів з укладення угод про прикордонний рух та їх участь у міждержавних переговорних процесах.

Зазначені вище напрямки діяльності з делімітації та демаркації державних кордонів потребують відповідної своєчасної законодавчої підтримки на рівні України та мусять враховувати світовий законотворчий і технологічний досвід, накопичений у цій сфері.

Список літератури

1. *Р.І. Сосса*. Картографо-геодезичні роботи для встановлення державного кордону України / Р.І. Сосса, І.М. Заєць, М.О. Трюхан. За ред. Р.І. Сосси // Державна картографо-геодезична служба України (1991–2006): наукове видання. – К.: НДІГК, 2006. – С. 172–199.
2. *Договір* між Україною і Республікою Молдова про державний кордон від 18.08.1999 р., ратифікація від 06.04.2000 р. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/498_046.
3. *Заєць І.М.* Топографо-геодезична і картографічна складові делімітації та демаркації державного кордону України / І.М. Заєць, М.О. Трюхан, В.М. Яшук. – Вісник геодезії і картографії. – 2011. – № 5 (74). – С. 36–41.

*А.Ф. Данкевич, доцент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ВЕЛИКОМАСШТАБНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

В роботі обгрунтовані вимоги до проведення великомасштабного аерознімання місцевості з використанням безпілотних авіаційних систем та методики опрацювання матеріалів такого знімання.

Вступ. Топографо – геодезичне забезпечення виконання землевпорядних та інших робіт в ряді випадків вимагає наявності великомасштабних топографічних планів. Наприклад, для ведення державного земельного кадастру потрібні наступні масштаби планів: у містах республіканського і обласного підпорядкування - не дрібніше 1:500; у містах районного підпорядкування і селищах – не дрібніше 1:1000; у селах - 1:2000 [1]. Аналогічні вимоги до топографо – геодезичного забезпечення проектування різнобічних робіт будівельного та інших напрямків [2]. Отримувати великомасштабні плани доцільно при певних умовах шляхом виконання аерознімання з використанням безпілотних авіаційних систем (БАС), які на теперішній час успішно застосовуються арміями різних країн для вирішення багатьох військових задач (розвідки, патрулювання та фотографування місцевості, доставки боєприпасів і вантажів, виявлення місць розташування протиповітряних сил супротивника тощо).

Аналіз поточного стану проблеми та обгрунтування задач дослідження. Традиційні методи великомасштабного аерознімання зі супутників, літаків або гелікоптерів для забезпечення виконання землевпорядних та інших робіт мають певні недоліки. Не завжди можна отримати якісні супутникові знімки з архіву через хмарність атмосфери, а отримання аерознімків на замовлення вимагає часу і не є дешевим. На теперішній час матеріали найбільш точних супутникових аерознімків дозволяють отримувати знімки з максимальною роздільною здатністю в надирі порядку 0,5 м, яка не відповідає вимогам точності створення топографічних планів масштабів 1:2000 – 1:500. Аерознімання з літаків та гелікоптерів вимагає значних затрат на їх обслуговування та заправку, організацію знімання, що приводить до його подорожчання. Аерознімання зі супутників, літаків та гелікоптерів не досить рентабельне при картографуванні невеликих земельних ділянок та при проведенні регулярного моніторингу різних об'єктів (трубопроводів різного призначення, ЛЕП, транспортних магістралей, сільськогосподарських полів, тощо).

По даним UVS International (провідної міжнародної організації безпілотних систем) безпілотні літальні апарати (БПЛА або БЛА) виготовляють більш чим у 50 країнах світу. У Російській Федерації серійно виготовля-

ються декілька типів БПЛА, апробованих і придатних для виконання аерознімання, наприклад Птерео-Е4, Дозор-50, ZALA 421- Ф

[3]. В Україні також розроблено і випускається ряд моделей БПЛА різного призначення: багатопільовий «Сокіл», висотний А-10 «Фенікс», ціле сімейство «Стрепетов», маневрений А-12 «Ураган» (приспосований для дій в умовах населених пунктів, оскільки він може маневрувати між будівлями), А-5 «Орлан» для умов високогір'я і великих водних просторів тощо.

Для аерознімання, в основному, використовуються БПЛА літакового або гелікоптерного типу з бензиновими або електричними двигунами, максимальною злітною масою до 50 кг, з напівавтоматичним або автоматичним керуванням. Військовими спеціалістами відпрацьована технологія аерознімання з використанням БАС та отримання потрібних ім фото- та відеоматеріалів, але топографо – геодезичне забезпечення виконання будівельних, землевпорядних та інших робіт потребує топографічних матеріалів більшої точності та масштабу. При певних умовах аерознімання з використанням БАС може мати порівняно з традиційними методами аерознімання наступні переваги: оперативність та рентабельність отримання аерознімків; знімання місцевості з відносно невеликих висот та отримання при цьому аерознімків високої роздільної здатності; можливість виконання аерознімання недоступних територій; проведення аерознімання в зонах надзвичайних ситуацій без ризику для здоров'я працівників.

Стримуючими факторами широкого використання БАС для аерознімання є порівняно висока на даний час їх аварійність (на більшості типів сучасних БПЛА для зменшення їх вартості та ваги встановлюють автопілоти спрощеної конструкції, вони дають інформацію про небезпечні наземні висотні об'єкти та уникнення зіткнень з ними та землею); відсутність нормативно-правової бази для використання БПЛА у повітряному просторі країни; недостатній практичний досвід виконання такого аерознімання.

Вирішення проблеми. Аерознімання місцевості з використанням БАС принципово не відрізняється від класичного аерознімання з літаків або гелікоптерів, але має свої особливості. Політ БПЛА нестабільний по висоті та напрямку, на його траєкторію впливають пориви вітру, турбулентність атмосфери та інші збурювальні фактори. Як наслідок, блоки аерознімків, отримані з БАС, можуть мати хорошу детальність, яскравість та контрастність, але низьку фотограмметричну якість з точки зору застосування стандартних фотограмметричних пакетів для опрацювання аерознімків. Тому аерознімання з використанням БАС з метою отримання якісних великомасштабних планів потребує неухильного забезпечення вимог до геометричних параметрів знімання.

БАС для великомасштабного аерознімання місцевості, крім БПЛА, у ідеальному варіанті повинна мати бортовий комплекс керування (як правило, це автопілот та накопичувач польотної інформації), корисне навантаження та наземну станцію керування [3].

Задачами автопілота є: автоматичне керування польотом БПЛА по заданому маршруту і, особливо; дотримання розрахованої висоти та швидкості польоту, стабілізації кутів орієнтації; забезпечення успішної примусової по-

садки у випадку відказу двигуна та інших серйозних неполадок БПЛА; керування бортовими системами та корисним навантаженням, наприклад, стабілізацією камери та часовою і координатною синхронізацією спрацювання затвору камери, випуском парашута тощо. До корисного навантаження відносяться фотокамера, відеокамера, тепловізор, інфрачервона камера, бортовий комп'ютер тощо. Функціями наземної станції керування є слідкування за польотом, передача необхідних команд та прийом даних.

На БПЛА бажано встановлювати цифрові камери типу Canon, які мають надійну електронну систему керування та високу роздільну здатність. Якщо з мотивів обмеженої вартості та можливості пошкодження при «жорсткій» аварійній посадці на БПЛА встановлюють побутову камеру, то її слід відкалібрувати, тобто визначити точне значення її фокусної відстані, положення головної точки об'єктива та його дисторсію. При аерозніманні бажано відключати функцію автоматичного фокусування, а фокус камери встановлювати на безкінечність. Внаслідок невеликих висот польоту (300 – 1000 м) та значної швидкості польоту БПЛА (70 – 150 км/год.) витримку при зніманні для зменшення нечіткості аерознімків слід встановлювати 1/200 с і менше.

Для строгого фотограмметричного опрацювання аерознімків та отримання максимальної точності великомасштабних ортофотопланів внаслідок недостатньої стабільності польоту БПЛА аерознімання слід виконувати з підвищеним поздовжнім (80%) та поперечним (40%) перекриттями аерознімків [4]. Такі величини перекриттів запобігають виникненню розривів у фототріангуляційних блоках при опрацюванні аерознімків.

Виконання аерознімання з малих висот вимагає чіткого дотримання певних вимог. Застосування навігаційних GPS якісно покращує процес аерознімання [5]. Аерокамери останнього покоління об'єднуються з GPS в єдину систему, яка дозволяє повністю автоматизувати аерознімальний процес. В таких системах використовується двочастотний GPS-приймач, який працює в режимі DGPS; тому в районі знімального об'єкту встановлюється наземна базова станція. Саме диференційований режим дозволяє уникнути неоднозначності у визначенні координат БАС після відповідної математичної обробки. Зазначимо, що сучасні системи дозволяють фіксувати положення аерокамери з високою точністю, що задовольняє вимоги великомасштабного картографування. Застосування GPS при аерозніманні дозволяє: витримувати аерознімальні маршрути згідно з проектом (координати точок маршрутів задаються і вводяться в комп'ютер); оптимізувати процес заходу БАС на аерознімальний маршрут (розвороти, зміна курсу, зміна висоти польоту тощо); виводити БАС в задану точку простору, звідки треба виконувати аерознімання; фіксувати координати центра проекції підчас експозиції з високою точністю (до 5-10 см).

Остання з можливостей є дуже важливою і полягає в наступному. Якщо під час польоту зафіксовані просторові координати центрів проекцій (лінійні елементи зовнішнього орієнтування), то це суттєво впливає на спрощення технології фотограмметричних робіт [6]. В цьому випадку будувати блочну мережу фототріангуляції можна або зовсім без опорних точок (без польової

прив'язки аерознімків), або з незначною їх кількістю (2 - 4 точки на 100 знімків), що значно здешевлює аерознімальні роботи.

GPS бажано поєднувати з інерціальною навігаційною системою (ІНС). ІНС складається з гіроскопа (виконує кутову стабілізацію аерокамери під час нахилу БАС) та акселерометра (визначає зміну швидкості польоту БАС). Об'єднання GPS та ІНС дає додатковий ефект: при коротких часових проміжках ІНС "корегує" дані GPS, а при довгих часових проміжках GPS компенсує систематичні похибки ІНС. Інтегровані навігаційні системи (GPS + ІНС) стають невід'ємною частиною сучасних цифрових аерознімальних комплексів. Вони також дозволяють фіксувати кути нахилу знімальної камери з точністю до долей градуса, що дозволяє вирішувати ряд фотограмметричних задач.

Опрацювання матеріалів аерознімання з використанням БАС можливо виконувати за допомогою стандартних пакетів фотограмметричного програмного забезпечення (Delta/Digitals, ЦФС PHOTOMOD та інших). Нестабільність польоту БАС, її розвороти при заході маршрут можуть приводити до значних (потрійних та більших) перекриттів аерознімків, що спричиняє певні ускладнення використання стандартних фотограмметричних програмних пакетів. Ці та інші ускладнення для особливих випадків аерознімання можуть ліквідуватись у ручному режимі безпосередньо виконавцем робіт.

Висновки

1. Внаслідок можливої нестабільності польоту БПЛА для досягнення максимальної точності (наприклад, 1-2 GSD) створюваних ортофотопланів з матеріалів аерознімання потрібно: виконувати аерознімання з підвищеними поздовжнім та поперечними перекриттями аерознімків (відповідно 80% та 40%); забезпечувати наявність опознаків на маршрутах або навіть на окремих аерознімках; використовувати для знімання калібровані камери з високою роздільною здатністю, які забезпечують витримку 1/200 с і менше та мають фіксовану фокусну відстань; доповнювати та погоджувати роботу аерознімальної камери роботою бортових двохчастотного GPS приймача з диференційним режимом вимірювань, інерціальної навігаційної системи та комп'ютера; виконувати строге опрацювання матеріалів аерознімання з контролем всіх його етапів та, по можливості, використовувати при цьому стандартні пакети фотограмметричного програмного забезпечення.

2. Подальше розширення застосування БАС для крупномасштабного картографування місцевості можливе при поєднанні зусиль як виробників БАС, в тому числі виробників повноцінного бортового фотограмметричного обладнання, так і розробників фотограмметричного програмного забезпечення опрацювання аерознімків. З однієї сторони повинно підвищуватись забезпечення дотримання геометричних параметрів аерознімання та накопичення практичного досвіду його виконання. З другої сторони бажане пониження вимог до вхідних матеріалів для пакетів стандартного фотограмметричного програмного забезпечення опрацювання аерознімків.

Список літератури

1. Земельний кодекс України. // Землепорядний вісник. -2001, № 4 – с. 12 – 55.
2. ДБН А.2.1 – 1 -2008. Інженерні вишукування для будівництва. – Київ, Укр НДПНТВ Мінрегіонбуду України, 2008. -22 с.
3. Чистяков Н.В. Что такое ДПЛА. <http://dpla.ru> — сайт для обсуждения научно-технических проблем отечественного тактического ДПЛАстроения.
4. Скубиев С.И., Использование беспилотных летательных аппаратов для целей картографии. Тезисы X Юбилейной международной научно-технической конференции «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии». Гаета, Италия, 2010 г.
5. Мельников С.Р., Дроздов О.В., Егоров В.Е. и др. Новая технология цифровой топографической съемки // Информационный бюллетень ГИС-ассоциации.- 1999.- №1(18).-с. 61.
6. Дорожинський О.Л. Аналітична та цифрова фотограмметрія. Конспект лекцій для студентів базового напрямку "Геодезія, картографія, земле-впорядкування".- Львів, 2000.- 80 с.

*І.О. Новаковська, кандидат економічних наук, доцент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ТА ОХОРОНИ ОСОБЛИВО ЦІННИХ ЗЕМЕЛЬ

В статті розглянуто передумови формування особливо цінних земель, їх склад, правовий режим використання та охорони, проблеми законодавчого регулювання зміни цільового призначення. Наголошується на необхідності розширення переліку та внесення меж особливо цінних земель до Державного земельного кадастру.

Виходячи з незмінності землі як природного ресурсу та матері нашого багатства Конституція України (стаття 14) визначила землю основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави. Економічне, ефективне, раціональне й екологічнобезпечне використання земельного фонду та його всіляка охорона стали в сучасних умовах однією з найактуальніших проблем національної безпеки країни.

Починаючи з Земельного кодексу 1970 року земельне законодавство чітко регламентувало режими землекористування, зокрема охорони земель та їх перерозподілу в залежності від виду та якості угідь. Зокрема спеціальній охороні підлягали сільськогосподарські угіддя, особливо зрощувані та осушені землі. Вилучення ділянок із земель, що мають культурне або наукове значення, допускалося лише у випадках особливої необхідності. Також особливій охороні підлягали землі курортів. Використання земель заповідників допускалося лише в наукових цілях або для забезпечення і примноження їх багатств.

З прийняттям у грудні 1990 року нового Земельного кодексу реалізація вимог щодо раціонального використання та охорони високопродуктивних угідь обумовила необхідність встановлення особливою порядком вилучення земель для державних і громадських потреб, яке допускалося, як виняток, лише за рішенням Верховної Ради України. У складі земель держави визначено особливо цінні продуктивні землі, природні та історико-культурні об'єкти (види ґрунтів, землі дослідних господарств і дослідних полів, заповідний фонд, археологічні пам'ятки тощо), вилучення земельних ділянок з яких заборонено, за винятком, будівництва лінійних об'єктів, нафтових і газових свердловин тощо. Формування інституту особливо цінних земель започатковано і безпосередньо пов'язано з нормами статті 33 вказаного Кодексу[1].

Площа особливо цінних продуктивних земель за видами ґрунтів станом на 01.11.1989 р. складала 14882 тис. га сільськогосподарських угідь, з них орних земель 14189 тис. га або відповідно 36,7% та 44,8% загальної площі відповідних угідь, на яких було проведено ґрунтові обстеження. За рішенням Держкомзему України у 2003 році площа особливо цінних груп ґрунтів була переглянута у бік скорочення і зменшена на 2,9 млн. га для сільськогосподарських угідь і на 3,2 млн. га – для ріллі. Площу коричневих ґрунтів Південного узбережжя Криму, що віднесені до особливо цінних, наприклад, було без особли-

вих підстав зменшено на 8,7 тис. га. Відповідних змін до законодавства не було внесено[2].

За чинним Земельним кодексом (набрав чинності 1.01.2002 р.) до особливо цінних земель відносяться:

у складі земель сільськогосподарського призначення: чорноземи нееродовані несолонцюваті на лесових породах; лучно-чорноземні незасолені несолонцюваті суглинкові ґрунти; темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені на лесах і глеюваті; бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньо глибокі ґрунти; дерново-підзолисті суглинкові ґрунти; торфовища з глибиною залягання торфу більше одного метра і осушені незалежно від глибини; коричневі ґрунти Південного узбережжя Криму, дернові глибокі ґрунти Закарпаття;

землі, надані в постійне користування НВАО «Масандра» та підприємствам, що входять до його складу; землі дослідних полів науково-дослідних установ і навчальних закладів;

землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення, землі історико-культурного призначення[3].

Включення у червні 2009 р. до складу особливо цінних земель науково-виробничого аграрного об'єднання «Масандра» та підприємств, що входять до його складу, є певною компенсацією площі коричневих ґрунтів, яку пропонувалося у 2003 році за рішенням Держкомзему, зменшити.

Віднесення особливо цінних земель державної та комунальної власності з вказаними видами ґрунтів до категорій земель несільськогосподарського призначення, погодження місця розташування об'єктів на цих землях, а також припинення права постійного користування на них здійснюється за погодженням з Верховною Радою України. Зміна цільового призначення особливо цінних земель допускається лише для розміщення дозволених законом об'єктів, при чому земельних ділянок природно-заповідного фонду, історико-культурного, лісгосподарського призначення державної та комунальної власності за погодженням з Кабінетом Міністрів України.

Формування складу особливо цінних земель не позбавлено і ряду недоліків. Невиправданим є обмеження переліку особливо цінних ґрунтів лише землями сільськогосподарського призначення. Ґрунтовий покрив зазначених видів повинен захищатися незалежно від категорій земельного фонду.

Перелік особливо цінних земель необхідно розширити за рахунок земель оздоровчого та лісгосподарського призначення, земель водного фонду, зайнятих прибережними захисними смугами. На землях оздоровчого призначення, як вказується у ст. 48 чинного Кодексу, забороняється діяльність, яка суперечить їх цільовому призначенню або може негативно вплинути на природні лікувальні властивості цих земель. Зміна цільового призначення земель лісгосподарського призначення провадиться за погодженням з Кабінетом Міністрів України, тобто ці землі вже прирівняні до особливо цінних. Прибережні захисні смуги вздовж річок, морів, навколо озер і водосховищ є природоохоронною територією з режимом обмеженої господарської діяльності, яка потребує подальшого захисту від несанкціонованої забудови, забруднення та засмічення.

Належне управління процесом формування, використання та охорони особливо цінних земель неможливе без уточнення груп ґрунтів, які відносяться до особливо цінних, усунення колізій між законодавчими нормами і підзаконними актами, здійснення картування особливо цінних земель з видачею відповідних матеріалів місцевим органам виконавчої влади та органам місцевого самоврядування, внесення відомостей про межі особливо цінних земель до Державного земельного кадастру.

Суттєвого удосконалення вимагають чинні правові норми щодо зміни цільового призначення особливо цінних земель. Наявність у державному земельному кадастрі трьох видів інформації щодо цільового призначення земель ускладнила вибір критеріїв для внесення вказаної зміни.

Як відомо, за законом (стаття 19 Кодексу) в кадастрі є дані щодо категорій земель (дев'ять категорій за основним цільовим призначенням). Згідно статті 20 в межах певної категорії визначаються види використання земельних ділянок (встановлено шість видів для земель сільськогосподарського призначення, для земель оборони види не встановлено, для інших категорій земель види використання повинні визначатися самостійно власниками або користувачами земель в межах вимог для використання цієї категорії). Згідно постанови Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 р. «Про затвердження порядку ведення Державного земельного кадастру» визначено 105 видів цільового призначення земельних ділянок, які вносяться до кадастру відповідно до складеної землевпорядної документації.

Ураховуючи викладене виникли складнощі відносно того, яким критерієм керуватися при вирішенні питання про зміну цільового призначення земельної ділянки – категорією земель; видом використання земельної ділянки в межах певної категорії; видом цільового призначення земельної ділянки в межах певної категорії. Між собою показники вказаних критеріїв не співпадають.

Реалізація запропонованих пропозицій та усунення колізій вимагають внесення відповідних змін до чинного законодавства. Передусім необхідно привести площі особливо цінних груп ґрунтів, що встановлені їх переліком, затвердженим Держкомземом України, у відповідність до видів ґрунтів, які відповідно до Земельного кодексу України, визнано особливо цінними. Слід виключити розподіл груп ґрунтів на землі загальнодержавного та регіонального значення, оскільки ні законодавство, ні практика не передбачають такого поділу. Можливо такий розподіл був пов'язаний з необхідністю виведення із-під мораторію окремих груп ґрунтів. На думку авторів цієї пропозиції, шляхом віднесення окремих площ до регіональних ґрунтів можна нівелювати порушення чинного законодавства, особливо щодо заборони забудови території на узбережжі Чорного моря, оскільки ці ґрунти вони вважають менш цінними за загальнодержавні ґрунти. Необхідно запровадити облік особливо цінних земель за видами ґрунтів, площами об'єктів природно-заповідного фонду, історико-культурного та оздоровчого призначення та лісовими площами з метою контролю за динамік

Висновки

1. Інститут особливо цінних земель зформувався у відповідності до Конституційних положень щодо особливої охорони землі як основного національного багатства і включає перелік високопродуктивних видів ґрунтів, земель науково-виробничого об'єднання «Масандра» та дослідних полів науково-дослідних установ і навчальних закладів, земель природно-заповідного фонду, іншого природоохоронного, а також історико-культурного призначення.

2. Передбачені чинним законодавством заборону та обмеження використання особливо цінних земель слід було б розповсюдити на землі оздоровчого призначення; прибережних захисних смуг вздовж річок, морів, навколо озер і водосховищ; а також ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, рекреаційно-оздоровчі, а також захисні ліси, внівши відповідні зміни до статті 150 Земельного кодексу України.

3. Належне управління процесом використання та охорони особливо цінних земель обумовлює необхідність їх картування, з видачею картографічних матеріалів місцевим органам влади для використання при вирішенні питань передачі у власність та у користування відповідних земельних ділянок, а також внесення меж цих земель до Державного земельного кадастру з метою використання при регулюванні земельних відносин.

4. Зміна цільового призначення земельних ділянок, в тому числі і з особливо цінними землями, вимагає правового удосконалення цього процесу з внесенням відповідних змін до статті 20 Земельного кодексу України.

Список літератури

1. *Земельний кодекс УРСР* від 18 грудня 1990 р. № 561-ХІІ
2. *Новаковський Л.Я.* Соціально-економічні проблеми сучасного землекористування / Л.Я.Новаковський, М.А.Олещенко. – К.: Урожай, 2009. – 276 с.
3. *Земельний кодекс України* від 25 жовтня 2001 р. № 2768-ІІІ

*Т.О. Дубрава, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

НАЦІОНАЛЬНИЙ АТЛАС УКРАЇНИ – ОСНОВНИЙ КАРТОГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ СТУДЕНТІВ НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

У доповіді розглянуті питання використання Національного Атласу України в навчальному процесі студентів Інституту екологічної безпеки Національного авіаційного університету. Проаналізовано можливості, актуальність та перспективи використання Національного атласу України.

Національний атлас України (далі НАУ)— науково-довідкове офіційне державне видання, в якому інтегровані новітні знання та інформація про Україну.

НАУ – вперше створений в історії держави картографічний твір енциклопедичного рівня, розроблений відповідно до Указу Президента України (від 1 серпня 2001р.) та Постанови Кабінету Міністрів України (від 26 грудня 2003р.) «Про затвердження програми підготовки та видання Національного атласу України» силами вчених та фахівців установ Національної академії наук України, Академії аграрних наук та ін., провідних вищих навчальних закладів держави, окремих міністерств, державних та громадських організацій. В Атласі відображено весь спектр знань про сучасну територію України.

В Атласі послідовно і взаємопов'язано висвітлюються різні аспекти природно-ресурсного, демографічного, економічного потенціалу країни, що базуються на сучасному банку даних, поповнення якого стимулюватиме подальший розвиток фундаментальних знань про Україну.

НАУ є важливою складовою загальної геоінформаційної системи держави. Він буде корисним у діяльності законодавчої та виконавчої влади в обґрунтуванні та визначенні стратегії реалізації програм соціально-економічного розвитку, у плануванні та здійсненні проектних, науково-дослідних робіт, у справах освіти та патріотичного виховання громадян.

Атлас розроблено згідно системи основоположних наукових принципів та підходів. Основними з них є:

- фундаментальність,
- комплексність та системність,
- структурованість інформації та різноманітність рівнів її узагальнення,
- різноманітність рівнів картографування.

Атлас складається з шести тематичних блоків: Загальна характеристика, Історія, Природні умови та природні ресурси, Населення та людський розвиток, Економіка, Екологічний стан природного середовища.

Блоки карт супроводжуються текстом, що вводить читача в його тематичне та інформаційне поле, великою кількістю додаткових до карт джерел інформації – графіків, діаграм, ілюстрацій. Обсяг Атласу - 440 сторінок. Атлас

має паперовий (із додатковим томом, що вміщує тексти та легенди карт російською і англійською мовами) і електронний формат.

За словами експертів країни, які вже мають власний атлас, можуть твердо казати про те, що територія і все, що на ній є і було – досліджена, при чому зібрана в єдину уніфіковану систему. Національні атласи, що їх видали більшість держав світу, виконують роль своєрідних банків даних їх розвитку, природи та суспільства.

НАУ – це не лише дані для географів або статистів, зібрану інформацію можуть використати і геологи, і геодезисти, і картографи, і екологи, і економісти, і гідрологи, і геофізики, і історики і т.д. Тобто Атлас – це універсальна енциклопедія реального часу, яку, я вважаю, необхідно використовувати майже скрізь, де є в цьому необхідність.

З виданням у 2008 році Національного атласу України, у друкованому та в електронному видах, з'явилися нові можливості та ідеї використання атласу в навчальному процесі Інституту екологічної безпеки Національного авіаційного університету.

Базуючись на власному досвіді, аналіз предметів, що вивчаються студентами освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр у галузі знань «Геодезія та землеустрій» показує що є необхідність у використанні НАУ в навчальному процесі. Але при орієнтації на таке використання повстають проблеми з його технічним, нормативно-правовим та фінансовим аспектами.

На сьогоднішній день на кафедрі Землепорядних технологій Інституту екологічної безпеки є один паперовий примірник атласу. Звичайно, це дуже мало для наявної кількості студентів і викладачів, тому виникає проблема ефективного використання ресурсів даного джерела. Атлас часто потрапляє в список рекомендованої літератури, але можливості працювати з паперовим примірником у студентів майже немає. Альтернативою може стати електронна версія в Інтернеті (<http://www.ignau.org.ua>) або на диску. Кожен бажаючий студент може отримати необхідні систематизовані дані про історію, географічне положення, ресурсний потенціал, природу, економіку і соціальні процеси України.

Слід зауважити, що електронну версію Атласу можна зробити динамічнішою або змінною в часі, надати можливість додавати графічні, статистичні та історичні дані, які відомі користувачам, і після необхідної перевірки включити їх до складу Атласу. Користувач ліцензійної електронної версії зможе завантажити з Інтернету файл, в якому будуть міститися нові офіційні дані і просто оновити їх у своїй програмі.

Також можна додати 3D-карти місцевості, які попередньо потрібно створити, аби аналіз певних ділянок мав реально-віртуальний характер. Тим самим давав змогу візуально представити те, з чим має справу студент, а також піднести вивчення певної дисципліни безперечно, на якісніший рівень.

Для нас, студентів, використання Атласу було б особливо актуальним і корисним, оскільки при вивченні багатьох дисциплін, при виконанні лабораторних і практичних робіт ми могли б використовувати карти з усіх тематичних блоків, статистичну інформацію, аналізувати її, і порівнювати з розрахованими нами даними.

Концепція розробки електронної версії НАУ будувалася на підходах, що дозволяють поєднувати основні положення традиційної картографії і геоінформаційних систем. Застосування ГІС-технологій надали широкі можливості рішення проблеми візуального одержання карт. Кожне окреме екранне зображення карти поступається своєму друкованому аналогу, але програмне забезпечення ГІС-оболонки дозволяє одержувати довільну кількість переглядів однієї й тієї ж карти, змінювати масштаб перегляду, показувати територію по шарах інформації тощо.

Така модель Атласу, на мою думку, є практичною і доступною, якщо порівнювати в ціновій політиці з друкованою версією. Ще одним, і вельми важливою перевагою є те, що певні статистичні дані і показники легше і швидше змінювати і оновлювати в електронній версії, адже в наш час інформація швидко втрачає свою актуальність. Такий недолік мають усі паперові атласи.

Впровадження електронної версії я вважаю необхідним для результативної, успішної та сучасної навчальної роботи студентів. Але є й інші форми електронних документів.

Сьогодні дуже важко собі уявити повсякденне життя студентів без мобільних телефонів, планшетів персональних комп'ютерів та Інтернету. У дусі дігтального покоління сучасності вже ведуться дискусії про різноманітні концепції та пілотні проекти юбіквідних атласів (Володченко 2012). Завдяки інформаційним технологіям з'явилися нові можливості для використання Національного атласу України. Наприклад, впровадження нового проекту «Атлас студента» (Володченко, Дубрава) - як посібника/додаткового атласу з використаними даними Національного атласу України (мобільний і юбіквідний доступ до атласної та іншої інформації в будь-якому місці і в будь-який час).

«Атлас студента» - це проект, що складається з рівносильних за своєю значимістю частин, теоретичної та практичної. Мета цього проекту – це створення доступної та уніфікованої бази даних для студентів різноманітних спеціальностей, Вищих навчальних закладів України і не тільки. Реалізація даного проекту буде мати найбільшого значення для студентів, які займаються вивченням наук про Землю.

Атлас-посібник може включати серію растрових зображень (відсканованих або сфотографованих фрагментів карт, таблиць, діаграм, текстів і т.д.) з Національного атласу України під конкретну лабораторну-практичну задачу або реферат. Дані та інформацію такого атласа-посібника можна буде не лише аналізувати, описувати та характеризувати. Їх можна буде використовувати у певних програмних середовищах (ESRI ArcGIS, Autodesk AutoCAD Map 3D, MapInfo Professional, Delta Digital). Таким чином, студент зможе самостійно обробляти і вивчати матеріал у зручний для себе час, зручним для себе способом і використовувати новітні технології.

Проект «Атлас студента» орієнтується на розширення індивідуальних можливостей студентів-користувачів різноманітною атласною та іншої інформацією.

Висновки

В результаті аналізу навчального процесу студентів Інститут екологічної безпеки Національного авіаційного університету показано, що є необхідність у реалізації та використанні Національного атласу України. На прикладі проекту «Атлас студента» показано можливість інтеграції даних та інформації з атласу в більш зручну та доступну для студентів форму.

Список літератури

1. Указ Президента України від 01.08.2001 № 574/2001 «Про Національний атлас України».
2. Головний сайт Національного атласу України – Режим доступу: <http://www.ignau.org.ua/>
3. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського, розділ Електронні наукові фахові видання, Вісник НАН України, 2008 р. – Режим доступу: <http://www.nbuuv.gov.ua/>
4. Вісник Національної академії наук України № 3 від 2008 р., автори А.Шпак, Л.Руденко, А.Бочковська – Режим доступу: <http://www.nbuuv.gov.ua/portal/all/herald/2008-03/a1-08.pdf>
5. Вісник геодезії та картографії № 4 (61), від 2009 р., автори: Ю.О. Карпінський, М.О. Трюхан – Режим доступу: http://www.nbuuv.gov.ua/portal/natural/Vhk/2009_4/Nac_atlas.pdf
6. Володченко, А.С., 2012: О концепции юбиквитного мини-атласа "президента" страны // Часопис картографії: зб. наук. пр./ Київ. нац. ун-т ім. Т. Г. Шевченка, Геогр. ф-т . Вип. 4, К.: КНУ, 2012, 2-8 с.
7. Володченко А. Юбиквитные мультимедийные атласные системы. В збірнику: Часопис картографії. Т. 2/2011. Київ 2011, 5-8 с.
8. Володченко, А.С., Дубрава Т.А.: «Атлас студента» - концепция юбиквитного мини-атласа и пособия по использованию Национального Атласа Украины в учебном процессе студентов Института экологической безопасности Национального авиационного университета. Пилотный проект. Дрезден - Киев 2013.

*Т.В. Козлова, кандидат технічних наук, доцент
М.В. Письменна, здобувач
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

СУЧАСНИЙ СТАН ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТА ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

У роботі висвітлено стан землекористування та земельних ресурсів України за часів незалежності. Проаналізовано динаміку зміни структури сільськогосподарських угідь. Досліджено наявність новостворених агроформувань та наявність у них сільськогосподарських угідь. Визначено тенденції та сформульовано пріоритетні напрямки розвитку землекористування та земельних ресурсів.

Здійснення земельної реформи в Україні заклало певні загальні основи нового ринкового земельного ладу: ліквідовано монополію власності на землю держави; запроваджено платність землекористування; дозволені будь-які ринкові форми організації використання земель, що передбачені законом; триває процес формування фондів земель державної і комунальної власності; створюються передумови цивілізованого земельного обігу – земля стала об'єктом нерухомості та цивільних правовідносин.

Загальна територія України складає 60,3 млн. га, близько 43,0 млн. га яких займають сільськогосподарські землі. Це понад 70% території держави. Україна успадкувала з радянських часів екологічно незбалансовану структуру сільськогосподарських угідь, в якій надмірно висока частка орних земель. Історія землеробства побудована на залученні в обробіток все нових земельних угідь, що в роки радянської влади вивело Україну на безпрецедентне перше місце у світі за їх розораністю.

Метою роботи є дослідження та аналіз стану земельних ресурсів та землекористування за часів незалежності України та визначення тенденцій їх розвитку.

Земельні ресурси України характеризуються цілою низкою особливостей – високим рівнем сільськогосподарського освоєння та розораності, відсутністю резервів для додаткового залучення площ у сільськогосподарський обіг, значною природною родючістю більшої частини ґрунтів сільськогосподарських угідь, і разом з тим – масштабною деградацією ґрунтів під впливом нерациональної господарської діяльності. Екстенсивне ведення землеробства призводить до помітних деструктивних змін в родючості ґрунтового покриву. Парадокс землекористування полягає в тому, що негативному антропогенному впливу підлягають ті землі, що знаходяться під ріллею. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно обґрунтовані норми – понад 70 % земельних ресурсів України використовуються як головний засіб виробництва в сільському господарстві. Значні території зайняті відходами виробництва, відвальними породами. Широке застосування відкритого способу добування корисних копалин спричинює до знищення ґрунтового покриву на значних площах [1].

Проте у процесі здійснення земельної реформи намітилися позитивні зміни у структурі земельного фонду: скоротилася розораність і сільськогосподарська освоєність території, зросла лісистість, збільшилися площі пасовищних земель. У цілому питома вага сільськогосподарських угідь порівняно з 1991 роком, зменшилася на 1,8%, площа ріллі - більше ніж на 1 млн. га, а лісокрита територія зросла на 230 тис. га (рис. 1.1).

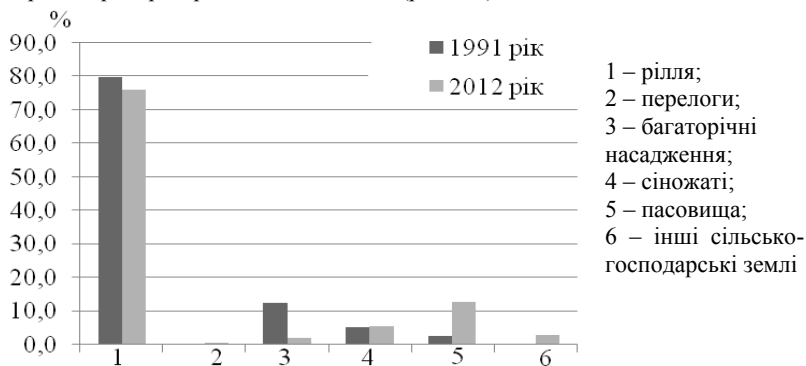


Рис. 1.1. Динаміка зміни структури сільськогосподарських угідь у 2012 році в порівнянні з 1991 роком

В Україні питома вага особливо цінних земель становить близько 25% від загальної площі земель країни. У складі власне сільськогосподарських угідь особливо цінних налічується 36,7%. Такі землі виділені серед земель сільськогосподарського призначення, природно-заповідного фонду, історико-культурного призначення. Зокрема до них належать чорноземні, темно-сірі, бурі гірські ґрунти, торфовища з глибиною залягання торфу більше 1 метра, коричневі ґрунти Південного берега Криму, землі дослідних полів, землі природно-заповідного фонду та історико-культурного призначення [2].

У процесі виконання заходів земельної реформи так і не була проведена екологізація землекористування. На значних територіях меліоративні системи припинили свою дію. Певна частина площ продуктивних угідь втратила економічну родючість: засолена, заболочена, заросла лісом.

Проведене як ключовий захід земельної реформи паювання земель не змінило суті відносин щодо володіння і користування землею. Різниця від до-реформеного часу полягає лише в тому, що один власник – держава – замінений великою кількістю інших власників. В умовах заборони придбати землю у власність економічний стан товаровиробника погіршився, оскільки платити він зобов'язаний значно більше орендної плати, ніж земельного податку. Припинилось бюджетне фінансування заходів з охорони продуктивних земель, оскільки вони перейшли у приватну власність.

Проведення земельної реформи дало поштовх розвитку нових організаційно-правових форм господарювання різних форм власності. На сьогодні в

Україні функціонують як сільськогосподарські підприємства різних типів, так і фермерські й особисті селянські господарства (рис. 1.2).

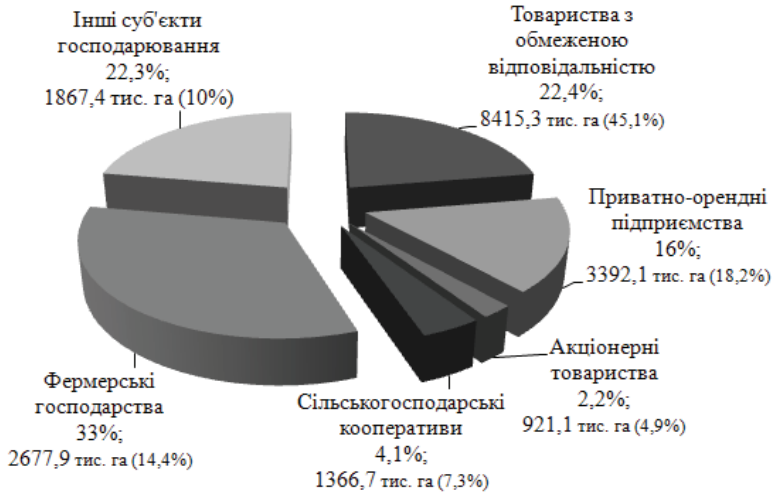


Рис. 1.2. Новостворені агроформування та наявність у них сільськогосподарських угідь

В Україні реалізація заходів земельної реформи з акцентами на тотальну приватизацію сільськогосподарських угідь лише погіршила соціально-економічний стан селян. Власники паїв практично не впливають на інтенсивність і методи здійснення землекористування орендованих у них земель. Оплата праці (разом з оплатою за оренду землі) селян стала суттєво нижчою. Стало звичним явищем масове безробіття на селі. Кількість сільських населених пунктів значно зменшилась, так загальна кількість сільських населених пунктів за останні п'ять років в Україні скоротилися на 108 одиниць.

Сучасний земельний лад країни базується переважно на правовій базі, яка унеможливує її застосування в конкуруючому економічному середовищі. Непідготовленість до функціонування ефективного ринку сільськогосподарських угідь обумовила перманентне подовження мораторію на їхній продаж, що сформувало у сфері земельних відносин нагромадження тіньових обороток і безпрецедентну корупцію [3]. Тільки в останні роки розпочалось відновлення землевпорядних робіт з прогнозування і планування використання й охорони земель за ініціативою вчених і фахівців регіональних державних органів земельних ресурсів та регіональних Державних науково-дослідних та проектних інститутів землеустрою.

У сучасних умовах загострюється також проблема державного управління земельними ресурсами і землекористуванням у населених пунктах. За роки земельної реформи постійно мали місце проблеми, пов'язані з дублюванням повноважень регулюючих органів, відсутністю їхньої ефективної взаємо-

дії або послабленням спроможності регулювання. Не запроваджені дозвільна та наглядова діяльність, низький рівень діяльності з ліцензування, залучення консультантів і експертів. Не налагоджено дієвий діалог органів влади з громадськістю, ефективно не працюють інститути врахування громадської думки.

Проведений аналіз сучасного стану та тенденцій, що спостерігаються в землекористуванні та динаміці змін стану земельних ресурсів, дає змогу визначити таку систему пріоритетів їх подальшого розвитку:

- стабілізація землекористування через скорочення землі в обробітку;
- вилучення деградованих та малопродуктивних земель із сільськогосподарського та лісгосподарського використання;
- оптимізація структури земельного фонду України;
- консолідація земель;
- екологізація землекористування;
- відновлення меліоративних систем;
- удосконалення системи державного управління земельними ресурсами;
- проведення заходів з моніторингу та охорони земель.

Висновки

Результатом земельної реформи стало усунення монопольного земельного володіння різноманітних державних структур і створення нових приватних землевласників. Кількість землі, що перебуває у приватних руках, щороку неухильно збільшується. Проте, наряду з цим, немає ефективних заходів щодо охорони земельних ресурсів і з кожним роком площі деградованих та виснажених земель збільшуються.

Проведення земельної реформи дало позитивний поштовх щодо формування ефективного землекористування. Розвиток і підтримка інституту приватної власності на землю, сприяння формуванню ефективного землевласника є основою для соціального розвитку села та збереженню земельних ресурсів країни.

Аналіз процесів і тенденцій, що супроводжують реформування земельних відносин в Україні, дало змогу обґрунтовано визначити систему пріоритетів подальшого землекористування та раціоналізації використання земельних ресурсів.

Список літератури

1. Богара М.С. Землекористування в ринкових умовах: еколого-економічний аспект. Монографія / М.С. Богара. – Львів: ЛНАУ, 2008. – 225 с.
2. Новаковська І.О. Трансформація сільськогосподарського землекористування. – Чернівці: Прут, 2010. – 208 с.
3. Новаковський Л.Я. Шляхи удосконалення законодавчого забезпечення регулювання земельних відносин // Землевпорядний вісник. – 2009. – №4. – С. 20.

*О.В. Барабаш, д.т.н., проф., О.А. Мартинюк, аспірантка
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)
В.М. Сопінський
(Приватне підприємство «ГЕОС», Україна, м. Київ)*

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

У зв'язку з неконтрольованою урбанізацією, відбувається деградація навколишнього середовища і викликає багато проблем: погіршення якості води, надмірне забруднення повітря, шум та проблеми утилізації відходів. У роботі розглянуто вплив урбанізації на компоненти навколишнього середовища, а також основні напрямки екологізації урбанізованих територій.

Наш час характеризується бурхливим розвитком міст і загостренням проблем, пов'язаних з взаємовідношенням природи і суспільства. Одна з цих проблем - протиріччя між ростом міст, з одного боку, і прагненням зберегти живу природу в міських і приміських територіях з іншого боку.

Останнє століття ознаменувалося стрімким зростанням кількості міського населення — за даними дослідників, на початок ХХ століття у містах проживало близько 14% населення світу, проте як у теперішній час частка населення міст становить 48,6%.

Процес урбанізації на території України розпочався у ХІХ столітті. Особливо він прискорився після скасування кріпацтва в 1861 році та початку швидкого розвитку промисловості.

Місто - це складна система, яка складається з трьох основних підсистем: економічної, соціальної і екологічної. Саме завдяки гармонійному функціонуванню цих складових і досягається сталий розвиток. При цьому важливу роль відіграє розвиток екологічної складової, або урбоекосистеми міста - видозміненої під впливом діяльності людини природної екосистеми міської території [1]. Саме стан урбоекосистеми відображає екологічну безпеку міста.

Як зазначає В.Романова, однією з особливостей урбанізації в Україні є її хаотичний та неконтрольований розвиток. За словами дослідника, така ситуація з часом може призвести до диспропорцій в кількості населення та частково паралізувати економіку окремих регіонів [2]. Для уникнення цього необхідно здійснити поворот свідомості від антропоцентризму до екоцентризму, що можливо лише через екологізацію урбанізованих територій.

Екологізація – це внесення у міські системи максимально можливої кількості природних елементів (чи відновлення тих, які існували на цій території раніше), оптимізація міського середовища для людей і природних компонентів (рослин і тварин) з подальшим спільним взаємовигідним розвитком такої природно-антропогенної системи [3].

Сьогодні відбувається нестримна концентрація людей в містах, з'являються і зростають багатомільйонні міста-мегаполіси, збільшується їхня кількість, розміри та проблеми.

В Україні тільки столиця - Київ - є багатомільйонним містом, населення якого сягнуло трьох мільйонів. Сім міст перевищили або сягають мільйонного рубежу: Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса, Запоріжжя, Львів, Кривий Ріг. Десять міст, в яких зараз від 0,5 до 0,3 мільйона мешканців (Маріуполь, Миколаїв, Луганськ, Макіївка, Вінниця, Севастополь, Херсон, Сімферополь, Горлівка, Полтава) незабаром наблизяться до одномільйонного рівня, асимілювавши навколишні менші містечка. Нарешті ще десять міст, які можуть dorosti до мільйона мешканців в першій половині ХХІ ст., - Чернігів, Чернівці, Суми, Дніпродзержинськ, Житомир, Івано-Франківськ, Хмельницький, Черкаси, Рівне, Луцьк. Отже, невдовзі половина населення України проживатиме в містах[4].

У зв'язку з неконтрольованою урбанізацією, деградація навколишнього середовища відбувається вже дуже швидко і викликає багато проблем, таких як нестача житла, погіршення якості води, надмірне забруднення повітря, шум, пил та спека, і проблема утилізації твердих відходів та небезпечних відходів.

Сучасні зміни в природних умовах пов'язані з територіальною організацією виробництва та розвитком урбанізації. Особливо проблеми збереження належних природних умов загострюються у високо урбанізованих регіонах (Донбас, Придніпров'я та ін.). У таких регіонах рівень забруднення повітря, поверхневих вод і землі перевищує можливості їх самоочищення. Це призводить до деградації навколишнього середовища, що негативно впливає на здоров'я населення. Несприятливі екологічні умови є причиною близько 20% прямих захворювань.

Україна належить до країн, що мають високі показники забруднення навколишнього середовища. Основними центрами зосередження екологічних проблем є високо урбанізовані райони, міські агломерації та крупні промислові центри. Забруднення в місті зосереджено в промислових зонах. Так, питома вага забруднених стічних вод у загальному їх обсязі становить в цілому по Україні 28%, в т. ч. у Харківській та Луганській областях — більш ніж 70%, у Чернівецькій, Одеській, Донецькій областях — більше половини. Забруднення річок призводить до зменшення рівня кисню, що призводить до знищення рослин і тварин.

Звичайно, основні обсяги скидів у воду та викидів у повітря локалізовані у містах та міських агломераціях. Найбільші викиди речовин в атмосферу спостерігаються в Кривому Розі, Маріуполі, Запоріжжі, Дніпропетровську, Єнакієвому, Донецьку, Дебальцевому, Макіївці та ін.

Високим є рівень забруднення і атмосферного повітря. Зміни якості повітря відбуваються в результаті діяльності людини, що супроводжується широким спектром викидів у навколишнє середовище, включаючи вуглекислий газ, оксид вуглецю, озон, оксиди сірки, оксиди азоту, свинець, і багато інших забруднюючих речовин. Нині в Україні майже четверта частина шкідливих викидів промислових підприємств не уловлюється і потрапляє в атмосферу без будь-якого очищення. Основними забрудниками атмосферного повітря в містах є об'єкти енергетики, промисловості й транспорт. У великих містах формується власний мікроклімат істотно змінюється вологість, аеродина-

мічні, термічні та радіаційні характеристики. Можуть спостерігатися локальні підвищення температури повітря порівняно з температурою навколишнього середовища та утворюватися смогу. Формування міського мікроклімату впливають викиди теплоти й зміна режиму сонячної радіації, пило-газові викиди промислових підприємств і транспорту, зміна теплового балансу; рельєф місцевості, що створюється міською забудовою, тощо. Найбільші викиди цих шкідливих речовин в атмосферу характерні для високо урбанізованих областей. Так, на частку Донецької області припадає майже третина всіх викидів по Україні в цілому, до 30% — на Дніпропетровську і майже 15% — на Луганську область.

Серед найважливіших завдань екологізації урбанізованих територій, виділяється проблема досягнення екологічної рівноваги між містом і природою.

Охорону атмосферного повітря в місті можна здійснювати шляхом організації санітарно-захисних зон, архітектурно-планувальних рішень та інженерно-організаційних заходів, до яких належить використання безвідходних та маловідходних технологій, а також різні методи очищення газодимових викидів.

Велике значення в екологізації міста відводиться формуванню екологічної інфраструктури.

Головною складовою екологічної інфраструктури є система зелених насаджень і акваторій міста. Тобто необхідно створювати в місті так звані "природний каркас". Природний каркас повинен бути складовою частиною системи життєзабезпечення міста. Це система - природного типу на відміну від іншої системи життєзабезпечення - техногенного каркаса міста. Багато в чому саме вона повинна відповідати за створення прийнятних з екологічної точки зору умов життя в місті.

Зелені насадження крім естетичного призначення мають значний вплив на поліпшення міського мікроклімату, властивостей ґрунтів, очищення повітря від забруднювальних речовин та збудників хвороб, шумопоглинання тощо.

В природний каркас міста повинні входити парки, сквери, бульвари, сади, водойми та елементи гідрологічної мережі міста. У процесі формування даної системи повинно бути виконано основну умову - забезпечена безперервність природного каркасу в просторі міста і його зв'язок з приміськими лісами і акваторіями. Від гармонійного поєднання і усунення суперечностей, що виникають між техногенним і природним каркасами міста буде в цілому залежати якість урбанізованого середовища.

Важливим напрямом поліпшення екологічної ситуації у високо урбанізованих регіонах є обмеження надмірного зростання промисловості та чисельності населення великих міст. Так, не контрольований належним чином промисловий розвиток таких великих міст Донбасу, як Донецьк, Луганськ, Макіївка, Горлівка призвів до ряду складних екологічних, економічних та соціальних проблем. Один з шляхів їх вирішення полягає в обмеженні впливу дестабілізуючих факторів впливу на екологічну ситуацію.

Все це говорить про те, що при розгляді перспектив розвитку міських територій необхідно на серйозному рівні ставити екологічні завдання.

Екологізація урбанізованих територій головним чином залежить, з одного боку, від рівня споживання природних ресурсів і шкідливого впливу елементів міського середовища на природу, а з іншого - від продуктивності самих природних систем.

Хоча неможливо зупинити процес урбанізації, необхідно забезпечити правильний шлях його розвитку, з мінімальним впливом на навколишнє середовище.

Висновки

В результаті проведених досліджень ми дійшли висновку, що екологізація спрямована на гармонізацію відносин суспільства і навколишнього середовища і має забезпечити:

- життєпридатність навколишнього середовища для людини;
- максимальне збереження, незнищенність екосистем в процесі урбанізації;
- збільшення генофонду, в тому числі штучними методами;
- впровадження безпечних безвідходних технологій;
- зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище;
- впровадження та розробку методів екологічного управління при прийнятті рішень на всіх рівнях влади;
- збереження збалансованого кругообігу речовин в екосистемі.

Отже, основними завданнями в майбутньому містобудуванні має бути вирішення екологічних проблем, пов'язаних з нормальним проживанням населення в екологічно безпечних умовах.

Список літератури

1. Экология города / [Белявский Г. А., Брыгинец Е. Д., Вергелес Ю. И. и др.]; под ред. Ф. В. Стольберга - К.: Либра, 2000. - 464с.
2. Романова В. Украина урбанистическая // «Диалог UA» — независимый информационно-аналитический ресурс. Проект Украина. — [www.dialogs.org.ua /project.ua](http://www.dialogs.org.ua/project.ua)
3. Мовчан В.О. Екологізація міських систем - шлях до сталого розвитку / [Мовчан В.О., Черненко К.Д.] // Збірник наукових статей “III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю”. – Вінниця, 2011. – Том.2. – С.639–641.
4. Шматько В.Г. Екологія і організація природоохоронної діяльності [Шматько В.Г., Нікітін Ю.В.] // Навчальний посібник. – К.: ТОВ «КНТ», 2008. – 304с.

СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНЕ ЕКОЛОГІЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ В УКРАЇНІ

Розглянуто сучасну технологію екологічного картографування, засновану на використанні сервіс-орієнтованого підходу до побудови, розміщення та використання електронних. На прикладі хмарного сервісу ArcGIS Online проведено експериментальні роботи з публікації карти обсягів викидів у атмосферне повітря в Україні.

Розвиток геоінформаційних технологій та геопросторової індустрії постійно прискорюється. Основними факторами цього залишаються необхідність у використанні все більшої кількості геопросторових даних для підтримки у прийнятті управлінських рішень, інтеграція з сучасними інформаційними технологіями, впровадження нових підходів до організації геопросторової інформації. Загально відома еволюція розвитку геоінформаційних технологій від настільних систем до Інтернет-рішень пройшла період публічного визнання у вигляді картографічних веб-сервісів, які залучили до користування електронними картами мільярди людей у всьому світі. Наступним етапом стало впровадження хмарних сервісів, що надають змогу легко створювати власні карти та ділитися геопросторовою інформацією. Хмарні сервіси стали логічним кроком на шляху використання геоінформаційних технологій і дозволяють створювати карти різного ступеня складності лише з використанням інструментів Інтернет середовища.

Подібні картографічні рішення дозволяють розмішувати для загального доступу в Інтернет широке коло як класичних екологічних та природоохоронних карт, так і сервіс-орієнтованих карт, які призначені для більш широкого доступу до геопросторової інформації, її аналізу, отримання вибіркового даних. Під сервіс-орієнтованою картою розуміється інформаційна модель просторових даних, яка розробляється з метою надання доступу до певної категорії інформації зі зручними інструментами користування [1].

Основними перевагами сервіс-орієнтованих карт є:

- розширені можливості надання інформації для користувача;
- відсутність обмежень на обсяг та структуру інформації, яка надається користувачу за допомогою сервісу;
- наявність вбудованого інструментарію, що дозволяє користувачу отримувати необхідну інформацію;
- підтримка користувацьких налаштувань, які надають зручний доступ до інформації.

Основними недоліками сервіс-орієнтованого картографування є:

- певна обмеженість сервісного підходу у порівнянні з класичними та відкритими даними;
- складності з сумісністю програмного забезпечення;

- відсутність достатньо великого переліку шаблонів та моделей сервісів, що потребує застосування власних програмістських навичок.

Незважаючи на ці недоліки картографічні сервіси мають певні переваги особливо при застосуванні у громадських публічних проєктах, де швидкий та інтуїтивно зрозумілий доступ до інформації на карті має вирішальне значення.

Тому використання сервіс-орієнтованого картографування вдало підходить для забезпечення екологічних проєктів та створення екологічних карт різного просторового околу, тематики та наповнення. В якості зразка створення подібних картографічних творів було розроблено карту розподілу викидів зі стаціонарних джерел у атмосферне повітря в Україні. Для цього були використані офіційні дані Держкомстату України за 2012 р. Карта створена та опублікована на основі хмарного сервісу ArcGIS Online, який є системою для створення та розповсюдження карт і географічної інформації. ArcGIS Online надає безпечну, відкриту інфраструктуру для створення сервіс-орієнтованих карт і веб-обробки даних, забезпечення загального доступу до карт, даних і додатків. Вона включає базові карти, дані для карт, додатків, шаблонів, інструментів GIS і API для розробників [2].

Це дозволяє будь-якому користувачеві створювати, переглядати та використовувати інтелектуальні карти. Користувачі можуть також завантажувати та управляти географічними даними, створювати веб-карти, працювати з картами на будь-якому інформаційному пристрої та додавати їх у веб-сайти та веб-додатки. Система використовує хмарну інфраструктуру ESRI і дозволяє користувачам зберігати і управляти своїми картами і географічною інформацією, а також зробити їх доступними для більш широкої аудиторії через відкриті, масштабовані веб-технології.

Користувачі можуть знаходити готові карти за допомогою функції пошуку в каталозі за ключовими словами, пов'язаними з предметом інтересу, або вони можуть зробити карти за допомогою одного з готових до використання шаблонів. Як тільки користувач створив карту і зберіг її, карта автоматично стає частиною онлайн-каталогу.

Основними функціями ArcGIS Online є додання власної геопросторової інформації, підготовка її до компонування у вигляді завершеної карти, публікація карти у Інтернет або підготовка зображення.

Кожний користувач сервісу має власний конструкторський майданчик, який створюється при реєстрації у сервісі. Тут він може зберігати власні дані, карти, шаблони та іншу корисну інформацію. Для створення власних карт користувач може використовувати вже наявні у системі дані, додавати власні шари чи просторові об'єкти, які за допомогою інструментарію сервісу перетворюються на завершені карти.

Головними складовими тематичної карти у ArcGIS Online є базова карта, шари даних, екстент даних та легенда.

Базова карта виступає основою для розміщення тематичної інформації. Тому в залежності від екстенгу, цілей створення та мовного середовища можна обрати один із варіантів базової основи, що ґрунтуються на картографічних сервісах ESRI, Microsoft, OpenStreetMap. Користувач може обрати один із типів базової основи: космічна зйомка, фізична поверхня, топографічна карта,

гібридне зображення. Для відображення екологічної інформації у більшості випадків підходить фізична поверхня або космічні знімки, топографічні або гібридні карти.

Після вибору базової основи додається тематичне навантаження карти, яке буде розміщуватися у вигляді шарів на базовій основі. Основними типами даних, які користувач може додавати є:

- Шейп-файл у архіві;
- Текстовий файл з розширенням .csv або .txt;
- Файл GPS;

– Мережеві дані, до яких відносяться дані сервісів об'єктів ArcGIS Server, сервіси KML, сервіси OGC (WMS) та ін.

Тематична інформація може бути додана з карт, які вже розміщені у системі, даних розміщених у Інтернет, даних з персонального комп'ютера користувача. Для роботи з даними в системі існує розширений пошук, що дозволяє шукати дані за визначеною територією або тематичним напрямом. Особливістю сервісу є збереження готових карт з прописаними посиланнями на ресурси в Інтернеті та на сервері. Тому при використанні даних з Інтернету потрібно прописати шлях до ресурсу. До загальних можливостей роботи з даними відносяться інструменти управління даними та їх відображенням. Управління даними відбувається із каталогу власних ресурсів, де користувач має змогу переглядати, сортувати, створювати та каталогізувати карти. У вікні перегляду карт автор має змогу редагувати карти, змінювати масштаб та проводити виміри за картою. Відображення даних дозволяє змінювати порядок шарів, керувати відображенням атрибутивних даних, прозорістю шарів, видимими масштабами відображення даних [3].

Опублікована карта викидів у атмосферне повітря складається з двох шарів, які були підготовлені у форматі шейп-файл. Це шар районів і міст областного значення та шар населених пунктів, який складається з 3 тисяч населених пунктів в Україні. В результаті публікації картографічних даних як сервісу на основі ArcGIS Online було отримано картографічну модель, яка дозволяє проводити порівняння даних між різними районами, населеними пунктами, між різними адміністративними рівнями, проводити аналіз динаміки викидів у порівнянні з попереднім роком, будувати діаграми та розміщувати посилання на джерела найбільших викидів у Інтернет, отримувати розрахунки викидів на душу населення, на одиницю площі адміністративної одиниці.

Для зручності інформація про населені пункти розділена на декількох масштабних рівнях. Найбільші джерела забруднення можуть бути розглянуті на рівні цілої країни, середнього рівня викидів – на рівні окремого регіону, невеликі джерела викидів розглядаються на рівні окремого адміністративного району. Такий розподіл шарів за масштабом відображення дозволяє не перевантажувати карту даними, одночасно отримуючи на кожному територіальному рівні достатню для прийняття рішень та оцінки інформацію.

Дані про викиди візуалізуються у вигляді пунсонів різного розміру, які відображають обсяг викидів та містяться у вигляді атрибутів, що доступні при активації просторових об'єктів за допомогою курсора.

Карта опублікована у вигляді одного із типових сервісних додатків, які пропонуються користувачам системою. Доступні різні варіанти додатків, які дозволяють проводити порівняння між різними картами, проглядати динамічну зміну інформації у часі, використовувати мультимедійні дані (Режим доступу

<http://www.arcgis.com/apps/Legend/main/index.html?appid=42c940dafa184d3baa82f4fe75d7a1fd>).

Висновки

В результаті можна зазначити, що сервісно-орієнтовані картографічні твори відіграють важливу роль у поширенні тематичної просторової інформації та підтримці прийняття управлінських рішень. За рахунок використання сучасних технологічних рішень у галузі геоінформатики, об'єктно-орієнтованого програмування, баз даних та Інтернет-технологій сервісно-орієнтовані карти надають набагато більше можливостей у порівнянні з традиційними картографічними моделями у накопиченні, аналізі та актуалізації інформації, зокрема моніторингових та статистичних даних щодо видів та масштабів забруднення навколишнього середовища.

Список літератури

1. Геоінформаційне картографування в Україні. Концептуальні основи і напрями розвитку / Л.Г. Руденко, Т.І. Козаченко, Д.О. Ляшенко, А.І. Бочковська, А.П. Дишлик, В.С. Чабанюк, В.В. Путренко / За ред. акад. Л.Г. Руденка. – К., Науково-виробниче підприємство «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2011. – 103 с.
2. Гохман В.В. ArcGIS в облаке / В.В. Гохман // ArcReview. - № 3 (54). – 2010. – Режим доступу: http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_54/1_Obl.html
3. Rosenberg Jothy The Cloud at Your Service / Jothy Rosenberg, Arthur Mateos. - Manning Publications. – 2010. – 200 p.

*Т.О. Дубрава., В.С. Крячек, студенти
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ УКРАЇНИ

У доповіді проведено порівняльну характеристику української системи земельного кадастру з робочим планом по розвитку кадастрових систем Міжнародної асоціації землемірів «Кадастр 2014». Проаналізовано переваги та недоліки системи державного земельного кадастру України, зроблено певні висновки та доповнення.

З проголошенням незалежності України однією з найскладніших проблем, яка постала й залишається на сьогоднішній день є Земельна реформа в Україні. Вона триває уже понад 20 років. Необхідності реформування та розвитку земельних відносин в Україні були визнані ще на початку 90-х років минулого століття. З того часу і до сьогоднішнього пункту по упорядкованості та сумісності системи державного земельного кадастру України залишається досі незавершеним та невиконаним. Оскільки Україна в питанні створення сучасної та прогресивної кадастрової системи не є новатором, тому є необхідність у точно визначеному напрямку її розвитку та кореляції з потребами теперішнього та майбутнього суспільства.

В Європі, починаючи з 90-х років, розроблялися плани по веденню та наповненню кадастрових систем, ставилися окремі цілі та плани по їх виконанню та реалізації. Так на 20 конгресі Міжнародної асоціації землемірів (МАЗ) було створено три робочі групи. Їм було довірено вивчення різних аспектів кадастру та землеуправління. Юрга Кауфманна і Данієля Стеудлера було призначено головою та секретарем робочої групи 7.1 комісії 7 (Кадастр і землеустрій). Пізніше було сформовано робочу групу з 40 чоловік, яка розподілила завдання та приступила до роботи. В результаті було створено огляд сучасної кадастрової системи та бачення майбутнього кадастру. Даній праці було визначено назву «Кадастр 2014», яка має вплив на кадастрові системи всього світу й сьогодні.

Такий документ, як публікація «Кадастр 2014», дав чітке уявлення про світові кадастрові системи майбутнього. Він представив бачення робочою групою кадастру, яке повністю стверджує мінливу роль керівництва в суспільстві, зміни відношення людства до землі, мінливу участь землеміра в суспільстві, зростаючу роль приватного сектора в механізмі кадастру, а також драматичний вплив технологій на кадастрові реформи.

На сьогодні ефективне ведення кадастру неможливе без рівноваги його двох основних аспектів, технічного та нормативно-правового. Вони доповнюють, корегують один одного та дозволяють інтегрувати кадастр в тенденції розвитку суспільства.

Згідно з документом МАЗ кадастр повинен був пройти певний шлях до цифрової епохи. Цей шлях забезпечували такі технічні тенденції як: автомати-

зація системи, сканування, дигіталізація; створення мережі, зв'язок з іншими системами; створення бази даних; глобальна система місцезнаходження (GPS/DGPS); стандарти обмінну даними; використання даних ДЗЗ.

Багато країн сьогодні досягли високого рівня розвитку власних кадастрових систем шляхом проведення кадастрових реформ. Цілі таких реформ різняться між собою в залежності від країни, але є і спільні аспекти, які укладено в публікації «Кадастр 2014». Саме на них Україні варто звернути увагу під час кадастрової реформи, що планується. Ці аспекти ґрунтуються на технічних тенденціях розвитку кадастрових систем:

- 1) Ведення цифрових кадастрових карт, що базуються на національній системі координат.
- 2) Перетворення наявних земельних даних в цифрову форму.
- 3) Вплив кадастру на земельно-інформаційну систему за допомогою інтеграції різних баз даних.
- 4) Удосконалення програмно-апаратного комплексу та технічної бази органів ведення кадастру.
- 5) Перетворення кадастрового картографування в кадастрове моделювання.

Робоча група констатувала той факт, що технології в області інформатики стануть звичайним інструментом для кадастрових робіт. Використання таких технологій в комбінації з адміністративною діяльністю забезпечать недорогим варіантом для країн, що розвиваються, а також країн перехідного періоду. Це дозволить вирішити проблеми населення, навколишнього середовища і раціонального використання землі.

Щодо юридичної основи «Кадастру 2014» науковці розширили традиційні визначення в області земельного кадастру та спрогнозували, як буде виглядати процес реєстрації земельних прав, повноваження органів, що стосуються земельних ресурсів.

Одним з найголовніших аспектів в області земельних питань в документі є гарантія та захист прав власності на землю. Законодавство України гарантує право громадян на володіння, користування та розпорядження нерухомістю, у т. ч. і земельними ділянками. Це право передбачене ст. 41 Конституції України, в ч. 4 якої проголошено, що «ніхто не може бути протиправно позбавлений права власності. Право приватної власності є непорушним». В Цивільному кодексу України у розділі I главі 23 ст.319 встановлено, що власник «на свій розсуд володіє, користується і розпоряджається своїм майном на власний розсуд». Проте в Україні на даний момент діє мораторій на купівлю-продаж земель сільськогосподарського призначення й він не узгоджується з цими положеннями та суперечить змісту ст. 1 Протоколу Конвенції про захист прав людини та основоположних свобод.

В документі наводиться, що кадастрові системи майбутнього будуть відображати повне правове положення земель, включаючи публічні права та обмеження. Так, як Україна є аграрною державою й попит на землю є високим, вкрай необхідно виконувати умову врахування публічних прав. Адже зростаюче населення Землі й розвиток нових технологій тягне за собою більш інтенсивне використання природних ресурсів, включаючи землю. У цьому зв'язку

існує певна суспільна необхідність захисту природних ресурсів від існуючого надмірного споживання, знищення та пошкодження земель, обмеження абсолютних прав користування природними ресурсами. В Земельному кодексі України відповідно до ч. 3 ст. 1 використання власності на землю не може завдавати шкоди правам і свободам громадян, інтересам суспільства, погіршувати екологічну ситуацію і природні якості землі. Тобто особливість земельного законодавства полягає в тому, що воно є сферою взаємодії приватних і публічних інтересів, у зв'язку з чим регулювання земельних відносин здійснюється з використанням публічно-правових і приватно-правових засобів. Отже, українська земельно-кадастрова система відповідає даному параметру, як кадастрова система майбутнього.

Варто звернути увагу, що науковці МАЗ вважали за потрібне покращувати організаційну структуру кадастру. Більшість країн світу мають систему реєстрації, яка складається з кадастру та реєстрації прав. Кадастрова частину реалізується землемірами, а нотаріуси та юристи займаються реєстрацією прав. Але така система має недоліки — учасники ринку змушені звертатися до двох повноважних органів для реалізації угоди, й в кожній з них повинен внести оплату. Такий тип ведення реєстрації в минулому був обумовлений технологіями. З 01.01.2013 вступив в дію Закон України від 01.07.2004 № 1952-IV «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень», яким передбачено створення єдиної системи державної реєстрації речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень. Україна прийнявши даний закон зробила крок назад у створення сучасної земельно-кадастрової системи. Адже після прийняття даного закону вартість послуг нотаріусів збільшилась у 5 раз, новоутворена структура по реєстрації не здатна виконувати необхідний об'єм робіт по встановленню прав власності, працівники не мають відповідних знань, а головне доступу до архівів. Тому суть реформи абсолютно незрозуміла: величезні черги залишилися, а безладу стало ще більше.

Ще одним положенням «Кадастру 2014» є те, що в сферу земельних відносин увійдуть приватні організації.

Відповідно до ст. 26 Закону України "Про землеустрій" розробниками документації із землеустрою є юридичні та фізичні особи, які отримали ліцензії (сертифікати) на проведення робіт із землеустрою відповідно до закону. Більшість завдань, необхідних для сприяння та підтримки кадастрової системи, може бути виконано приватним сектором й в нашій державі це офіційно визначено, тому цей критерій виконується.

Актуальність поставленої мети обумовлена тим, що Україна стоїть на порозі ведення земельного ринку. А це є серйозним кроком, що охоплює національні інтереси, та є частиною національної безпеки, тому ми повинні реалізувати усі можливі заходи по забезпеченню якості кадастрової системи. Й саме міжнародний досвід є опорою у здійсненні поставленої мети, що полягає у розкритті тих значущих та базових елементів, які ввійшли в основу кадастрових систем високорозвинених країн сьогодення.

Тільки переймаючи досвід більш розвинутих держав можливо прогресувати, і сфера земельного кадастру не є виключенням.

Висновки

В результаті проведено співставлення Документу Міжнародної асоціації землемірів «Кадастр 2014» з реальними показниками української кадастрової системи. Це наводить, як на позитивні досягнення нашої держави, так і на помилки та прогалини в системі. Адже в майбутньому питання чітко визначених меж та кордонів держави, сумісності елементів українського кадастру як системи і досконале володіння інформацією про власні земельні ресурси дозволить Україні завершити земельну реформу.

Список літератури

1. Кауфманн Ю., Стеудлер Д. Кадастр 2014, Видение будущих кадастровых систем, совместно с рабочей группой 1 комиссии 7 Международной ассоциации землемеров, 1998.
2. Закон України «Про державний земельний кадастр» від 07.07.2011 № 3613-VI // – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/>
3. Постанова КМУ «Про затвердження порядку ведення Державного земельного кадастру» від 17.10.2012 № 1051 – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/>
4. [Конституція України // Відомості Верховної Ради — 1996 — №30-ст.141.](#)
5. [Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. // Офіц. вісн. України. – 2003. – № 11. – Ст. 461.](#)
6. Конвенція про захист прав людини та основоположних свобод від 4 листопада 1950 р.
7. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III // – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua>
8. [Закон України від 01.07.2004 № 1952-IV «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень».](#)
9. Закон України "Про землеустрій" // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 36, ст.282.

*Н.Ю. Колода, студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ ЗАРУЦЬКОГО ВАПНЯКОВОГО КАР'ЄРУ

*У доповіді розглянуті питання необхідності рекультивації гірничих кар'єрів.
Виконання вимог згідно Земельного кодексу. Наведено приклад відновлювальних
робіт на території Заруцького родовища крейди.*

Нерудні корисні копалини є найбільш поширеними в Україні як за кількістю видів, так і за кількістю відкритих та освоєних родовищ. Пояснюється це тим, що до них належать надзвичайно різноманітні за походженням породи й мінерали. Нерудні копалини мають дуже широке застосування. Вони служать сировиною для галузей промисловості, безпосередньо використовуються у будівництві, науці й техніці, побуті та медицині. За запасами окремих нерудних корисних копалин (сірки, облицювального каміння, каоліну) Україна посідає провідне місце в Європі, а за запасами графіту – друге у світі (поступається лише Китаю).

Розробка корисних копалин в Україні ведеться 4 основними способами:

- *шахтний* — за допомогою системи підземних гірничих виробок;
- *кар'єрний* або *відкритий* — за допомогою системи відкритих гірничих виробок,
- *свердловинний* — за допомогою системи експлуатаційних бурових свердловин;
- *морський* — пов'язаний з проведенням робіт нижче рівня моря.

Відкрите розроблення родовищ корисних копалин — видобування корисних копалин безпосередньо з земної поверхні. Гірниче підприємство, що здійснює розробку корисних копалин відкритим способом, називається кар'єром. Родовища з видобутку вапняних покладів називають кар'єрами

Нерудні корисні копалини є найбільш поширеними в Україні як за кількістю видів, так і за кількістю відкритих та освоєних родовищ. Серед них особливе місце належить карбонатним породам. Карбонатні поклади використовують у промисловості будівельних матеріалів (виробництво цементу, вапна, щебеню, штучного і облицювального каменю), чорній металургії (флюсові вапняки, вогнетриви), особливу частину займають при використанні у сільському господарстві вапнування кислих ґрунтів і добавка до корму худоби та птахів). Вапняні породи використовуються в кольоровій металургії, хімічній, цукровій, целюлозно-паперовій, електротехнічній, парфумерній та інших галузях. Розробка карбонатних покладів відкритим способом призводить до значних екологічних наслідків, зокрема порушення водного і сольового режимів, реакції ґрунтів, забруднення ґрунтів та зниження їх родючості й врожайності.

В зв'язку з цим після видобутку корисних копалин відкритим способом обов'язковим елементом природоохоронних заходів є рекультивація

земель, яку автор розглядає на прикладі Заруцького вапняного заводу, що розташований у Сумській області.

Заруцьке родовище крейди було відоме ще на початку 20 століття і до початку промислової розробки, що почалася в 1928 році, велися одиничні виробки приватними особами. На раніше відпрацьованих ділянках і відвалах відбувається природне самозаростання. Відвали розташовані уздовж північного борту кар'єру покриті трав'янистою і частково чагарниковою рослинністю.

Згідно до Земельного кодексу України земельні ресурси, які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та у гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, підлягають рекультивациі.

На початок рекультивациі по гірничотехнічному відновленню порушених при розробці земель, кар'єр являв собою виїмку неправильної форми, що розкривала четвертинні та корінні породи. Глибина виїмки коливається від 8.0 до 40.5 м. По східній і південній межах виїмки розташовуються зовнішні платоподібні відвали розкритих порід. Східний зовнішній відвал рекультивований – здійснено насадження дерев (сосна і береза). Кут укосу північного борту кар'єру 40 - 55 град., а південного західного і східного бортів 50 - 75 град.



Рис. 1. Заруцький кар'єр

Робочий проект рекультивациі земель, порушених при розробці Заруцького родовища крейди на діючому кар'єрі розроблений Спеціальним конструкторським бюро Міністерства транспортного будівництва в 1983 році. Технічні умови на рекультивацию земель видані головним землевпорядником Глухівського райвиконкому. Мега рекультивациі – покриття відпрацьованого кар'єру лісонасадженнями ґрунтозахисного і протиерозійного призначення.

Проект рекультивациі розроблений з дотриманням усіх діючих норм, інструкцій і вказівок по відновленню земель, порушених відкритими гірничими розробками, а так само діючих норм і правил провадження робіт на кар'єрах. Проектом передбачене виконання робіт з рекультивациі в 2 етапи:

1-й етап – гірничотехнічна рекультивациія, яка полягає у виконанні планувальних робіт і покритті дна кар'єру потенційно родючим ґрунтом. Обсяг робіт з гірничотехнічної рекультивациії виконується Заруцьким вапновим заводом.

2-й етап – біологічна рекультивациія, яка полягає у відновленні родючості ґрунтів, посадкою дерев і посівом трав.

За період видобутку крейди на діючому кар'єрі Заруцького родовища роботи з рекультивациії порушених відкритими гірничими роботами земель проводилися в 1972 - 1973 роках без проектів рекультивациії. Згідно актів здачі рекультивованих земель у 1972 - 1973 роках землекористувачам було повернуто 6,0 га земель придатних для посадки лісу.

За період 2002 - 2003 років рекультивовано 8,1 га порушених відкритими гірничими роботами земель. З цих земель на площі 6,6 га виконано обсяг робіт з біологічної рекультивациії за рахунок коштів підприємства. У 2005 році початі, а у 2006 році завершено роботи з гірничотехнічної рекультивациії на площі 1,5 га. У листопаді місяці 2006 року ця ділянка була прийнята згідно Акту прийому рекультивованих земель та передано на баланс Білокопнотвської сільської ради.



Рис. 2. Рекультивациія порушених земель Заруцького кар'єру

Для рекультивациії порушених земель, відновлення деградованих земельних угідь використовується ґрунт, знятий при проведенні гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, шляхом його нанесення на малопродуктивні ділянки або на ділянки без ґрунтового покриття.

Таким чином, проведена рекультивациія земель сприяє не тільки відновленню частково перетворених природно-територіальних комплексів, а й створенню на їх місці ще більш продуктивних і раціонально організованих

елементів культурних антропогенних ландшафтів, поліпшенню умов навколишнього природного середовища.

Висновки

Гірничотехнічна рекультивация кар'єрів потребує належної уваги, оскільки надра корисних копалин є вичерпними, а земельний фонд для ведення сільськогосподарської і лісгосподарської діяльності обмежені у своїх ресурсах. Карбонатні породи належать до найбільш універсальних видів мінеральної сировини і застосовуються у багатьох галузях господарства. Вашу увагу я спрямувала саме на ці природні копалини, оскільки вони є необхідними у промисловості будівельних матеріалів (виробництво цементу, вапна, щебеню, штучного і облицювального каменю), чорній металургії (флюсові вапняки, вогнетриви), особливу частину займають при використанні у сільському господарстві вапнування кислих ґрунтів і добавка до корму худоби та птахів). Вапняні породи використовуються в кольоровій металургії, хімічній, цукровій, целюлозно-паперовій, електротехнічній, парфумерній і багатьох інших галузях.

Список літератури

1. Про рекультивацию земель, збереження і раціональне використання родючого шару ґрунту при розробці родовищ корисних копалин і торфу, проведенні геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт
2. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: Донбас, 2004. — ISBN 966-7804-14-3.
3. Генсірук С. А., Нижник М. С. Еколого-економічні аспекти природокористування. — К.: Наукова думка, 1982. — 172 с.
4. План розвитку гірничих робіт Заруцького вапняного заводу
5. Земельний кодекс м. Київ, 25 жовтня 2001 року N 2768-III
6. <http://www.uar.mksat.net/using.ukr.htm>

*Д.О. Сивик, О.В. Тимощук, Л.Р. Нагорна, студенти
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ

В основі застосування математичних методів моделювання в управлінні земельними ресурсами є вивчення економічного явища або процесу. В роботі висвітлено роль математичних методів у сфері землеустрою, наведена класифікація математичних моделей, визначено доцільність застосування математичних дій при вирішенні землевпорядних завдань.

Крім того, використання землі в якості природного фактора залежить від наявності та параметрів різних ресурсів, а забезпеченість землями різної якості визначає необхідні розміри цих ресурсів і економічні показники виробництва.

Складність таких моделей залежить від числа врахованих чинників і характеру взаємозв'язку між ними, від наявності, точності та достовірності вихідної інформації. Складністю визначаються і конструктивні особливості моделей наприклад (число невідомих чи кількість умов). Вивчення математичних моделей, що застосовуються у землеустрої дозволило згрупувати їх таким чином (Рис.1).

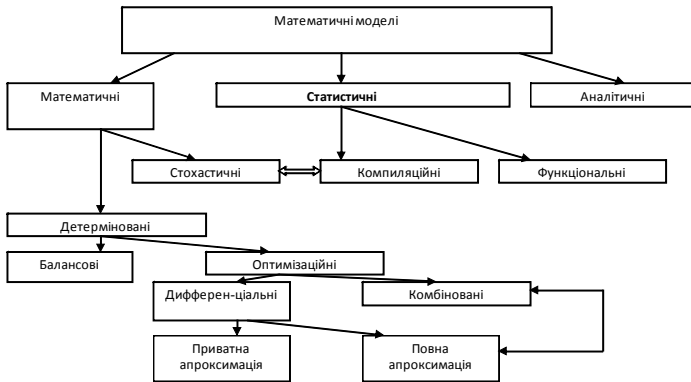


Рис.1. Розподіл математичних моделей у землеустрої

За допомогою статистичних моделей здійснюється аналіз виробництва, готується необхідна інформація для використання оптимізаційних методів, проводиться оцінка проєктувальних рішень.

Аналітичні моделі також застосовуються в цілях підготовки вихідної інформації та обґрунтування проєктних рішень. З їх допомогою розраховують робочі ухили, визначають середню умовну довжину полів і робочих ділянок, знаходять різні технічні параметри, що використовуються для проєктування .

Вперше класифікація математичних моделей запропонована О. Ю. Бра-славцем. Він поділяє їх на детерміновані, в яких результат повністю і одно-значно визначається набором незалежних змінних, і стохастичні, які описують випадкові процеси, що підкоряються законам теорії ймовірності.

Детерміновані моделі при цьому діляться на балансові та оптимізаційні. Дане угруповання по суті відображає також і склад математич-них моделей, які застосовуються в землеустрої.

Проте дослідження показують, що при розробці проектів приміняються різні види оптимізаційних моделей, що вимагають поглиблення і класифікацію. У зв'язку з цим, сучасне оптимізаційне моделювання в землеустрої виступає в двох видах: комбінованому і диференційованому.

При комбінованому моделюванні всі питання землевпорядкування вирішуються комплексно по всіх складових частинах і елементах. Цей вид моделювання є більш правильним, проте він призводить до громіздких задач, вирішити які досить таки складно.

Диференційоване моделювання полягає в послідовному вирішенні по-ставлених завдань проекту у поєднанні з традиційними методами. Моделі при цьому виходять значно меншого обсягу і їх рішення істотно полегшується.

Математичні моделі в землеустрої дають можливість не тільки визна-чити взаємозв'язки між досліджуваними явищами, але і встановити вид обчислювальної техніки. Отримані при реалізації моделей дані аналізують, у разі потреби коригують відповідно до конкретних природно-економічних умов і використовують для цілей проектування і обґрунтування прийнятих рішень.

Задача. Ферма займається обробітком тільки двох культур – кукурудзи і буряку, розпоряджається наступними ресурсами: рілля - 5000 га, праця - 300 000 чол., можливий обсяг тракторних робіт - 28 000 умовних га. Знайти опти-мальне поєднання посівних площ культур.

Рішення. Критерієм оптимальності є максимум вартості валової продукції. Цей максимум повинен досягатися в умовах використання обмеже-них ресурсів ріллі, праці та механізованих робіт. У задачі є безліч допустимих варіантів поєднання посівних площ двох культур, але не всі з них рівнозначні з точки зору вимоги оптимальності.

Для пошуку оптимального рішення задачі позначимо через x_1 га - пло-щу, відведену під кукурудзу, а через x_2 га - площу, що відводиться під буряк. Тоді вартість кукурудзи складе $400 x_1$ грн., А вартість буряку- $1000 x_2$ грн. Звідси вартість всієї валової продукції складе $(400 x_1 + 1000 x_2)$ грн. Позначи-мо цей вираз через y : $y = 400 x_1 + 1000 x_2$

Нам потрібно знайти максимум цієї цільової функції при дотриманні наступних умов:

а) загальна площа кукурудзи і буряку не повинна перевищувати 5000 га, тобто $x_1 + x_2 < 5000$;

б) загальні витрати праці не повинні перевершувати 300 тис. чол., тоб-то

$$30 x_1 + 150 x_2 < 300\ 000 \text{ (або } x_1 + 5 x_2 < 10\ 000 \text{);}$$

в) загальний обсяг механізованих робіт не повинен перевершувати 28 000 ум. га,

тобто $4x_1 + 12x_2 < 28\,000$ (або $x_1 + 3x_2 < 7000$);

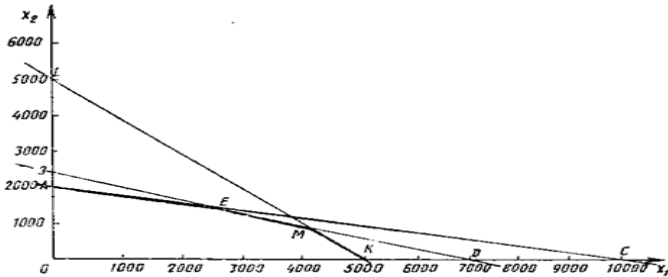
г) площі, що відводяться під кукурудзу і буряк, можуть приймати тільки невід'ємні значення: $x_1 > 0$; $x_2 > 0$

Таким чином, умови задачі виражаються наступною системою нерівностей:

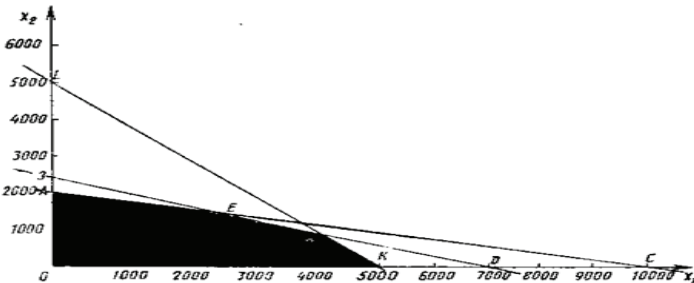
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 5000 \\ x_1 + 5x_2 \leq 10000 \\ x_1 + 3x_2 \leq 7000 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Потрібно знайти такі значення x_1 і x_2 , при яких функція $y = 400x_1 + 1000x_2$ приймає найбільше значення. Рішення задачі було виконано графічним способом: на координатній площині X_1X_2 були побудовані прямі:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &= 5000, \\ x_1 + 5x_2 &= 10000, \\ x_1 + 3x_2 &= 7000. \end{aligned}$$



Потім була виділена область, що складається з точок площини, координати яких задовольняють систему. Цією областю був п'ятикутник.



Для знаходження найбільшого значення функції $y = 400x_1 + 1000x_2$ були знайдені її значення в вершинах п'ятикутника. Найбільше значення функції було при $x_1 = 4000$, $x_2 = 1000$.

Таким чином, оптимальне поєднання посівних площ культур: кукурудза - 4000 га, буряк - 1000 га. На кінцевому етапі рішення задачі був проведений економічний аналіз оптимального її розв'язання.

При $x_1 = 4000$ і $x_2 = 1000$:
 $x_1 + x_2 = 5000$, а це значить, що рілля використовується повністю.

$4x_1 + 12x_2 = 4 * 4000 + 12 * 1000 = 28\ 000$. Це означає, що ресурси тракторного парку використовуються повністю.

$30x_1 + 150x_2 = 30 * 4000 + 150 * 1000 = 270\ 000$. Це означає, що трудові ресурси недовикористані. Повне використання трудових ресурсів стримується обмеженістю ріллі і потужністю тракторного парку.

Таким чином, для розглянутої в задачі ферми ресурси мають різну цінність: робітників в надлишку, а механізована праця дефіцитна.

Висновки

Математичні моделі в землеустрої дають можливість не тільки визначити взаємозв'язки між досліджуваними явищами, але і встановлювати вид обчислювальної техніки. Отримані при реалізації моделей дані аналізують, у разі потреби коригують відповідно до конкретних природно-економічних умов і використовують для цілей проектування і обґрунтування прийнятих рішень.

Для ведення раціонального землекористування та оптимального поєднання посівних площ сільськогосподарських культур доцільно застосовувати математичні розрахунки для досягнення найкращого економічного ефекту з земельної ділянки на якій поєднується декілька сільськогосподарських культур.

Список літератури

1. Скороход Д.С., Подмогильный С.Н., Абрамов Г.С. Модель землепользования с использованием нечетких множеств // Вестник ХНТУ – 2004. -№1(19). – С. 375-377.

2. Скороход Д.С., Подмогильный С.Н. Аддитивные операции с нечеткими весами в задачах землепользования // Вестник ХНТУ – 2005. -№2(25). – С. 371-374.

*Т.В. Козлова, кандидат технічних наук, доцент
Я.В. Бурдільна, здобувач
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ГАРМОНІЗАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ КАДАСТРОВОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТІВ КРАЇН ЄС

У роботі розглянуто основні стандарти країн ЄС в галузі кадастру та державної реєстрації прав на нерухоме майно. Проаналізовано можливості застосування стандартів країн ЄС при побудові Національної кадастрової системи. Визначено тенденції розвитку Національної кадастрової системи.

Вільний економічний простір, у межах якого здійснюється безперешкодний обіг та переміщення товарів, послуг, капіталу і праці людей, служить основою процвітання країн, які об'єднуються в економічні союзи. Прагнучи набуття членства у ЄС, Україна має розробляти і запроваджувати ефективно діючі інструменти технічного регулювання, які створюють сприятливі умови господарюючим суб'єктам по виконанню ними своїх зобов'язань перед споживачами стосовно забезпечення встановленого рівня захисту життя та здоров'я людей, охорони довкілля та природних ресурсів тощо. Упровадження системи технічної регламентації та стандартизації в сфері земельних відносин слід розглядати як необхідний елемент адаптації кадастрово-реєстраційної системи України до вимог Європейського Союзу [1].

Метою дослідження є характеристика, аналіз та визначення можливості застосування діючих стандартів країн ЄС при побудові Національної кадастрової системи.

В останні роки в Євросоюзі активно обговорюється питання про створення єдиної кадастрової системи. Багато країн Західної Європи сьогодні реформують кадастрові системи у відповідності до діючих європейських та світових стандартів побудови таких систем, зокрема, Кадастр 2014, ISO 19100, OpenGIS тощо. Еволюція кадастрового моделювання: від ідеї до міжнародного стандарту та реалізації наведено на рисунку.

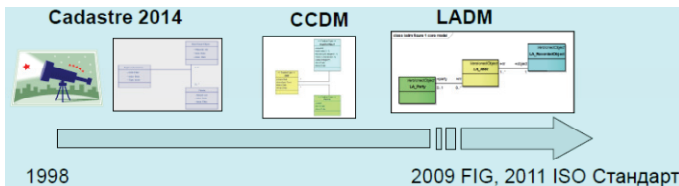


Рис. Еволюція кадастрового моделювання

Для створення єдиної кадастрової системи в Євросоюзі був розроблений проект EULIS – European Land Information Service (Європейська Служба Інформації про Землю). Одна з основних цілей проекту EULIS полягає в тому,

щоб знівелювати кордони щодо послуг з надання інформації про землю, надавши можливість пошуку інформації через Інтернет у режимі on-line в кадастрових реєстрах європейських країн. Надійна й легко доступна інформація про землю – одне з підстав для розвитку єдиного ринку, тобто вільного руху в ЄС товарів, людей, послуг і капіталу [2].

Метою ISO 19100 є створення основ стандартизації в сфері цифрової географічної інформації. ISO 19100 є структурованим набором стандартів для інформації про об'єкти та явища, які прямо або посередньо зв'язані з просторовою локалізацією на Землі. Ці стандарти встановлюють методи, засоби та служби управління даними (включаючи метадані), обробки, аналізу, доступу та представлення таких даних у цифровій/електронній формі користувачам та системам. Набір стандартів зв'язаний зі стандартами інформаційних технологій та обробки даних і забезпечує основу для розвитку прикладного використання географічних даних.

У галузі кадастру та державної реєстрації речових прав на нерухоме майно в країнах ЄС є два стандарти, які сьогодні вважаються ключовими:

1) діючий європейський стандарт Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE);

2) Land Administration Domain Model (LADM) – Модель Даних Земельного Управління проекту ISO.

Стандарт INSPIRE стосується ведення окремо земельної інформації. Головною метою INSPIRE є інформаційна підтримка сталого розвитку Європи. Він орієнтований на якісне поліпшення геопросторових даних і забезпечення доступу до цих даних за певними правилами різним групам користувачів на локальному, регіональному, національному й міжнародному рівнях. Завданнями INSPIRE є:

- створення геоінформаційної структури просторових даних, що забезпечують користувачів інтегрованою просторовою інформацією;
- створення й відпрацювання правил виміру, обробки, обміну й поширення просторової інформації.

Директива INSPIRE стала логічним підсумком низки європейських ініціатив різних міждержавних та громадських організацій Європи з проблеми формування Європейської інфраструктури просторових даних [3]. Програма INSPIRE створена для підтримки комплексної європейської інфраструктури просторових даних, побудованої на основі інфраструктури просторових даних країн-членів Євросоюзу та країн, які беруть участь в обміні інформаційними ресурсами. Більшість заходів Директиви дозволяють країнам-членам продовжити використання існуючих національних систем та організаційних структур, вимагається тільки проведення заходів щодо більшої взаємодії та відкритості цих структур, а також забезпечення гарантії щодо впровадження нових технологій інфраструктури. Відзначається, що для успішної реалізації інфраструктури важливо надавати мінімальний набір даних та послуг усім користувачам на безоплатній основі.

Структурно Директива INSPIRE містить 34 статті та складається з таких розділів: пояснювальний меморандум, загальні положення, метадані, функціональна сумісність наборів просторових даних та сервісів, мережні послуги,

спільне і багаторазове використання даних, координація та додаткові заходи, прикінцеві положення, додатки з переліком та стислим змістом базових і тематичних наборів геопросторових даних інфраструктури INSPIRE.

Міжнародний стандарт LADM, що розробляється Міжнародною організацією стандартизації International Organization for Standardization (ISO), формує модель даних, яка коректно ув'яже кадастрову та реєстраційну інформацію разом. LADM – це проект міжнародного стандарту ISO 19152 – Geographic information, який частково базується на баченні «Кадастр 2014». Прототип програмного забезпечення, Модель домену соціальної власності (Social Tenure Domain Model, STDM), в свою чергу базується на LADM. Вона підтримує гарантію власності людей у країнах, що розвиваються. Із LADM і STDM інформаційні компоненти Управління землями (Land Administration) можуть реєструватися в усьому світі стандартизованим способом. Очікується, що до 2025 року доступ до інформації, пов'язаної із землею, буде забезпечений усім (через мережу Інтернет), це концепція «просторово спроможного суспільства» [4]. LADM перейшла на етап проекту міжнародного стандарту 1 березня 2010 року, а 1 листопада 2012 року була офіційно затверджена міжнародним стандартом. У квітні 2010 року прототип програмного забезпечення STDM був представлений на XXIV з'їзді Міжнародної федерації геодезистів у Сідней, Австралія. Стандартизована LADM, що охоплює реєстрацію земель і кадастр у ширшому сенсі (багатоцільовий кадастр), служить принаймні двом важливим цілям:

- забезпечує розширену основу для ефективного і результативного розвитку кадастрової системи, щоб уникнути повторного створення і повторного запровадження тієї самої функціональної характеристики;

- дає можливість залученим сторонам як всередині однієї країни, так й інших країн, спілкуватися на основі спільної онтології, закладеної у моделі.

LADM забезпечує абстрактною концептуальною схемою із п'ятьма основними пакетами, пов'язаними з:

1. сторонами (людьми і організаціями);
2. правами, обов'язками і обмеженнями (правами на власність);
3. просторовими одиницями (ділянками, будинками і мережами);
4. просторовими джерелами (геодезичною зйомкою);
5. просторовими описами (геометрією і топологією).

В Україні з 1 січня 2013 року працює Національна кадастрова система (НКС), одним з елементів якої є публічна кадастрова карта, запроваджено нові правила оформлення прав власності на земельні ділянки. Формування земельних ділянок фіксується в Державному земельному кадастрі, а оформлення прав на земельні ділянки – у Державному реєстрі речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень. Наразі Держземагентством та Укрдержреєстром налагоджено автоматичний обмін даними – щоденно в он-лайн режимі бази обох відомств оновлюються.

НКС було розроблено відповідно до нововведеного міжнародного стандарту LADM. ISO LADM – це осучаснений та узагальнений стандарт, який кореспондується з усіма моделями ведення кадастрової інформації. Він визнає тристоронній взаємозв'язок нерухомості, сторони та права. Систему ство-

рено, і тепер основне завдання – наповнити її достовірною, класифікованою та актуальною інформацією.

НКС України відповідає основним вимогам європейських та міжнародних стандартів та технічних регламентів, серед яких точність, орієнтованість на користувача, забезпечення йому максимальної зручності та оперативності обслуговування за мінімальну вартість. Крім того, однією з основних вимог міжнародних стандартів є вільний доступ до інформації, що містить НКС. В українському кадастрі відкритою є лише інформація про земельну ділянку, але про те хто є її власником, орендарем, користувачем – інформація закрита. Розробники законодавства вирішили, що наше суспільство ще не готове до такого рівня відкритості інформації.

Висновки

На сьогодні ЄС досяг великих успіхів у врегулюванні діяльності пов'язаної з кадастром, державною реєстрацією речових прав на нерухоме майно та управлінням земельними відносинами, затвердивши LADM міжнародним стандартом.

Відповідно до проведеного дослідження можна стверджувати, що Україною зроблено основні кроки в напрямі гармонізації, уніфікації КРС та досягнення її відповідності вище наведеним вимогам, що є запорукою та важливим фактором Європейської інтеграції України, відповідає стратегічним цілям та інтересам національної політики і має перспективи для її ефективного реалізації. Побудова НКС саме зараз, а не 40 років тому, коли формувались такі системи в більшості країн Європи, стало великим плюсом для України у можливості створити сучасну інформаційну систему, в якій враховано світовий досвід, сучасні технології та стандарти, без історичного обтяження. Проте можливість застосування стандартів країн ЄС обмежується менталітетом українського народу та нестабільним економічним станом.

Список літератури

1. *Мартин А.Г.* Перспективи технічної регламентації у сфері земельних відносин. – Режим доступу: <http://zsu.org.ua/index.php/andrij-martin/76-2011-01-21-16-02-51>
2. *Курильців М.Р.* Інформаційна взаємодія європейських кадастрових систем / М.Р. Курильців // Геодезія, картографія і аерофотознімання: міжвідомчий науково-технічний вісник. – 2009. – №72. – С. 138-141.
3. *Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) // Official Journal of the European Union, L 108, 25.4.2007.*
4. *Шафранська Л.А.* Кадастрові системи: їх майбутнє за умов глобалізації / Л.А. Шафранська // Землепорядний вісник. – 2010. – №8. – С. 8-13.

*И.М. Торопа, к.т.н., доцент,
(Национальный университет «Львовская политехника», Украина, г. Львов)
В.И. Глуценко, В.В. Бабий, аспирант,
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ НАЗЕМНОЙ СЪЕМКИ ТЕРРИТОРИЙ

В докладе рассмотрены вопросы использования современных систем малых беспилотных летательных аппаратов для выполнения наземной топографической съемки. Рассмотрена технология съемки, разработанная компанией Gatewing. Описаны этапы получения цифровой модели рельефа.

Наземная топографическая съемка в настоящее время является наиболее распространенным способом высокоточных данных о рельефе. Используя современные GPS (Global Positioning System — система глобального позиционирования) RTK (Real Time Kinematic — «кинематика в реальном времени») приемники, геодезист может измерить десятки и даже сотни точек в день. Однако работа вручную имеет пределы возможностей, когда для проекта требуются выполнить тысячи или больше измерений. Объем работы по сбору данных растет линейно, занимает слишком много времени и становится слишком дорогим. Кроме того, требуется обязательное присутствие съемщика на снимаемой территории, которая может быть частично или полностью недоступна из-за характера местности. Его присутствие может мешать производственным процессам, или же эти процессы, а также рельеф местности могут создавать угрозу для жизни и здоровья съемщика.

Пределы возможностей наземной съемки становятся все более очевидными по мере возрастания требований к уровню детализации цифровой модели рельефа (ЦМР). Этот уровень детализации может быть увеличен только за счет добавления дополнительных и стратегически выбранных измерений - и, следовательно, за счет сгущения (увеличения плотности) сетки точек, причем, пропорционально будут возрастать затраты времени и стоимость работ по сбору данных.

Альтернативным решением этой проблемы является использование LIDAR (Light Identification, Detection And Ranging) – оптической технологии цифрового зондирования. Воздушная LIDAR технология - это относительно новая технология, которая позволяет выполнять 3D-картографирования с использованием самолета или вертолета в качестве подвижной платформы. В связи с высокой стоимостью оборудования, такого как точная INS (инерциальная навигационная система), а также интеграция этой системы в летательный аппарат, стоимость работ резко возрастает, особенно если требуется высокая точность. Наземные LIDAR технологии – с использованием, как правило, стационарного или мобильного сканера – имеют те же ограничения, что и наземная тахеометрическая или GPS съемка, и кроме того, создание ЦМР осложне-

но ракурсом, под которым фиксируются данные.

Технология съемки, разработанная компанией Gatewing, является революционным решением, обеспечивающим высокую точность (дециметровую или выше), высокую плотность сетки (один метр и гуще), высокую скорость (несколько дней или возможно часов) при низкой стоимости (равной или меньшей, чем при создании грубой ЦМР с помощью традиционной наземной съемки того же участка местности).

Получение изображений проводится с использованием миниатюрных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), несущих на борту цифровую фотокамеру высокого разрешения.

Заданные области съемки покрываются за счет параллельных и последовательных курсов, при которых камера выполняет серию взаимоперекрывающихся снимков. Этот рейс осуществляется в полностью автоматизированном режиме, с момента запуска до посадки. Наземная станция управления (НСУ) используется для контроля полета и позволяет на месте проверить качество изображения. В случае возникновения чрезвычайной ситуации, она дает оператору возможность вмешаться и прервать полет, но, в целом, запрограммированная процедура прерывания полета берет на себя и обеспечение безопасного приземления.

Ключевым элементом в процессе получения изображений является беспилотный летательный аппарат X100A, который был разработан исключительно для работы по получению изображений. При весе, не превышающем 1,5 кг, электрическом двигателе и амортизирующий надежной конструкции, он является простым в использовании, надежным и безопасным воздушным средством, которое позволяет проводить изыскательские работы при силе ветра до 6 баллов Бофорта. Он считается изначально безопасным летательным аппаратом, потому что сводит к минимуму риск причинения ущерба или травмы. Общая погрешность позиционирования отдельных точек, генерирующихся на стадии обработки ЦМР, составляет в пределах одного пикселя в плоскости (X и Y) и до 3 и более пикселей по вертикали (Z), в зависимости от используемого метода создания ЦМР.



Рис.1. Gatewing X100A

Для каждой съемки оператор системы должен присутствовать на местности. Каждая сессия съемки начинается с определения атмосферных условий

и установки основных параметров сессии, таких как разрешение и точная площадь сканирования, маршруты полета генерируются автоматически. Оператор имитирует полет на наземной станции и может принять решение внести некоторые незначительные изменения в автоматическую траекторию посадки, с учетом местных условий.

После предполетной проверки БПЛА и наземного оборудования, полет начинается с автоматического запуска. Летательный аппарат запрограммирован так, чтобы сканировать местность по параллельным линиям, под оптимальным углом по отношению к направлению ветра. Все фотографии, GPS-данные, и полетные данные хранятся на борту летательного аппарата. После приземления, оператор сможет выполнить контроль качества снятых изображений. В некоторых случаях, он может принять решение провести повторное сканирование поверхности с улучшенной настройкой камеры. Как правило, за 30 минут полета сканируется площадь около 1,5 км².

Обработка изображения состоит из трех основных этапов: предварительной обработки, регистрации и генерирования ЦМР. На рисунке 2 показаны эти этапы и их модули.



Рис. 2. Этапы обработки и модули

На этапе *предварительной обработки* сырые изображения синхронизируются с накопленными данными GPS наблюдений и телеметрии соответствующих полей, которые используются для отбраковки плохих или лишних изображений или улучшения синхронизации.

На этапе регистрации, данные положения и ориентации изображений генерируются в заданной пользователем системе координат. Эти данные, включая ортоизображения, являются основной информацией, необходимой для создания ЦМР и производных продуктов, такие как ортофотопланы.

Благодаря совершенному методу поиска объектов, выходной материал после фазы регистрации состоит из тысячи объектов, для которых модель группового уравнивания определила пространственные координаты. Как правило, этих точек достаточно для создания грубой ЦМР, которая может быть использована для создания качественного ортофотоплана.

Этап генерирования ЦМР по сути является продолжением этапа регистрации изображений, поскольку на этом этапе выполняется корреляция точек

смежных изображений и вычисляются координаты точек в выбранной системе отсчета. Тем не менее, предполагается, что фактическое положение и ориентация изображений, уже были установлены и определены на предыдущем этапе. В связи со значительно большим числом точек, использующихся для генерирования ЦМР (в сотни или тысячи раз больше, чем при этапе регистрации), этот этап требует использования больших вычислительных мощностей.

Благодаря использованию компактной и гибкой системы сбора данных и в значительной степени автоматизированной обработки, затраты сведены к минимуму. Это позволяет при затратах, не превышающих затрат на традиционную топографическую съемку территории, получить гораздо более высокий уровень детализации и, следовательно, точность. Для съемки больших территорий это может быть фактически единственным подходящим решением, обеспечивающим требуемый уровень детализации.

Использование метода, основанного на технологии обработки изображений, имеет большое преимущество в наличии визуальной информации, такой как ортофотопланы или цифровые карты с растровыми подложками, готовые к визуализации в среде ГИС/САПР или Virtual Earth.

Для тех случаев, в которых требуется перемещение больших объемов материала, например, рекультивации земли и горнодобывающей промышленности, ЦМР дает необходимые данные для точного измерения объема, построения разрезов и сечений, и общего обзора в GIS/CAD среде. Поскольку данные очень быстро могут быть конвертированы в файлы наиболее известных форматов, они легко могут быть интегрированы в среду данных конкретной компании.

Выводы

На сегодняшний день БПЛА для аэрофотосъемки – это в основном легкие аппараты из классов «микро» до 5 кг и «мини» до 30 кг. Широкое применение беспилотников для профессиональной картографической аэрофотосъемки возможно при консолидации усилий как производителей БПЛА, так и разработчиков профессионального фотограмметрического программного обеспечения. С одной стороны должно повышаться качество съемки, с другой стороны программные пакеты должны быть доработаны в сторону снижения требований к входным данным в случае работы со снимками, полученными с БПЛА.

Список литературы

1. Н. Я. Василин. Беспилотные летательные аппараты. – М.: «Попурри», 2003. – 272 с.
2. И.И. Дракин. Основы проектирования беспилотных летательных аппаратов с учетом экономической эффективности. - М. : Машиностроение, 1973. - 224 с.
3. Беспилотные системы аэрофотосъемки GATEWING. Навигационные и геодезические технологии – Режим доступа: <http://navgeotech.com/>

А.Ф. Данкевич, В.М. Золотоперий, С.Д. Крячок
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)

АНАЛІЗ ВИПАДКІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАНОВИХ КООРДИНАТ ПРИ КОНТРОЛІ ПОЛОЖЕННЯ ВИСОТНИХ ОБ'ЄКТІВ НА АЕРОДРОМАХ ТА ЇХ ПРИАЕРОДРОМНИХ ТЕРИТОРІЯХ

В статі проаналізовані різні випадки визначення планових координат та при контролі положення наземних висотних об'єктів на аеродромах їх приаеродромних територіях в установлених вітчизняними та зарубіжними авіаційними документами та подані необхідні формули.

Вступ. Безпека польотів повітряних суден значною мірою залежить від наявності висотних об'єктів на аеродромі та його приаеродромній території. В більшості авіаційних держав світу за такими об'єктами ведеться періодичний геодезичний контроль. Він полягає у визначенні геодезичними методами координат та відміток найвищих точок висотних об'єктів та виявленні відповідності їх розміщення встановленим вимогам безпеки польотів.

Аналіз поточного стану проблеми. Просторове положення поверхонь обмеження та оцінки перешкод [1,2,3], які забезпечують польоти на аеродромі та приаеродромній території залежить від розташування злітно-посадкової смуги (ЗПС). Для виявлення та оцінки перешкод по матеріалам геодезичного контролю планове положення висотних об'єктів потрібно визначати [1,2,3] як в полярній системі координат S_p, A_p відносно контрольної точки аеродрому (КТА), так і в умовній прямокутній системі координат $X^1O^1Y^1$ з початком в середній точці порогу ЗПС X^1_p, Y^1_p (рис.1). Вісь O^1X^1 при цьому направлена по продовженню осі ЗПС з вибором на ній додатного напрямку в сторону, протилежну напрямку захода літака на посадку.

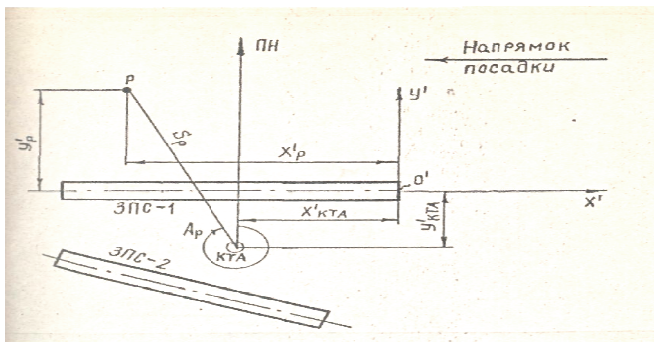


Рис.1. Система координат для визначення планового положення висотних об'єктів

Додатній напрямок умовної осі O^1Y^1 вважається вправо від напрямку заходу літака на посадку.

При проведенні геодезичного контролю інструментальним або картометричним методом можливі різні випадки визначень та безпосередніх вимірювань для встановлення планового положення висотних об'єктів у прийнятій нормативними авіаційними документами прямокутній та полярній системах координат. Необхідні формули для встановлення планового положення висотних об'єктів подані у нормативних авіаційних документах

[2],однак не для всіх можливих випадків визначень. Відсутні формули для встановлення планового положення висотних об'єктів для випадку зльоту повітряних кораблів (ПК) на аеродромі з поворотом на відстані менше 15 км від кінця ЗПС.

Вирішення проблеми. Якщо по картматеріалам або інструментально визначені геодезичні координати висотного об'єкта P на площині у конформній проекції Гаусса – Крюгера X_p і Y_p та КТА X_o^1 і Y_o^1 , то координати об'єкту

X_p^1 і Y_p^1 в умовній системі координат $X^1O^1Y^1$ визначають за формулами:

$$X_p^1 = (X_p - X_o^1) \cdot \cos \alpha + (Y_p - Y_o^1) \cdot \sin \alpha ;$$

$$Y_p^1 = -(X_p - X_o^1) \cdot \sin \alpha + (Y_p - Y_o^1) \cdot \cos \alpha ,$$

де α - дирекційний кут осі ЗПС.

Якщо яким-небудь методом визначені полярні координати об'єкта S_p і α_p , а положення контрольної точки аеродрому КТА визначається вимірюваними на аеродромі відстанями $X_{КТА}^1$ і $Y_{КТА}^1$ (рис.1), то координати висотного об'єкта в умовній системі визначаються за формулами:

$$X_p^1 = X_{КТА}^1 + S \cdot \cos(\alpha - \alpha_p) ;$$

$$Y_p^1 = Y_{КТА}^1 + S \cdot \sin(\alpha - \alpha_p) .$$

Для випадку вимірювання полярних координат висотного об'єкта S і α_p при визначенні координат КТА від пунктів державної геодезичної мережі (на рис. 1 визначаються $X_{КТА}^1$ і $Y_{КТА}^1$) можна написати систему рівнянь:

$$\begin{cases} X_{КТА}^1 + S \cdot \cos \alpha_p = X_o^1 + X_p^1 \cdot \cos \alpha + Y_p^1 \cdot \sin \alpha \\ Y_{КТА}^1 + S \cdot \sin \alpha_p = Y_o^1 + X_p^1 \cdot \sin \alpha - Y_p^1 \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

З рішення системи, отримаєм наступні формули для визначення координат висотного об'єкта в умовній системі координат:

$$Y'_p = (X_{\text{КТА}} - X_{0'}) \cdot \sin \alpha - (Y_{\text{КТА}} - Y_{0'}) \cdot \cos \alpha + S \cdot \sin(\alpha - \alpha_p)$$

$$X'_p = (X_{\text{КТА}} - X_{0'}) \cos \alpha + (Y_{\text{КТА}} - Y_{0'}) \sin \alpha + S \cos(\alpha - \alpha_p)$$

Якщо на аеродромі з якої-небудь ЗПС виконується зліт літаків з поворотом на відстані менше 15 км від кінця злітної смуги, то координати висотних об'єктів відносно цієї ЗПС слід визначати в умовній прямокутно-плоскій системі, де вісь $O'X'$ співпадає з проекцією на горизонтальну площину заданої криволінійної траєкторії зльоту (рис. 2). Проекцію криволінійної траєкторії зльоту літаків можна умовно розділити на три ділянки.

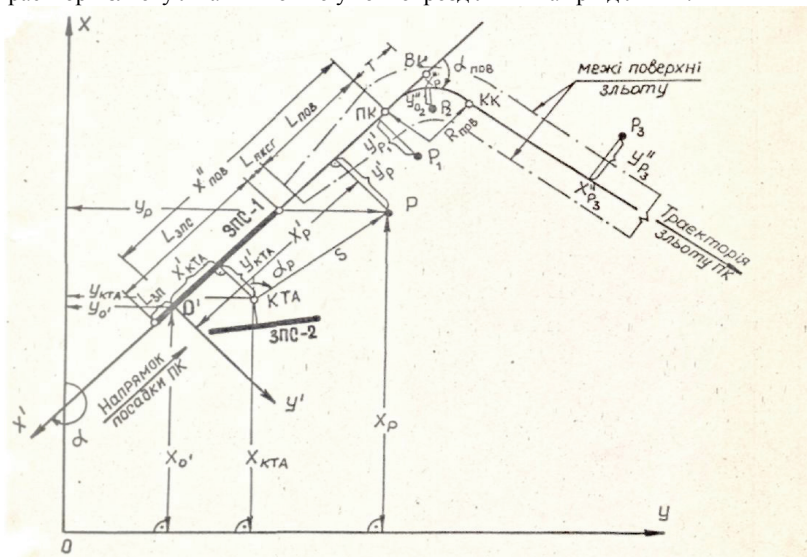


Рис. 2. Система координат для визначення планового положення висотних об'єктів при зльоті ПС з поворотом

Ділянка 1 - прямолінійна в напрямку продовження осі ЗПС від кінця злітної смуги ЛС до початку повороту. Умовою належності висотного об'єкта P_1 (див. рис.1) до ділянки 1 буде $X'_{p_1} \geq X'_{\text{ПОВ}}$, де X'_{p_1} - абсциса об'єкта P_1 , розрахована для відповідних випадків визначень за приведеними у цій роботі формулами; $X'_{\text{ПОВ}}$ - абсциса точки початку повороту (а також центру кривої з радіусом повороту $R_{\text{ПОВ}}$) в умовній прямокутній системі плоских координат.

Абсциса точки початку повороту визначається за формулою:

$$X'_{\text{ПОВ}} = L_{\text{СП}} - L - L_{\text{КПТ}} - L_{\text{ПОВ}},$$

де $L_{\text{СП}}$ - відстань зміщеного порогу від її посадочного торця; $L_{\text{ВПП}}$ - довжина ЗПС; $L_{\text{КПТ}}$ - сумарна довжина КПТ і смуги, вільної від перешкод (якщо вона існує на аеродромі); $L_{\text{ПОВ}}$ - відстань від кінця ЛС до початку повороту.

Координати висотних об'єктів на ділянці 1 в умовній системі визначаються за раніше приведеним формулами.

Ділянка 2 - криволінійна, співпадає з коловою кривою радіуса $R_{\text{ПОВ}}$ (див. рис. 2). Лінійне випередження повороту T (тангенс кривої) та абсцису вершини кута повороту $X'_{\text{ВК}}$ визначають за формулами

$$T = R_{\text{ПОВ}} \cdot \text{tg} \frac{|\alpha_{\text{ПОВ}}|}{2}; \quad X'_{\text{ВК}} = X'_{\text{ПОВ}} - T,$$

де $\alpha_{\text{ПОВ}}$ - кут повороту, який вважається додатним при повороті літаків вправо від напрямку зльоту або від'ємним - при повороті вліво. Умова приналежності висотного об'єкта P_2 до ділянки 2 можна сформулювати як одночасне виконання двох умов

$$X'_{p_2} \geq X'_{\text{ПОВ}}; \quad \text{arctg} \frac{|X'_{p_2} - X'_{\text{ПОВ}}|}{|Y'_{p_2} - Y'_{\text{ПОВ}}|} \leq \alpha_{\text{ПОВ}},$$

де X'_{p_2} , Y'_{p_2} - відповідно абсциса и ордината об'єкта, які вираховуються зараніше приведеними формулами; $Y'_{\text{ПОВ}}$ - ордината центру кривої, яка при $\alpha > 0$ приймається $Y'_{\text{ПОВ}} = R_{\text{ПОВ}}$, а при $\alpha_{\text{ПОВ}} < 0$ $Y'_{\text{ПОВ}} = -R_{\text{ПОВ}}$.

Координати висотного об'єкта P_2 , розташованого в межах ділянки 2, вираховуються за формулами:

$$X''_{p_2} = X'_{\text{ПОВ}} - R_{\text{ПОВ}} \cdot \text{arctg} \frac{|X'_{p_2} - X'_{\text{ПОВ}}|}{|Y'_{p_2} - Y'_{\text{ПОВ}}|};$$

$$Y''_{p_2} = R_{\text{ПОВ}} - \sqrt{(X'_{p_2} - X'_{\text{ПОВ}})^2 + (Y'_{p_2} - Y'_{\text{ПОВ}})^2}, \text{ при } \alpha_{\text{ПОВ}} > 0,$$

або

$$Y''_{p_2} = \sqrt{(X'_{p_2} - X'_{\text{ПОВ}})^2 + (Y'_{p_2} - Y'_{\text{ПОВ}})^2} - R_{\text{ПОВ}} \text{ при } \alpha_{\text{ПОВ}} < 0.$$

Ділянка 3 - прямолінійна за кінцем кривої (див. рис.2). Умова приналежності об'єкта P_3 до ділянки 3 можна сформулювати як одночасне виконання двох умов:

$$X'_{p_3} \geq X'_{\text{ПОВ}}; \quad \text{arctg} \left| \frac{X'_{p_3} - X'_{\text{ПОВ}}}{Y'_{p_3} - Y'_{\text{ПОВ}}} \right| \leq |\alpha_{\text{ПОВ}}|,$$

де X'_{p_3}, Y'_{p_3} - відповідно абсциса и ордината об'єкта, які вираховуються за раніше приведеними формулами.

Координати висотного об'єкта P_3 в межах ділянки 3 вираховуються за формулами:

$$X''_{p_3} = X'_{\text{ПОВ}} - \frac{\Pi \cdot R_{\text{ПОВ}} \cdot |\alpha_{\text{ПОВ}}|}{180^0} + (X'_{p_3} - X'_{\text{ВК}}) \cdot \cos \alpha_{\text{ПОВ}} - Y'_{p_3} \cdot \sin \alpha_{\text{ПОВ}} + T$$

$$Y''_{p_3} = (X'_{p_3} - X'_{\text{ВК}}) \cdot \sin \alpha_{\text{ПОВ}} + Y'_{p_3} \cdot \cos \alpha_{\text{ПОВ}},$$

Висновки

При геодезичному забезпеченні контролю положення висотних об'єктів на аеродромах та їх приаеродромних територіях в обов'язковому порядку використовуються локальні системи планових координат (прямокутна, полярна), що задаються розміщенням порогів ЗПС та КТА. Планове положення висотних об'єктів прямокутній та полярній системах координат для різних практичних випадків слід визначати по відповідним поданим у роботі формулам.

Список літератури

1. МЕТОДИКИ оценки соответствия нормам годности к эксплуатации гражданских аэродромов (МОС НГЭА). С учетом поправок МАК № 1 - 22. -М.: Воздушный транспорт, 1992. -144 с.
- 2.РУКОВОДСТВО по аэропортовым службам. Часть 6. Контролирование препятствий (ДОС 9137-AN/898/2). – 2-е изд. – Монреаль: ИКАО, 1983. –68 с.
- 3.МЕЖДУНАРОДНЫЕ стандарты и рекомендуемая практика: Аэродромы. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов. Второе изд. - Монреаль: ИКАО, 1995. -261 с.
4. ДАНКЕВИЧ А.Ф., МАРКОВ С. Ю., БАБЧЕНКО В.А. Проблеми геодезичного контролю положення наземних висотних об'єктів на аеродромах та приаеродромних територіях України Вісник геодезії, 2004.- № 3. - с.4-7.

КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ ГЕОТУРИЗМУ УКРАЇНИ

Розглянуто геотуризм, як вид раціонального природокористування. Для забезпечення картографічних потреб геотуризму пропонується створення геоекологічну інформаційну систему.

Питання збереження навколишнього середовища вже довгий час є актуальним, разом і ним актуальним є і збереження невід'ємної його частини - геологічних пам'яток природи. Вони є унікальним свідченням минулого і разом з тим – потребують збереження для майбутнього.

Геологічні пам'ятки природи можуть мати місце у природних і біосферних заповідниках, національних природних і регіональних ландшафтних парках, заказниках та інших складових ПЗФ. Проте лише у статусі заказників та пам'яток природи вони можуть бути самостійними елементами ПЗФ.

Згідно закону України «Про природно-заповідний фонд», Глави 6, статті 27: «Пам'ятками природи оголошуються окремі унікальні природні утворення, що мають особливе природоохоронне, наукове, естетичне, пізнавальне і культурне значення, з метою збереження їх в природному стані». У статті 38 цього ж закону наведено також основні вимоги щодо режиму пам'яток природи : «На території пам'яток природи забороняється будь-яка діяльність, що загрожує збереженню або призводить до деградації чи зміни первісного їх стану. Власники або користувачі земельних ділянок, водних та інших природних об'єктів, оголошених пам'ятками природи, беруть на себе обов'язання щодо забезпечення режиму їх охорони та збереження.» [1].

Проблема недостатнього рівень фінансування об'єктів ПЗФ не дозволяє забезпечувати в належному обсязі необхідний рівень охорони як геологічних пам'яток так і облаштованих об'єктів туристичної інфраструктури, контролювати відвідуваність туристами. Як наслідок – неконтрольоване туристичне антропогенне навантаження, що призводить до значного погіршення стану природних територій, актів вандалізму. А подекуди й повного знищення унікальних геологічних об'єктів. Цю проблему вирішують за рахунок отримання прибутків від дозволених видів господарської діяльності на території геологічної пам'ятки природи.

Геотуризм - порівняно новий (заснований в 2000 році) напрям діяльності глобальної індустрії туризму, що надзвичайно інтенсивно розвивається [6]. Туристичні компанії термін "геотуризм" використовують для позначення подорожі, яка присвячена унікальній культурі і історії місця поїздки [7]. З точки зору геології і економіки, геотуризм можна трактувати як специфічний метод надрокористування, при цьому самі надра і їх ресурси залишаються незайманими, а використовуються тільки їх інформаційні і

естетичні атрибути. Він є видом екотуризму і спирається на принципи сталого раціонального природокористування. З вищевказаного видно – геотуризм є тим видом оплачуваних послуг, що дозволені на території пам'яток природи загальнодержавного значення.

Головною проблемою впровадження туристичної діяльності на території будь-якого природоохоронного об'єкту є суперечливість отриманих результатів. Адже туристична діяльність веде до таких екологічних проблем як: руйнування ґрунтового покриву; неконтрольоване витоптання; знищення рослин (в тому числі і рідкісних) та низки інших негативних явищ [4]. Проте, з іншого боку, розвиток туризму забезпечує соціальне та економічне стимулювання місцевого населення до збереження природи. Тому, коли туристичний потік не можна зупинити (і не потрібно) його необхідно взяти під контроль. Одним із засобів регулювання неконтрольованого потоку відвідувачів у заповідних територіях є впровадження геоекотуризму шляхом створення екологічних стежок [2].

Екологічна стежка є специфічним видом одноденного туристського маршруту (фр. *marche* - піший хід + *route* - шлях) - географічно визначена, прив'язана до певної місцевості та характерних (особливих) об'єктів й описана з певним ступенем детальності траса походу, подорожі, відпочинково-оздоровчої прогулянки, освітньої екскурсії тощо. Географічна визначеність екологічної стежки полягає в її просторовому позиціонуванні та картографічному моделюванні – створенні абрису, кроків, картосхеми, ілюстрацій (графічних та фотографічних), а також текстовому описі об'єктів на трасі руху з детальністю, що забезпечує можливість повторного чи багаторазового проходження цього маршруту туристами з різним ступенем підготовки [5].

Для створення екостежок необхідно провести комплексне дослідження геологічної пам'ятки природи. Слід дослідити і описати флору і фауну об'єкта, а результати відобразити на картах рослинності та карті тваринного світу. Адже в час цвітіння деяких рослин (конвалії, проліски) чи період гніздування впливають на терміну перебування відвідувачів. Проте й кількість теплих днів у році й погода, й стан під'їзду до пам'ятки природи є також немало важливими факторами.

Також потрібно провести дослідження щодо визначення допустимого рівня завантаженості – пропускнуго потенціалу який може витримати той, чи інший туристичний об'єкт без збитку для природних ресурсів, тобто без дигресії [4] та переважаючого виду туризму, який характеризується метою відвідування, розміром групи, рівнем підготовки (школяр, студент, науковець), рівнем фізичної підготовки та інше. Важливо за результатами досліджень створити актуальний тематичний картографічний матеріал. Це дозволить прокласти екостежки та залучити нові туристичні потоки, що, в свою чергу, дасть можливість збільшити рівень фінансування природо заповідного об'єкту. З'явиться можливість і необхідність збільшити штат співробітників, необхідних для здійснення екологічного моніторингу, природоохоронної та науково-освітньої діяльності.

На всіх етапах раціональної геотуристичної діяльності потрібне картографічне забезпечення. Топографо-геодезичне забезпечення є основним картографічним інформаційним ресурсом для проведення цих початкових досліджень, моніторингу використання таких природоохоронних земель і прийняття управлінських рішень. Ефективна топографо-геодезична та картографічна діяльність сьогодні вже просто неможлива без запровадження сучасних ГІС-технологій з використанням методів супутникових спостережень, проведення аерознімальних робіт із застосуванням сучасного обладнання, використання даних ДЗЗ та космознімків. Тому нами для забезпечення потреб геотуризму пропонується створити геоекологічну інформаційну систему (ГЕІС). Така система має мати в собі наступні елементи з такою інформацією як:

- топографо-геодезична карта;
- геоморфологічна карта;
- карта початкового екологічного стану геологічної пам'ятки природи;
- карта рослинного світу;
- карта тваринного світу;
- картосхема, абрис кроків екостежок;
- космознімки за різні періоди часу;
- дані екологічного моніторингу про теперішній стан об'єкта;
- та інша необхідна актуальна інформація.

Створення і введення геоекологічної інформаційної системи **ДОЗВОЛИТЬ**:

- підвищити ефективність використання потенціалу земель ПЗФ та забезпечити їх належну охорону;
- створити і зберегти сприятливе навколишнє природне середовище;
- забезпечити інвестиційно-привабливе середовище щодо залучення коштів у реальний сектор економіки, зокрема у туризм.

Висновки

Для розвитку геотуризму необхідним є створення актуального картографічного матеріалу. Створення геоекологічної інформаційної системи не тільки вирішить потребу картографічного забезпечення, а й дозволить систематизувати цей матеріал, підвищити якість моніторингу використання таких природоохоронних земель і прийняття управлінських рішень.

Список літератури

1. Закон України «Про природно-заповідний фонд України»//Відомості Верховної Ради(ВВР),1992,№34, ст.502.
2. Яцентюк Ю.В. «Національні природні ядра екомережі Вінницької області» Український географічний журнал, 2011, №2, с 48-52.

3. Постанова Кабінету міністрів України від 28 грудня 2000р №1913 «Про затвердження переліку платних послуг, які можуть надаватися бюджетними установами природно-заповідного фонду»

4. Кобелька О. Проблеми геоекологічного туристичного використання природоохоронних територій Карпат /О. Кобелька // Наукові записки ТПУ імені В. Гнатюка, Серія: Географія №2.- Т: ТПУ, 2009. –

Режим доступу URL: <http://cs308128.vk.com/upload.php>

5. Дмитрук С. Екостежки в системі туристсько-краєзнавчої діяльності в закладах освіти/ С.Дмитрук, І.Головач// Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький педагогічний університет імені Григорія Сковороди»; наук.-теор. збірник. Спец. вип. Педагогіка. - Переяслав-Хмельницький: Міленіум, 2011. - С. 37-43

6. URL: <http://www.12news.uz/news/2012/11/09/>

7. URL: <http://www.destinations.ru/news/?id=417>

В.А. Рябчій, В.В. Рябчій
(Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»,
Дніпропетровськ, Україна)
В.В. Бабій
(Національний авіаційний університет, Київ, Україна)

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ СЕРЕДНІХ КВАДРАТИЧНИХ ПОХИБОК ВЗАЄМНОГО ПОЛОЖЕННЯ КУТІВ ПОВОРОТІВ МЕЖ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

Проаналізовано застосування терміну середня квадратична похибка взаємного положення пунктів або кутів поворотів меж земельних ділянок у нормативно-правових актах України. Запропоновано сучасне визначення цього терміну. Наведені формули обчислення фактичних і допустимих середніх квадратичних похибок взаємного положення кутів поворотів меж земельних ділянок.

У деяких нормативно-правових актах України зустрічається термін середня квадратична похибка взаємного положення пунктів геодезичних мереж або кутів поворотів меж земельних ділянок. Тому уточнення формул і методики визначення допустимих середніх квадратичних похибок взаємного положення кутів поворотів меж земельних ділянок має важливе значення для більш детальної характеристики результатів відповідних геодезичних робіт.

Метою цієї роботи є уточнення формул та методики визначення фактичної і допустимої середніх квадратичних похибок взаємного положення кутів поворотів меж земельних ділянок.

В Основних положеннях створення Державної геодезичної мережі України [5] наведено, що станом на 1997 рік точність визначення взаємного положення пунктів державної геодезичної мережі України характеризується середньою квадратичною похибкою 0,196 м.

У Положенні про земельно-кадастрову інвентаризацію земель населених пунктів [6] «рекомендуються масштаби створення земельно-кадастрових карт (планів): у містах республіканського і обласного підпорядкування – не дрібніше 1:500; у містах районного підпорядкування і селищах не дрібніше 1:1000; у селах – 1:2000. Помилка взаємного положення суміжних точок межі не повинна перевищувати 0,1 мм у масштабі плану». Тобто відповідно до рекомендованих масштабів у населених пунктах ця похибка не повинна бути більше 0,05 м, 0,1 м і 0,2 м відповідно.

Згідно з пунктом 1.1.16 Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [2] середня квадратична похибка взаємного положення капітальних і багатоповерхових споруд не повинна бути більше 0,5 мм. Таким чином для планів масштабів 1:500, 1:1000, 1:2000 і 1:5000 ця похибка буде дорівнювати 0,25 м, 0,5 м, 1,0 м, і 2,5 м відповідно.

В інших нормативно-правових актах України середня квадратична похибка взаємного положення кутів поворотів межі земельної ділянки не наведе-

на, а використовуються середні квадратичні похибки координат або положення [3, 4, 7].

У роботі [1] це поняття також розглядається, наведені важливі міркування.

У навчальній літературі також є посилання на [5] і наводяться значення середніх квадратичних похибок взаємного положення пунктів державної геодезичної мережі України. Але яким чином визначати цю похибку не наведено.

У [8] визначені параметри і формули, якими треба керуватись при обчисленні середніх квадратичних похибок взаємного положення кутів поворотів меж земельних ділянок, але повної послідовності дій не наведено.

Під середньою квадратичною похибкою взаємного положення будемо розуміти величину (числове значення), яка (яке) характеризує точність визначення координат одного, декількох або всіх кутів поворотів у своїй сукупності по зв'язках, які є між цими кутами поворотів.

Фактичну середню квадратичну похибку взаємного положення кутів поворотів меж земельних ділянок можна обчислити за такою формулою:

$$m_{iен} = \sqrt{m_{ti}^2 - 1 + m_{ti}^2 + m_{ti}^2 + 1}, \quad (1)$$

а допустиму – за такою:

$$m_{iенД} = m_{iД} \sqrt{3}. \quad (2)$$

Взаємне положення можна розглядати відносно якоїсь додаткової вихідної основи, враховуючи, що координати кутів поворотів меж земельних ділянок визначаються в кінцевому результаті на площині від якихось геодезичних пунктів, які взяті за вихідні. Такою додатковою основою (базою) може бути точка або периметр земельної ділянки.

Візьмемо за додаткову базову точку центр тяжіння земельної ділянки, координати якого обчислюються за відомими формулами. При цьому, середня квадратична похибка центру тяжіння по висях координат буде обчислюватись за такими формулами:

$$m_{Xцт} = \frac{\mu_X}{\sqrt{[P_{Xцт}]}} , \quad m_{Yцт} = \frac{\mu_Y}{\sqrt{[P_{Yцт}]}} , \quad (3)$$

де μ_X , μ_Y і $[P_{Xцт}]$, $[P_{Yцт}]$ – середні квадратичні похибки одиниці ваги і ваги центра тяжіння по висях X і Y відповідно.

А формула середньої квадратичної похибки положення центра тяжіння буде такою:

$$m_{цт} = \sqrt{m_{Xцт}^2 + m_{Yцт}^2} . \quad (4)$$

Якщо середні квадратичні похибки усіх координат кутів поворотів дорівнюють одна одній і допустимому значенню, то допустимі середні квадратичні похибки координат центру тяжіння земельної ділянки будуть мати такий вигляд:

$$m_{X_{цмД}} = \frac{m_X Д}{\sqrt{n}}, \quad m_{Y_{цмД}} = \frac{m_Y Д}{\sqrt{n}}. \quad (5)$$

Враховуючи (5), допустима середня квадратична похибка положення центру тяжіння земельної ділянки буде такою:

$$m_{цмД} = \frac{m_{цД}}{\sqrt{n}}. \quad (6)$$

Розглянемо периметр земельної ділянки з точки зору параметра оцінки взаємного положення. Це такий параметр, що пов'язує усі її кути поворотів межі у сукупності. Периметр обчислюється за такою формулою:

$$P = L_{1-2} + L_{2-3} + \dots + L_{n-1}, \quad (7)$$

де n – останній номер кута повороту межі земельної ділянки.

Формула обчислення середньої квадратичної похибки периметра земельної ділянки буде такою:

$$m_P = \sqrt{m_{L_{1-2}}^2 + m_{L_{2-3}}^2 + \dots + m_{L_{n-1}}^2}. \quad (8)$$

Якщо середні квадратичні похибки координат відомі, то формула обчислення середньої квадратичної похибки довжини між кутами поворотів 1 і 2 буде такою:

$$m_{L_{1-2}} = \sqrt{\cos^2 \alpha_{1-2} m_{X_1}^2 + \sin^2 \alpha_{1-2} m_{Y_1}^2 + \cos^2 \alpha_{1-2} m_{X_2}^2 + \sin^2 \alpha_{1-2} m_{Y_2}^2}. \quad (9)$$

При умові, що $m_{X_1} = m_{Y_1} = m_{X_2} = m_{Y_2} = m_{XY}$, вираз (9) набуде такого вигляду:

$$m_{L_{1-2}} = m_{XY} \sqrt{2} = m_l. \quad (10)$$

Прийемо, що середні квадратичні похибки координат усіх кутів поворотів межі земельної ділянки і відповідно їх середні квадратичні похибки положення дорівнюють одна одній, то всі середні квадратичні похибки довжин також будуть рівні між собою. Тоді допустима середня квадратична похибка периметру буде обчислюватись за такою формулою:

$$m_{PД} = m_{цД} \sqrt{n}. \quad (11)$$

Також цю похибку можна виражати через відносну похибку.

Таку послідовність дій можна застосувати при визначенні середньої квадратичної похибки взаємного положення пунктів, наприклад, мереж полігонометрії. Але при цьому треба враховувати таке. Усі пункти, що визначаються, можна розділити на три види. Перший – це такі пункти, які мають тільки два суміжних пункти. Другий – вузлові пункти, які мають три і більше суміжних пунктів. Третій – це такі пункти, які мають суміжні пункти, один із яких вихідний. Для вузлових пунктів необхідно враховувати кількість суміжних пунктів, а у випадку наявності суміжного вихідного пункту його середню квадратичну похибку положення не враховувати. Але, якщо вирівнювання мережі виконувалось з урахуванням середніх квадратичних похибок вихідних

пунктів, то тоді їх необхідно враховувати. Також такий підхід можна використовувати для оцінки точності взаємного положення деякої групи пунктів, що додаються до загальної мережі.

Висновки

1. Для більш повної оцінки точності необхідно визначати фактичні і допустимі значення середніх квадратичних похибок взаємного положення кутів поворотів меж земельних ділянок.

2. За додаткові показники взаємного положення всіх кутів поворотів межі земельної ділянки можна брати центр тяжіння і периметр та обчислювати відповідні похибки.

3. Запропоновані формули також можна застосувати для оцінки взаємного положення пунктів геодезичних мереж.

Список літератури

1. Барановський, В.Д. Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земельного кадастру. Визначення площ територій / В.Д. Барановський, Ю.О. Карпінський, А.А. Ляшенко // За загальною редакцією Ю.О. Карпінського. – К.: НДГК, 2009. – 92 с: іл. – (Сер. «Геодезія, картографія, кадастр»).

2. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затверджена наказом ГУГКК від 09.04.1998 № 56, із змінами і доповненнями внесеними наказом ГУГКК від 27.07.1999 № 90. – Київ, 1999. – 156 с.

3. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджена наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 18.05.2010 № 376, із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 25.02.2011 № 117.

4. Керівний технічний матеріал «Інвентаризація земель населених пунктів (наземні методи)», затверджений наказом ГУГКК від 02.02.1993 № 6. – Київ, 1993.

5. Основні положення створення Державної геодезичної мережі України, затвердженні постановою Кабінету Міністрів України від 08.06.1998 № 844, із змінами і доповненнями внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 23.12.2009 № 1413.

6. Положення про земельно-кадастрову інвентаризацію земель населених пунктів, затверджене наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 26.08.1997 № 85.

7. Порядок проведення інвентаризації земель, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23.05.2012 № 513, із змінами і доповненнями, внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 20.02.2013 № 154.

8. Рябчій, В.А. Визначення середньої квадратичної похибки взаємного положення кутів поворотів межі земельної ділянки [текст] / В.А. Рябчій, В.В. Рябчій // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – Л., 2012. Вип. II (24). – С. 137-141.

*М.М. Кондратенкова (Одеський державний аграрний університет,
Україна, м.Одеса)*

ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

На підставі сучасних тенденцій містобудування автор визначає терміни «пам'ятка архітектури» та «пам'ятка містобудування». Проведений детальний огляд сучасних проблем в області збереження та реабілітації архітектурного спадку, що безумовно допоможе глибше усвідомити своєрідність власної культури, зокрема і містобудівного мистецтва.

Архітектурні пам'ятки культурної спадщини за своєю сутністю статичні, а містобудівні утворення є динамічними. Пам'ятки містобудування як об'єкти культурної спадщини просторового характеру у планувальній структурі населених місць є пам'ятками історичного, соціального й індустріального розвитку країни на відносно великих територіальних площинах. Архітектурні монументи й відокремлені об'єкти просторового вирішення можуть бути зразками містобудівного мистецтва, котре включає фактично всі їх різновиди за класифікацією, означеною в ст.2 Закону України «Про охорону культурної спадщини».

Дослідженню, вивченню та охороні архітектурної й містобудівної спадщини значною мірою сприяє розгорнута в державі робота з підготовки багатотомного енциклопедичного видання «Звід пам'яток історії та культури України». До нього мають бути включені не тільки вже визначені нерухомі об'єкти за наданими їм відповідними категоріями національного чи місцевого значення, а і шойно виявлені пам'ятники історії й культури. Вони відповідно до п.2 ст. 14 Закону України «Про охорону культурної спадщини» до вирішення питання щодо занесення їх до Державного реєстру нерухомих пам'яток України підлягають охороні.

Треба підкреслити, що у загальних положеннях згаданого закону термін «пам'ятка» пропонується вживати до об'єктів культурної спадщини тільки в разі занесення їх до Державного реєстру нерухомих пам'яток України. Непересічними пам'ятками цієї спадщини, котрими формується історичне довкілля, є об'єкти архітектури і містобудування. Якщо до пам'яток архітектури можуть належати окремі будинки, споруди різного призначення, комплекси їх або ансамблі об'ємно-просторової організації, то об'єкти містобудування відбивають історичні принципи планування й забудови міст, інших населених пунктів; загальну планувальну структуру оточуючого середовища на малих і великих територіальних площинах. За міжнародними стандартами, під пам'ятками архітектури й містобудування у цілому розуміються будь-які сукупності будівель, споруд та відкритих просторів.

Перехід до ринкової економіки, різноманітних форм власності на землю та платного характеру її використання різко підвищує значення містобудівних

документів як однієї з найважливіших ланок у механізмі регулювання земельних відносин у місті, узгодження приватних і громадських інтересів.

На сьогоднішній день в містах відбуваються численні порушення встановлених діючими містобудівними документами функціонального зонування, що спричинює масові соціальні, економічні, екологічні, інші проблеми, гострота яких зростатиме з часом. Все більш дієвим у наш час стає фактор наполегливості заможних інвесторів, здатних тиснути на міську владу, органи архітектури, спеціальні органи охорони історико-культурної спадщини. Основна причина такої ситуації — низький рівень містобудівної культури міської влади. Закономірний і бажаний процес посилення ролі та значення місцевого самоврядування територій має недоліки управління процесами планування і забудови міст. Управління земельними ресурсами відійшло до сфери діяльності землевпорядників, питання охорони історико-культурного спадку та історичного середовища міст вилучені із сфери органів архітектури і містобудування. Взагалі деякі дослідники історико-архітектурної та містобудівної спадщини вважають, що «відділення містобудування від архітектури є об'єктивним процесом, який почався досить давно і зараз перейшов в активну стадію». У словнику-довіднику «Архітектура», виданому в 1995 р. Державним науково-дослідним інститутом теорії, історії архітектури та містобудування (НДІПАМ), терміни «пам'ятки архітектури» й «пам'ятки містобудування» розглядаються окремо, хоча характеризуються однаково як «зафіксоване у матеріальній формі свідчення певного етапу, напряму, аспекту розвитку архітектури і містобудування». Як різновид пам'яток історії й культури, це можуть бути фрагменти планування і забудови поселення (центр міста, площа, вулиця, комплекс, планувальна структура, система трасування вулиць тощо). Вони відбивають певний етап розвитку містобудування, історичні принципи планування та забудови, значні містобудівні ідеї, й тому їх взято під охорону держави як об'єктів культурної спадщини.

Пам'ятки містобудування як об'єкти культурної спадщини просторового характеру у планувальній структурі населених місць є пам'ятками історичного, соціального й індустріального розвитку країни на відносно великих територіальних площинах. Місце розташування будь-якої нерухомого об'єкта - це завжди штучний або природний ландшафт чи містобудівне утворення, тобто вулиця, квартал, площа, майдан, котрі в свою чергу можуть бути пам'ятками містобудівного мистецтва. Тому відповідні якості об'єкта досить часто є складовою частиною комплексної пам'ятки історії та культури у цілому. Особливістю пам'яток містобудування є те, що вони завжди мають комплексний характер, несуть інформацію про історико-культурну цінність середовища, котре формується цими організуючими структурними елементами планування будь-якого населеного місця. Пам'ятками містобудування можуть бути не тільки відповідні утворення безпосередньо в містах, селах, містечках і селищах, а й збережені часом комплекси монастирів та замків на всіх теренах України. Комплексною пам'яткою може бути й окремий архітектурний об'єкт. Історична інформація, візуальне сприйняття певної архітектурної форми та усвідомлення її змісту визначають історико-культурний образ пам'ятки архітектури. Він може бути втілений в одному чи у ряді нерухомих об'єктів (якщо це комплекс

або ансамбль). Але вимоги часу можуть змінювати їх функцію. Зміна ця обов'язково позначається на зміні образу художнього архітектурного твору.

Зміна, розвиток останніх у часі є їх важливою ознакою, що не властива об'єктам архітектури. Вони є своєрідними природно-техногенними комплексами, які періодично потребують відповідних уточнень меж їх територіального розвитку. В загальних положеннях Закону України «Про основи містобудування», сказано, що «містобудування (містобудівна діяльність) - це цілеспрямована діяльність державних органів, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій, громадян, об'єднань громадян по створенню та підтриманню повноцінного життєвого середовища, яка включає будівництво об'єктів містобудування, спорудження інших об'єктів, реконструкцію історичних населених пунктів при збереженні традиційного характеру середовища, реставрацію та реабілітацію об'єктів культурної спадщини».

Як бачимо, визначаючи правові, економічні, соціальні й організаційні засади містобудівної діяльності, Закон України «Про основи містобудування» спрямований на забезпечення охорони навколишнього природного оточення, раціонального природокористування і збереження культурної спадщини.

З метою збереження історико-культурної спадщини українського народу та забезпечення її відродження структурами Держбуду України провадиться виявлення пам'яток, їх каталогізація і паспортизація, обстеження та опис з використанням матеріалів архівів відомчих підприємств галузі охорони пам'яток містобудування і архітектури України.

Проте стан зовнішнього інформаційного середовища, зокрема галузевих архівів підприємств Держбуду: розпорошення інформації у безлічі документів; відсутність необхідної та достатньої кількості даних, які характеризують об'єкт; неупорядкованість даних, які перебувають у розпорядженні фондотримувачів інформації - не дозволяє використовувати її в існуючому вигляді для наукових досліджень. Упорядкування матеріалів обстежень, які знаходяться в архівах і містять відомості про пам'ятки культури України, вимагає використання засобів інтеграції даних, які забезпечать включення до наукового обігу усіх відомостей про об'єкти національної культури.

Система, яка надасть можливість забезпечити дослідження та опис пам'яток, їх облік, збереження та реставрацію, повинна мати не окремі компоненти, а повний перелік необхідних видів забезпечення системи: методичне, організаційне, кадрове, правове, лінгвістичне, технологічне і технічне. Сучасні вимоги документування пам'яток містобудування та архітектури висвітлюють лише окремі компоненти необхідних видів.

Компоненти видів забезпечення системи документування пам'яток, що відповідають сучасним вимогам, вивчаються і формуються комплексними науковими дослідженнями. У системі Держбуду України питаннями комплексного вивчення пам'яток містобудування та архітектури займається Науково-дослідний інститут теорії та історії архітектури та містобудування.

Фахівці Головного науково-методичного центру містобудівного кадастру населених пунктів України НДІПІАМ, займаючись дослідженням та документуванням пам'яток архітектури та містобудування, аналізуючи міжнародний досвід у цих питаннях, дійшли висновку, що у традиційну технологію

документування пам'яток треба широко впроваджувати компоненти комп'ютерної технології.

Аналіз компонентів методичного забезпечення системи документування показав, що традиційні методи й засоби ведення системи документування пам'яток архітектури та містобудування не дозволять створити предметну галузь як єдину систему опису об'єктів (пам'яток), відомих персон, причетних до виникнення цих об'єктів та документів, в яких висвітлено відомості щодо об'єктів.

Нова технологія відповідно впливає та визначає структуру й зміст компонентів забезпечення системи документування. Сучасна інформаційна технологія збирання, введення, зберігання, аналізу, обробки та виведення даних щодо пам'яток має забезпечуватись засобами банків даних та експертних систем. Останнім часом зазначеними фахівцями НДІПІАМ здійснено розробки, засновані на методах логічного програмування, процедурах обробки растрової, векторної, та тримірної графіки, засобах лексичного аналізу, які використовуються для створення компонентів методичних основ стандартів та форм опису пам'яток, програмно-інформаційних та технічних засобів ведення баз даних кадастру історико-культурної спадщини України, а також засобів, що забезпечують виконання дослідницьких та реставраційних робіт. Результати розробок дозволять створити якісно нові засоби та технології ведення даних історичної та культурної спадщини.

На єдиних методичних принципах розроблені окремі компоненти забезпечення сучасної інформаційної технології, які в процесі модернізації системи документування пам'яток архітектури та містобудування в цілому в структурі Держбуду України будуть об'єднані у системі забезпечення банку даних пам'яток архітектури та містобудування.

Висновки

Таким чином, містобудівна діяльність потребує окремої державної політики, з огляду на ускладнення ситуації. Реальні позитивні зрушення в цьому напрямку можуть забезпечити громадський контроль з боку суспільних інститутів, як це визначено Законами України “Про архітектурну діяльність”, “Про планування і забудову територій”. Це дозволить створити умови для всебічного врахування не тільки приватних, але й колективних інтересів при ухваленні різних містобудівних рішень.

*Л. М. Черняк, к.т.н., Бойченко С.В., д.т.н, професор,
Радомська М.М., к.т.н., Маринич Т.О., аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІ У ПІДВИЩЕННІ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ

Проаналізовано сучасні вимоги до якості авіаційних палив. Розглянуто проблему впливу якості авіаційних паливно-мастильних матеріалів на надійність роботи паливних систем ІС.

Насьогодні вимоги до якості авіаційних палив весь час зростають. Так, вимога до підвищення термоокисної стабільності (ТОС) палива ТС-1 з кожним роком стає все більш актуальною у зв'язку з удосконаленням авіаційних газотурбінних двигунів, яке супроводжується зростанням температур повітря і продуктів згорання палива у двигунах і збільшення скидання тепла в паливо.

Вуглеводневі компоненти палив проявляють достатньо високу термічну стабільність до температури 300-350 °С за умови відсутності контакту з киснем повітря. Останній зазвичай розчинений в паливі і при підвищенні температури до 150 °С може окислити найменш стабільні вуглеводні (змішані вуглеводні, алкілнафталіни, н-алкани), продукти окислення яких у результаті призводять до смолоутворення (осадоутворення).

Найбільш хімічно активними є ненасичені вуглеводні, схильні до реакцій приєднання і полімеризації і, отже, здатні впливати на його ТОС. У реактивних палива вміст ненасичених вуглеводнів лімітують. Усі зарубіжні специфікації на ці палива до недавнього часу включали норми на об'ємну концентрацію в них олефінових вуглеводнів. Як відомо, основними продуктами окиснення ненасичених вуглеводнів є смолисті речовини – результат окислювальної полімеризації і накопичення сполук окислювального характеру. Вітчизняні нормативно-технічні документи нормують вміст ненасичених вуглеводнів показником, що побічно характеризує його, «йодне число».

Ненасичені вуглеводні в характерних для палива ТС-1 концентраціях слабо впливають на осадоутворення в паливі при його нагріві, але сприяють значному збільшенню змісту фактичних смол, норма бракування по яких значною мірою лімітує ту, що допускається в паливі ТС-1 концентрацію ненасичених вуглеводнів, чим нормований. Термічна і термоокислительна стабільності вуглеводнів знижується із збільшенням їх молекулярної маси.

Збільшень вмісту нафто-ароматичних вуглеводнів в газових фракціях, характерне для нафт нафтової і ароматичної основи, призводить до підвищення в'язкості палив порівняно з в'язкістю палив, отриманих з нафт алканової основи.

Маючи найменшу в'язкість, алканові вуглеводні характеризує найбільш полого крива в'язкості з пониженням температури, при якій ще не починається їх кристалізація. Проте структуроутворення алканів починається при вищій

температурі, ніж у відповідних по молекулярній масі циклоалканових і ароматичних вуглеводнів.

Отже, з погляду на в'язкісно -температурні властивостей кращими є циклічні вуглеводні, а саме, моноциклани з числом вуглеводневих атомів в бічних ланцюгах не більше 4-5. З іншого боку, збільшення в'язкості у зв'язку з підвищеним вмістом циклічних структур призводить до підвищення опору паливної системи і порушення нормальної подачі палива, збільшенню діаметру крапель при розпилюванні і, внаслідок цього, - до зростання питомої витрати палива.

В'язкість має великий вплив на протизносні властивості палив, які поліпшуються з її підвищенням. З підвищенням температури протизносні властивості помітно знижуються.

Підвищення вмісту в паливі циклічних вуглеводнів, що мають відносно високу в'язкість, сприяє поліпшенню протизносних властивостей реактивних палив для надзвукової авіації.

Така важлива експлуатаційна властивість реактивних палив як нагароутворююча здатність в значній мірі залежить від вмісту в них циклічних структур, компактно побудованих молекул, таких як – поліциклічні нафтенароматичні вуглеводні.

У середньодистильатних фракціях в основному присутні моно- і біароматичні вуглеводні, а також змішані нафтенароматичні типу тетраліну. Останні дві групи вуглеводнів особливо небажані в паливах у зв'язку з великою схильністю до нагароутворення, сильному випромінюванню, до зниження люмінометричного числа. Хімічний склад палива має великий вплив на його займистість і горіння. Найбільш широкі межі стійкого горіння мають алканово-цикланові вуглеводні, найбільш вузькі ароматичні.

При польоті на великих висотах (15-20 км.) більш повно згорають палива алканової основи, потім алканово-цикланові або чисто нафтенової основи.

Підвищення вмісту ароматичних вуглеводнів призводить до падіння повноти згорання палива, особливо із збільшенням висоти польоту.

На великих висотах стійкіше горітиме паливо повністю або частково деароматизоване.

Висновки

Отже, технічних прогрес у літакобудуванні, збільшення дальності польотів і невинний розвиток авіаційного сектору вимагає виробництва палив з підвищеними показниками якості, а саме, оптимізації вуглеводневого та компонентного складу авіаційних палив, з метою забезпечення безпечної експлуатації авіаційної техніки та зменшення техногенного навантаження на навколишнє природне середовище.

*А.В. Ломотько, А.В. Яковлева, аспірантка,
О.О. Вовк, к.т.н., доцент, С.В. Бойченко, д.т.н., проф., завідувач кафедри
екології, (Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ З МЕТОЮ ЗАБЕПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

*Розглянуто види альтернативних палив та особливості їх використання.
Висвітлено екологічні переваги альтернативних авіаційних палив у порівнянні з
їх традиційними аналогами.*

Ситуація, яка склалась в Україні із забезпеченням її економіки достатніми обсягами енергоносіїв власного видобутку, гостро ставить проблему пошуку альтернативних видів моторного палива. Доступним готовим джерелом сконцентрованої енергії є рідке біологічне паливо. З його різновидів трьома найбільш ефективними паливами є: біодизельне паливо, що містить 90% енергії нафтових палив, етиловий спирт (етанол) - 50% їх енергії та метиловий спирт (метанол) - третю частину їх енергії. Біодизельне паливо є найбільш економічним з них для виробництва. Воно є цілком сумісним з існуючими двигунами транспортних засобів і комерційних паливних систем розподілу і споживання.

Найбільш перспективними альтернативними видами палива на сьогодні є біоетанол, біодизельне паливо і стиснений природний газ (СПГ). У найближчій перспективі набуватимуть поширення зріджений природний газ та синтетичні бензини і дизельне паливо, а в майбутньому можна очікувати на широке використання водню і енергетичних установок із паливними елементами.

Одним з основних альтернативних моторних палив в Україні на сьогодні є СПГ, який значно дешевший від бензину та дизельного палива. Протягом останніх років за обсягами споживання СПГ на автомобільному транспорті Україна посідає друге місце в Європі та перше серед країн СНД, продовжуючи нарощувати темпи його використання.

Зріджений природний газ (ЗПГ) має перевагу перед СПГ з точки зору вагових характеристик ємностей для його зберігання. Але його широке застосування гальмується повільним вирішенням низки технологічних та інвестиційних питань, пов'язаних зі створенням необхідної інфраструктури, виробництвом спеціального заправного обладнання та криогенних балонів для зберігання ЗПГ.

Продовжують широко використовувати зріджений нафтовий газ (ЗНГ), але його ціна та ресурси будуть напряму залежати від ціни та ресурсів нафти, що видобуватимуть, тому цей напрямок є не самим перспективним.

Якщо говорити про біоетанол, то він є одним із найперспективніших альтернативних палив, яке у великій кількості можна виробляти та використовувати в Україні. Наявних виробничих потужностей державних спиртових заводів достатньо для виготовлення 60 тис. тонн біоетанолу на рік.

Потенціал щорічного виробництва біоетанолу за наявною сировинною базою (меяса, кукурудза, зернові культури) згідно з оцінкою фахівців концерну «Укр - спирт» сягає 2 млн тонн, що дозволить у перспективі замістити до 40% обсягів бензину, що споживають в Україні.

Біоетанол як альтернативне паливо, безумовно, має багато переваг порівняно з традиційним паливом. Зокрема, головною екологічною перевагою використання біоетанолу у складі сумішевих бензинів є можливість виключення застосування високотоксичних металомісних антидетонаційних присадок та метилтретбутилового етеру (МТБЕ). Серед альтернативних палив для дизельних двигунів значний інтерес викликають олії, отримані з ріпаку, соняшнику, сої та льону та продукти їх переробки. Наприкінці 90-х років ДП «ДержавтотрансНДІпроект» спільно з НТУ та НТУУ «КПІ» провели дослідження енергетичних, екологічних і економічних показників дизелю Д-243 при роботі на сумішах дизельного палива з ріпаковою олією (концентрація 10, 20 і 30%), а також на ріпакоме- таноловому естері (PME), який є продуктом переробки ріпакової олії. На думку окремих фахівців, PME за своїми властивостями є близьким до дизельного палива і може застосовуватися в дизелях без внесення змін до їх конструкції. Однак під час експлуатації двигуна на чистому PME спостерігалось збільшення викидів оксидів азоту, випадки погіршення пускових властивостей холодних двигунів, виходу з ладу окремих деталей з еластомерів системи живлення, а також були зафіксовані відкладення на впускних клапанах. Окрім цього, при використанні PME існує загроза розвитку у паливі мікроорганізмів.

З особливою гостротою проблема переходу на нові види палива буде відчутною у цивільній і військовій авіації, де можна прогнозувати постійне збільшення інтенсивності польотів. У розвинених країнах вже сьогодні частка авіації витрачає близько 30% річної витрати палива на всі інші види транспорту. З цієї причини у ряді розвинених країн не припиняються роботи з удосконалення властивостей альтернативних палив, які відносяться до поновлюваних ресурсів, володіють меншою вартістю і кращою екологією.

Британська компанія Virgin Atlantic однією з перших у світі здійснила вдалий політ комерційного літака на біопаливі. Так, 24 лютого 2008 року літак "Боїнг-747" без пасажирів на борту зробив пробний переліт з Лондона до Амстердама, використовуючи біопаливо в одному зі своїх чотирьох двигунів. Інгредієнтами біопалива була пальмова олія і олія кокоса.

Літак "на кокосі" підняв в повітря проблему, якою вже тривалий час займаються на Землі. Сьогодні ситуація у світі нагадує ту, що склалася у 1973 році після нафтової кризи і стрімкого зростання цін на традиційне паливо. Тоді багато хто був упевнений, що через дії ОПЕК світовій економіці загрожує колапс. Але нічого страшного не трапилося. У найкоротші терміни провідні країни знайшли "протиотруту", створивши безліч ефективних технологій економії енергії. Це був колосальний прорив. І ось стрибок цін на нафту, що відбувся у 2010 році, дав старт новій атаці на "чорне золото". Ставка робиться на його заміну біологічним паливом.

У Франції також проводяться випробування сумішей гасу з біопаливами другого покоління (спирти на основі біобутанолу), які

виробляються з біомаси. Прихильники "екологічного" палива вважають, що його використання скоротить викиди газів, що викликають парниковий ефект, а також зменшить економічну залежність від корисних копалин. На альтернативні види палива хочуть перейти й інші авіакомпанії. Так, на початку лютого 2008 р. авіабудівна компанія Airbus відправила до випробувального польоту найбільший пасажир-ський лайнер у світі, A380, щоб випробувати синтетичну нафту. Є певні напрацювання у цій галузі і в США й у найбільшого в Україні виробника авіаційних двигунів – відкритого акціонерного товариства "Мотор Січ". Міністерство оборони США, зокрема, вже почало перевід авіації і кораблів Військово-морського Флоту на біологічне паливо, передає радіо "Свобода". Мета - понизити залежність від близькосхідної нафти, що імпортується. Вже сьогодні паливо для реактивних винищувачів F-15 і F-16 і важких транспортних літаків C-17 виготовляють наполовину з біологічних складових. Що стосується Військово-морського флоту, то Пентагон розпорядився до кінця осені цього року перевести на біологічне паливо всі літаки морської авіації. На даному етапі біопаливо стоїть майже вдсятеро дорожче звичайного. Причина - обмежені розміри переробних підприємств. Проте, як запевняє виконавчий директор компанії Altair, яка переробляє на реактивне паливо камелін (трава на зразок звичайного бур'яну) Том Тодаро, "...воно повинне подешевшати завдяки спорудженню великих переробних заводів, тим більше, що новим біопаливом вже зацікавилася цивільна авіація". Проте при діях військ у складі коаліційних угруповань на перший план будуть виходити питання взаємної сумісності використовуваного палива і можливості дозаправки літаків в повітрі. Подальший перевід літаків морської авіації США на біологічне паливо рослинного походження може створити несумісність систем забезпечення паливом у Повітряних силах різних країн альянсу та створити умови неефективної взаємодії у операціях. Великою проблемою біопалива є те, що більшість його видів замерзає на великій висоті. Інша складність пов'язана з екологією: виробництво багатьох видів біопалива насправді завдає шкоди сільському господарству. В окремих дослідженнях, зокрема, йдеться про те, що переробка первинної сировини у біопаливо обертається набагато більшими викидами шкідливих речовин в атмосферу, ніж при використанні звичайного палива. Саме тому більш цікавими розробками, на наш погляд, в авіабудівній сфері є досвід російських компаній ВАТ "Туполев" та ВАТ СНТК ім. Н.Д. Кузнєцова. Тут досить ефективно працюють над розробкою двигунів, у яких альтернативним авіаційним паливом є криогенне, зокрема, зріджений природний газ (СН4). Приблизно 3-4% потужностей АНТК ім. Туполева працює над роботами пов'язаними із застосуванням ЗПГ. Розробники звернули увагу на зручний в експлуатації природний газ - найчистіше і значно дешевше викопне паливо. ЗПГ значно менше забруднює навколишнє середовище, його теплотворна здатність на 15 відсотків вища, ніж у авіаційного гасу. Та і зберігати ЗПГ у рідкому вигляді набагато простіше (температура може бути близько мінус 160°C, що майже на 100 градусів вище, ніж при зберіганні рідкого водню, який використовувався раніше).

Для України, яка вважається аграрною державою, перспективним є використання біопалива. Засіваючи ріпаком 5-5,5 млн га, Україна могла виробляти біодизель в обсягах, здатних повністю задовольнити її потреби у паливі. Виробництво і використання біопалива в сільському господарстві України могло б створити додаткові робочі місця, зокрема збільшити зайнятість сільського населення. Іншими "козирами" цієї культури є відсутність проблеми зі збутом, стабільно високі ціни, стійкий попит з боку іноземних покупців, адже нині тема біодизеля потужно лунає в країнах Західної Європи. Там збудовано і далі будується чимало заводів і місцевого виробництва ріпаку не вистачає для їх завантаження.

Для того щоб бути конкурентоспроможним, біодизельне паливо повинне хоча б на 5–10% коштувати дешевше порівняно із традиційними нафтопродуктами. В умовах України ринкова вартість ріпаку не дає цього здійснити. Тому деякі господарства планують самостійно вирощувати ріпак та робити з нього олію. Такий шлях досить раціональний, тому що відходи від переробки сировини можна використати для годівлі тварин або як добриво, а гліцерин — у фармакології. Біологічне дизельне паливо наразі зможе замінити тільки частину використовуваних мінеральних нафтопродуктів. Але слід зважати на те, що нафти залишилось не так уже й багато.

Висновки

Розвиток альтернативних видів палива як в Україні, так і в інших державах можливий тільки завдяки пільговому кредитуванню відповідних програм та проєктів, а також гнучкішій податковій системі. За умови раціонального підходу до розвитку галузі ріпаківництва біодизельне паливо стане ефективним інвестуванням української економіки, а саме: вкладання коштів у майбутнє.

Список літератури

1. Редзюк А.М., Гутаревич Ю.Ф. Нормування екологічних показників ДТЗ: розвиток, стан, перспективи // Автошляховик України.-2001.-№4.-С.2-9.
2. Устименко В.С., Ковальов С.О., Бейко О.А. Перспективи і проблеми розширення використання біопалив автомобільним транспортом України // Автошляховик України.-2003.-№2.-С.7.
3. Задерієнко С.І. Світові тенденції використання альтернативного палива в авіації // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2008.– № 2 (14).– С.33–35.
4. Тимошевский Б.Г., Ткач М.Р. Альтернативные топлива для тепловых двигателей // Авиационно-космична техніка і технологія: Зб. наук. праць. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2001. – Вип. 26. – Двигуни та енергоустановки. – С. 13-18.

*І.Л. Трофімов, к.т.н, О.М. Зубченко, к.т.н,
К.В. Бзенко (Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДЕМПФЕРУЮЧОГО ЕФЕКТУ В ЗАПОБІЖНИХ КЛАПАНАХ СИСТЕМ АВІАЦІЙНОЇ ТА НАЗЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Розглянуто основні причини, які призводять до відмов запобіжних клапанів авіаційної та наземної техніки, зокрема клапанів автоматичних розвантажувачів насосів. На основі правила Ленца і закону Фарадея запропоновано вирішення цієї задачі шляхом використання магнітного поля для отримання демпферуючого ефекту.

У наш час актуальним є питання підвищення надійності роботи паливних та інших гідравлічних агрегатів, що прямолінійно залежить від безвідмовної роботи запірно-регулюючої арматури.

Тому подовження ресурсу роботи елементів гідравлічних систем є одним з пріоритетних напрямів підвищення надійності роботи машин і механізмів, оскільки внаслідок підвищеного зношування цих елементів гідравлічних систем виникають відмови гідроагрегатів і з'являється необхідність завчасного зняття таких агрегатів з експлуатації, що вимагає додаткових економічних затрат.

Сьогодні в авіаційній і наземній техніці широко використовуються автомати розвантаження клапанного типу, оскільки у період між робочими операціями насоси гідравлічних систем необхідно автоматично переводити на режим холостого ходу, тобто розвантажувати їх від споживання надлишкової потужності.

Автомати розвантаження насосів прямої дії використовують для систем з малою витратою рідини у гідросистемах сучасних літаків і вертольотів та наземної техніки. Найбільшого поширення набули двоступеневі автомати розвантаження клапанного типу. Вони придатні для великих тисків і подач рідини.

Відомо, що для розвантаження насосів постійної подачі з механічним приводом використовуються автомати розвантаження насосів (АРН) (рис.1.). Вони мають газогідравлічні акумулятори, які в період роботи системи в режимі холостого ходу компенсують втрати і живлять рідиною споживачі з невеликою витратою. У системі з АРН прямої дії (рис.1.) насос 1 подає рідину в систему через зворотний клапан 2. Рідина одночасно надходить у камери А і В автомата розвантаження. При підвищенні тиску в системі до максимальних значень поршень 4, долаючи силу затягування пружини 5 і силу тиску рідини на клапан 6 з боку камери А, відкриває його. Лінія подачі насосу таким чином з'єднується з лінією зливу, і тиск за насосом знижується до мінімального рівня. Зворотний струм рідини з системи (акумулятора 3) у момент розвантаження насоса блокується зворотним клапаном 2.

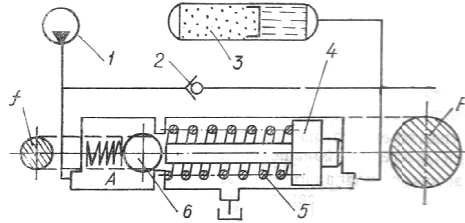


Рис. 1. Схема АРН прямої дії: 1 – поршень; 2,6 – клапан; 3 – рухомий поршень; 4 – стержень; 5 – пружина

Після спрацювання «на розвантаження» поршень 4 разом з клапаном 6 йде у крайнє ліве положення, оскільки тиск в камері А зменшується до зливної і пружина 5 стиснута максимально. Потім у міру зниження тиску в системі пружина 5 зміщує поршень вправо до тих пір, поки запірний клапан 6 не сяде на гніздо, відсікаючи злив рідини в бак. Клапан відіграє важливу роль в даному процесі, тому має максимально відповідати всім вимогам, щоб якнайдовше виконувати свої функції.

Недолік системи з автоматами розвантаження полягає в тому, що система перенапружується через гідроудари при спрацюванні АРН. За нормативами бажано, щоб АРН спрацював не частіше, ніж один раз за 20-30 хвилин польоту. Також до недоліків АРН відноситься швидке спрацювання клапанів у наслідок їх роботи в умовах великого навантаження та розбиття робочих елементів.

Клапани в напірній лінії цих насосів перешкоджають виникненню зворотних струмів рідини і перепадів тиску, тобто зменшується навантаження тиску робочої рідини на пружний елемент, розташований у робочому поршні, внаслідок чого відбувається рівномірний розподіл навантаження тиску робочої рідини на обидва пружні елементи, у випадку різкого стиснення ходу гідропневматичного амортизатора. Це значно покращує демпферуючий момент, отже забезпечує комфортбельну роботу літального апарату.

Запобіжні клапани, як правило, мають кутовий корпус, але можуть мати й прохідний. Незалежно від цього клапани встановлюються вертикально так, щоб при закритті шток опускався вниз.

Більшість запобіжних клапанів виготовляються з одним сідлом у корпусі, але зустрічаються конструкції і з двома сідлами, встановленими паралельно.

Головною і найбільш відповідальною вимогою, яка ставиться до запобіжних клапанів, є висока надійність, що включає в себе безвідмовне і своєчасне відкриття клапана при заданому перевищенні робочого тиску в системі, забезпечення клапаном необхідної пропускної здатності у відкритому положенні, здійснення своєчасної зворотної посадки (закриття) з необхідним ступенем герметичності при заданій величині падіння тиску в системі після аварійного спрацювання і збереження встановленого рівня герметичності при подальшому зростанні тиску до величини робочого та забезпечення стабільності роботи, тобто збереження протягом усього терміну експлуатації і

заданого числа циклів спрацьовування параметрів налаштування, і необхідного рівня герметичності запірною органу при робочому тиску. Всі клапани повинні бути випробувані на міцність, щільність, а також герметичність сальникових з'єднань і ущільнювальних поверхонь.

Найбільші відмінності в конструкціях запобіжних клапанів полягають у видах навантаження на золотник.

За видом навантаження на золотник існують клапани пружинні, магнітно-пружинні, вантажні або важільно-вантажні, важільно-пружинні, але найбільш широко використовуються пружинні та магнітно-пружинні клапани.

У пружинних клапанах тиску середовища на золотник протидіє сила стиснення пружини. Один і той самий пружинний клапан може бути використаний для різних меж налаштування тиску спрацьовування шляхом комплектації різними пружинами. Багато клапанів виготовляються із спеціальним механізмом (важелем, грибок і т.ін.) ручного підриву для контрольної продувки клапана. Це робиться з метою перевірки працездатності клапана, так як під час експлуатації можуть виникнути різні проблеми, наприклад прикипання, примерзання, прилипання золотника до сідла. Однак у деяких виробництвах в умовах агресивних і токсичних середовищ, високих температур і тисків, контрольне продування може бути дуже небезпечним, тому для таких клапанів можливість ручного продування не передбачається і навіть забороняється.

Найчастіше пружини при спрацьовуванні піддаються впливу робочого середовища, яке скидається з трубопроводу або єкності. Для захисту від слабо агресивних середовищ для пружин застосовують спеціальні покриття. Ущільнення по штоку в таких клапанах відсутнє. У випадках роботи з агресивними середовищами в хімічних і деяких інших установках пружину ізолюють від робочого середовища за допомогою ущільнення по штоку сальниковим пристроєм, сифоном або еластичною мембраною. Сифонні ущільнення застосовуються також у тих випадках, коли витік середовища в атмосферу не допускається, що широко використовується в літальних апаратах.

У магнітно-пружинних клапанах використовується електромагнітний привід. Електромагніти можуть забезпечувати додаткове притискання золотника до сідла, в цьому випадку при досягненні тиску спрацьовування по сигналу від датчиків електромагніт відключається і тиску середовища протидіє лише пружина, клапан починає працювати як звичайний пружинний. Також електромагніт може створювати зусилля відкриття, тобто протидіяти пружині і примусово відкривати клапан. Існують клапани, в яких електромагнітний привід здійснює і додаткове притискання, і зусилля відкриття. В цьому випадку пружина служить для підстрахування на випадок припинення електроживлення. При знеструмленні такі пристрої починають працювати як пружинні клапани прямої дії.

Магнітно-пружинні клапани найчастіше застосовуються в складних імпульсних запобіжних пристроях як керуючі або імпульсні елементи.

Метою цієї роботи є застосування магнітного поля у якості демпфера, що забезпечить більш м'яку роботу клапанів та продовжить ресурс їх складових частин.

Суть демпферуючого ефекту полягає у застосуванні правила Ленца, за яким між штоком, що переміщається у вертикальній чи горизонтальній площині та котушкою, чи постійним магнітом, виникає електрорушійна сила. За законами фізики від її чисельного значення залежить значення індукції та напруженості електромагнітного чи магнітного полів. Відповідно від швидкості переміщення штоку залежить значення самої електрорушійної сили. У разі збільшення швидкості вона також зростає, а отже зростає сила магнітного поля.

Ми пропонуємо використовувати цей ефект для гасіння швидкості руху робочих елементів клапанів (кульок, тарілок, штоків) у потрібний нам момент. На відміну від інших демпферів та амортизаторів, демпферуючий ефект за цим принципом гарантовано буде набагато дешевший та надійним, оскільки не вимагає великих затрат на додаткове обладнання та підведення енергії у разі використання постійних магнітів. Також однією з переваг є застосування гальмування безпосередньо у зоні, де це необхідно.

Отже, ми пропонуємо, як приклад див. рис. 1, зовні навколо корпусу клапана у зоні удару кульки об внутрішні елементи розмістити постійний магніт чи намотати котушку (необхідну кількість витків можна розрахувати за законом Фарадея). У разі, коли шток буде повертати кульку у висхідне положення, вони будуть проходити зону дії магнітного поля, або власне наводити електромагнітне поле (коли застосовується котушка). Наявність цих силових полів буде призводити до гальмування руху робочих елементів, а отже це призведе до пом'якшення удару останніх. Варто зауважити, що при сильно навантажених режимах роботи АРН швидкість руху виконавчих елементів клапанів різко зростає. У нашому випадку зростання руху автоматично призводить до зростання сили магнітного чи електромагнітного полів, що безпосередньо підвищує їх демпферуючий ефект.

Висновки

У цій роботі розглянуто основні причини, які призводять до відмов запобіжних клапанів АРН авіаційної та наземної техніки. На основі правила Ленца і закону Фарадея запропоновано вирішення цієї задачі шляхом використання магнітного поля для отримання демпферуючого ефекту. У подальшому планується перевірити запропоновану ідею за рахунок проведення натурних експериментів.

ОГЛЯД МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ВТРАТ БЕНЗИНІВ ВНАСЛІДОК ВИПАРОВУВАННЯ

Розглянуто існуючі на даний момент методики розрахунку втрат бензинів внаслідок випаровування. Проаналізовано основні недоліки та переваги наведених методик прогнозування та розрахунку втрат бензинів від випаровування.

При організації економії бензинів передбачається всебічне вивчення, а потім зниження та наступне усунення різного роду втрат легких вуглеводнів на усіх стадіях їх доставки до споживача[1]. Негативний вплив, який наноситься цими втратами, полягає не тільки у зменшенні паливних ресурсів та, як наслідок, вартості продуктів, що втрачаються, але й в негативних екологічних впливах на навколишнє середовище. У зв'язку з цим боротьба з від випаровування важлива не тільки з точки зору економічного ефекту, але й також важлива для забезпечення охорони природи [2, 3]. Нафта та продукти її переробки можуть негативно впливати на повітря, воду, ґрунт, рослинний та тваринний світ і людину [4].

Особливу увагу потрібно приділити горизонтальним сталевим резервуарам які використовуються на АЗС, при транспортуванні та при зберіганні бензинів малими партіями. Їх розповсюджене використання та збільшення викидів, яке пов'язане з подрібненням потоків нафтопродукту та збільшенням точок викидів загострює актуальність проблеми.

Бензин є багатокомпонентною рідиною, яка легко випаровується, тому його зберігання та транспортування пов'язане з випаровуванням легких вуглеводнів з резервуарів та транспортних цистерн [5]. В результаті втрат від випаровування у бензину змінюються його фізичні показники: збільшується густина, стає більш важким фракційний склад, знижується октанове число [4]. Випаровування відноситься до природних втрат. Цей вид втрат залежить від температурного режиму, атмосферного тиску, розмірів технологічних отворів резервуарів, технічного стану ємностей, умов перекачування, зберігання, транспортування та видачі, наявності чи відсутності засобів скорочення втрат.

Відомі роботи (Абузова Ф. Ф, Шаммазов А. М. та ін.) здебільшого присвячені розрахунку втрат з підземних горизонтальних резервуарів. Більш складна ситуація з наземними та напівпідземними резервуарами мало розглянута, а відомі методики складні і недосконалі. Питома величина втрат від «великих дихань» збільшується разом із зменшенням вмісту резервуару. Питомі середні втрати складають $1,42 \text{ кг/м}^3$ у середній кліматичній зоні. Ці дані можуть різнитися у залежності від марки досліджуваного бензину, умов зберігання та кліматичної зони, де проводилися дослідження. Велику роль відіграють методи, які використовувалися для визначення об'єму пароповітряної суміші та концентрації вуглеводнів у ППС, фактори, які враховувались при розрахунку та ступінь їх впливу. Тому дані про величину

втрат, які можуть бути розраховані за наведеними критеріальними рівняннями є досить різними та неоднозначними.

Таким чином, розробка сучасних методів розрахунку та прогнозування та скорочення викидів пари легких вуглеводнів у повітря на основі перспективних методів моніторингу та управління технологічними процесами в умовах експлуатації є актуальною науковою проблемою. Методика розрахунку значень величини втрат бензинів з резервуарів може бути використана лише у випадку апробації на похідному матеріалі, що мається у результаті задовільного співпадіння розрахункових та фактичних значень [1]. Найбільш задовільнююча вказаним вимогам у свій час була методика розрахунку втрат бензинів розроблена Прохоровим А. Д.

У своїх дослідженнях Прохоровим А. Д. проводив заміри полів концентрацій бензинів у газовому просторі резервуару по вертикальній та по горизонтальній площині. У результаті проведених дослідів він встановив, що розподіл концентрацій по довжині газового простору можна прийняти сталим.

Для визначення значення середньої температури пароповітряної суміші у ГП резервуару необхідно мати наступні дані: температуру залишку бензину у резервуарі, середню температуру повітря, об'єм ГП та нафтопродукту, а також концентрації насиченої пари бензину та концентрації бензинової пари у пароповітряній суміші, яка витискається. Якщо середню за добу температуру повітря за місяцями року можливо знайти у кліматологічних справочниках, то інші параметри необхідно розраховувати та отримувати у результаті безпосередніх замірів.

При розрахунку значень концентрації насичених парів бензину та втрат бензину від випаровування необхідно знати температуру поверхні бензину у резервуарі. У результаті проведених досліджень насичення ГП резервуару парою бензину Прохоровим А. Д. було встановлено, що під час видачі бензину з резервуару розподіл концентрацій пари бензину за висотою ГП може бути описаний рівнянням прямої лінії виду:

де a та b – коефіцієнти, знайдені шляхом обробки експериментальних даних;

c/c_s – поточне значення відносної об'ємної концентрації пари бензину у пароповітряній суміші;

z – координата рівня у ГП, який розглядається, рівень відраховується від верхньої утворюючої резервуару в напрямку до поверхні бензину, м;

H – висота газового простору резервуару, яка відповідає витисненому об'єму пароповітряної суміші при заповненні резервуару.

Для розрахунку втрат бензинів від «великих дихань» з резервуарів Прохоров А. Д. користувався наступною формулою:

З вище наведених формул видно, що при визначенні концентрації пари бензину в суміші не враховувався час насичення ГП резервуару парою бензину, бо резервуари, на яких проводились досліді, не були повністю герметичними, на них не встановлювались газові лічильники для виміру витисненої пароповітряної суміші. Прохоров А. Д. прирівнював об'єм

вигнісненої пароповітряної суміші об'єму, але це не є вірним. Для знаходження концентрації вуглеводнів, які виходять через дихальний клапан, необхідно знати температуру ГП, а вона, у свою чергу, при визначенні потребує знання концентрації вуглеводнів та концентрації насиченої пари. [1]. Основним недоліком цієї методики є те, що в ній використовуються дані безпосередніх замірів.

Абузова Ф. Ф. та Чернікін В. І. описали процес насичення ГП паром бензину й розподіл концентрацій вуглеводнів у ГП підземного резервуару, проведений розрахунок втрат бензинів від випаровування. Ця методика розрахунку втрат від випаровування враховує особливості насичення ГП підземних резервуарів паром бензину. Але вона дуже складна. Також вона була розроблена для ЗБР та не перевірялася можливість її використання для РГС усіх типів.

Гізатов М. А. адаптував методику Абузової Ф. Ф. – Чернікіна В. І. для використання на РГС, які використовуються на АЗС [1]. Графіки, отримані Гізатовим М. А., ілюструють розподіл концентрацій пари бензину за висотою ГП РГС 25. Вони були оброблені з ціллю визначення ступеня параболічної кривої розподілу концентрації під час проведення технологічних операцій. Їм отримані наступні дані значення показника ступеня кривої розподілу концентрацій:

- при зберіганні бензину, простою ванні та спустошенні резервуару в усі пори року $n=1,3$;
- при заповненні резервуару осінню та зимою $n=0,9$;
- при заповненні резервуару весною та літом $n=1,5$.

У РГС площа перетину «дзеркала» нафтопродукту змінна за висотою. Для розрахунку втрат бензинів Гізатов М. А. приводить параметри «дзеркала» до еквівалентного з постійним за висотою перетином.

Аналіз методики розрахунку втрат бензинів із підземних горизонтальних резервуарів типу РГС, яка була розроблена Гізатовим М. А., та результатів розрахунку за нею показав наступне:

- її використання для розрахунку будь-яких втрат за операцію неможливе без знання даних про попередні операції;
- дана методика є складною для використання;
- при описанні процесу насичення ГП у випадках спустошення резервуару або його заповнення відкритим струменем автор використовує коефіцієнт ефективної дифузії, який характеризує турбулізацію ППС й поверхні випаровування, але у випадку заповнення закритим струменем він використовує коефіцієнт молекулярної дифузії, який не враховує турбулізацію рідини.

Однією з найновіших методик розрахунку втрат бензинів з заглиблених резервуарів є методика Кулагіна А. В. [6] За нею розрахунок втрат бензинів із заглиблених резервуарів за час τ_b може бути виконаний за формулою:

$$G = \rho_y \cdot \int_0^{\tau_b} c_k \cdot Q_{ппс} \cdot dt,$$

де ρ_y - густина пари бензину при даних термодинамічних умовах;

c_k - концентрація вуглеводнів у ППС, яка виходить у момент часу t через дихальний клапан з витратою.

Концентрація вуглеводнів у ГП знаходиться методом послідовних наближень за наступною схемою:

1. задають середню за операцію концентрацію вуглеводнів у ГП;
2. вираховують кінематичну в'язкість ППС ν та коефіцієнт дифузії пари нафтопродукту D_m за цієї концентрації та середньої температури процесу T ;
3. вираховують густину потоку маси J_3 та загальну масу Δm_y нафтопродукту, який випарувався;
4. знаходять масову та об'ємну концентрації вуглеводнів c у ГП до кінця технологічної операції, що розглядається.

Основним недоліком даної методики розрахунку втрат є велика похибка між фактичними втратами та розрахованими за даною методикою.

Висновки

Спираючись на аналіз існуючих методик розрахунку втрат можна зробити висновок про необхідність розробки нової методики розрахунку втрат, яка буде враховувати особливості експлуатації та динаміку технологічних показників. Особливу увагу потрібно приділити втратам із наземних та напівпідземних резервуарів типу РГС, через те, що на сьогодні немає методики, яка б була розроблена спеціально для них. Ця методика повинна бути відносно простою у використанні, та не буде базуватися на параметрах, які отримуються у результаті безпосередніх вимірювань. Збільшення ефективності функціонування резервуарів потребує обліку та прогнозування втрат. Для цього необхідно, спираючись на дослідження режимів експлуатації, розробляти нові методики скорочення втрат легких вуглеводнів на основі оцінки та прогнозу втрат нафтопродуктів та розробки заходів по зниженню втрат.

Список літератури

1. Гиззатов М.А. Сокращение потерь бензинов от испарения на автозаправочных станциях нефтебаз. Дис. канд. техн. наук. - Уфа, 1987. - 244с.
2. Аренбристер В.В. Технико-экономический анализ потерь нефти и нефтепродуктов. - М.: Химия, 1975. - 160 с.
3. Глебов Н.В. Безопасность при работе с нефтепродуктами. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Колос, 1979. - 168 с.
4. Коваленко В.П., Турчанинов В.Е., Андриец А.Ф. Средства заправки горючим автотракторной техники. //Обзор ЦНИИТЭнефтехим. /Сер. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. - М.: 1986. - 68 с.
5. Абузова Ф.Ф. Исследование потерь от испарения нефтей и нефтепродуктов и эффективности средств сокращения их в резервуарах. - Дисс. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. - Уфа, 1975. - 334 с.
6. Коршак А.А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения. - Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001 г. -144 с.

*Лазорко О.І., к.т.н., Топільницький П.І., к.т.н., Романчук В.В., м.н.с.
(НУ Львівська політехніка), Україна, м.Львів)*

ЗАХИСТ ОБЛАДНАННЯ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ЗАВОДІВ УКРАЇНИ ВІД КОРОЗІЇ

У статті описано заходи захисту від корозії на вітчизняних нафтопереробних заводах. Наведено дані промислових досліджень вітчизняних та зарубіжних реагентів, які використовували для протикорозійного захисту. Доведено переваги застосування вітчизняних реагентів над зарубіжними.

Збитки від корозії, що наносяться нафтовидобувним та нафтопереробним підприємствам, обчислюється мільярдами гривень. Ліквідація наслідків аварій - це не тільки заміна зруйнованої корозією частини трубопроводу, але і витрати на відшкодування екологічного збитку. В більшості випадків, ініціатор корозійних процесів – нафтопромислові води. Агресивні властивості нафтопромислових вод обумовлені їх високою мінералізацією. Найбільш небезпечною для сталей є сірководнева, солянокислотна та вуглекислотна корозії, які призводять до пітингів і перфорації металоконструкцій.

В нафтовій промисловості сформовано цілий комплекс заходів, спрямованих на запобігання та усунення шкідливих наслідків корозії – використання корозійно-стійких матеріалів нафтового обладнання та транспортних комунікацій, застосування хімічних реагентів та поверхнево-активних речовин (ПАР) для вилучення та нейтралізації корозійно-активних компонентів вуглеводневої продукції. Якщо перший напрямок пов'язаний з великими затратами, то останній є більш дешевим та легким у застосуванні. Таким чином, в нафтовій промисловості для запобігання корозії обладнання застосовували наступні технологічні заходи з використанням хімічних реагентів та ПАР: зневоднення та знесолення нафтових емульсій, нейтралізація кислих компонентів у верхніх погонах атмосферних колон, використання інгібіторів корозії.

Зневоднення та знесолення нафтових емульсій полягає у вилученні води та хлористих солей з нафти та конденсатів – при цьому використовують ПАР – деемульгатори. В основному використовують нейногенні ПАР. Для оцінювання ефективності деемульгаторів керуються такими параметрами: питома витрата, тривалість відстоювання емульсії, вміст води та солей, що залишилися в нафті після процесу знесолення, температура відстоювання нафтових емульсій, затрати на знесолування нафти.

Починаючи з 1997 року на нафтопереробних заводах (НПЗ) України почалося впровадження нейногенного деемульгатора ПМ марок А та Б, які відрізнялись вмістом активної основи. Водорозчинний деемульгатор ПМ був випробуваний на АТ «Нафтохімік Прикарпаття», АТ «НПК «Галичина», АТ «Укртатнафта» та АТ «Укрнафта». Перше впровадження в промислових умовах деемульгатор ПМ марки Б отримав на АТ «Укртатнафта», тому наступні дані по результатах промислових порівняльних випробувань наводяться в

умовах даного НПЗ. Деемульгатор ПМ марки Б був синтезований на основі оксидів етилену та пропілену сумісно АТ «Завод тонкого органічного синтезу «Барва», ТЗОВ «Підприємство «Деол» та працівниками кафедри хімічної технології переробки нафти і газу (ХТНГ) Національного університету «Львівська політехніка». Ефективність даного деемульгатора порівнювали з деемульгатором Камелікс фірми ISI (Великобританія), який пройшов промислові випробування і використовувався в промисловості. Протягом всього терміну випробувань вміст солей в нафті при додаванні деемульгатора ПМ був дещо меншим (в 30 випадках з 40) при меншій витраті деемульгатора в середньому на 5-10 % (середня витрата ПМ - 24,9 г/т, Kamelіx - 26,7 г/т). Нафтові емульсії містили солей до 300-350 мг/л, вміст води до 1 %. За результатами промислових випробувань було зроблено такі висновки: деемульгатор фірми «Барва» показав задовільні результати при зневодненні та знесоленні (вміст солей в знесоленій нафті – 10 -25 мг/л, води – 0,06 - 0,2 %) при питомій витраті деемульгатора 20 - 25 г/т. Режим роботи електродегідраторів при застосуванні деемульгатора ПМ був стабільним, рівні розділу фаз підтримувались постійними. Результати зневоднення та знесолення при застосуванні деемульгатора ПМ при меншій питомій витраті співрозмірні з результатами використання деемульгатора Kamelіx. Такі позитивні дані дослідно-промислових випробувань деемульгатора ПМ, а також їх співставлення з результатами роботи імпортованих деемульгаторів при менших витратах ПМ, сприяли його промислового впровадженню. Протягом 1996-1997 рр. на виробництвах АТ «Укртатнафта» застосовувався, в основному, деемульгатор ПМ. Даний реагент отримав допуск до застосування при виробництві реактивних палив.

Окрім того, деемульгатор ПМ марок А та Б використовували при видобуванні нафти та газового конденсату на родовищах України. Дослідно-промислові випробування деемульгатора ПМ на об'єктах НГВП «Чернігівнафтогаз» показували широкі межі коливання питомих витрат. Найменші питомі витрати деемульгатора є на ГЗУ-1 (групова замірна установка) Гнідинцівського родовища, куди надходять нафти Роменської та Талалаївської груп. Причому нафти Роменської групи видобуваються Охтирським НГВП. Степінь обводнення цих нафт – 35-40 %, вміст солей 20000-40000 мг/л. Найбільші питомі витрати деемульгатора ПМ на Лесяківській ДНС (дожимній насосній станції), на якій є установка попереднього скидування (УПС). Вміст води в нафті складає 5-15 %, а солей – 15000-25000 мг/л. На Прилуцькій та Богданівській ДНС питомі витрати деемульгатора ПМ приблизно однакові і становлять в середньому 45 та 35 г/т відповідно. В результаті застосування нейоногенного деемульгатора ПМ на підприємствах «Чернігівнафтогаз» вміст солей в нафті зменшується до 56-197 мг/л, а води до 0,07-0,34 %.

На Гнідинцівському газопереробному заводі на установці комплексної підготовки нафти (УКПН) проходять підготовку всі нафти, про які згадувалося вище. При питомих витратах деемульгатора ПМ в середньому 51 г/т на цьому підприємстві отримували нафту з вмістом води 0,22-0,26 % і хлористих солей від 83,2 до 159 мг/л, яку потім направляли в товарний парк. Середні питомі витрати деемульгатора на об'єктах НГВП «Полтаванафтогаз» співрозмірні з питомими

витратами даного деемульгатора на об'єктах «Чернігівнафтогаз». Питома витрата деемульгатора ПМ на Полтавському НГДУ не перевищує 50 г/т. Вміст солей в нафтах, що оброблялись деемульгатором ПМ, становить 15000-23000 мг/л, вміст води - 6,7-12,8 %; після процесів деемульгування вміст солей знаходився в межах 35,8-164,9 мг/л, а вміст води – 0,06-0,3 %.

Лабораторні та промислові випробування деемульгатора ПМ показали його ефективність в процесах знесолення та зневоднення нафтових емульсій, а також його переваги над рядом закордонних деемульгаторів. Але водорозчинні деемульгатори можуть сприяти переходу нафтопродуктів у стічні води, ускладнювати дозування деемульгатора в нафту та є менш ефективними у порівнянні з оліворозчинними. Окрім того, в склад даного реагенту входив метанол, що викликало претензії з боку екологічних служб. Тому була розроблена нова товарна форма водо-оліворозчинного деемульгатора ПМ-1441 марки Б з застосуванням ізопропілового спирту. Даний реагент пройшов дослідно-промислові випробування на електрознесолюючій установці (ЕЛЗУ) ГК-3/1 АТ «Укртатнафта». Одночасно проводили випробування оліворозчинного деемульгатора Геркулес-1017 («Колтек Інтернешнл», Росія). При порівнянні ефективності деемульгаторів бралися не тільки показники якості підготовленої нафти, а й режим роботи установки, який при випробуванні різних деемульгаторів дещо відрізнявся. Якщо брати до уваги середні результати випробувань, то при витраті 15 г/т деемульгатора ПМ ступінь знесолення становив 95,2 %, а зневоднення 47,8 %; при середній витраті деемульгатора Геркулес-1017 12,27 г/т ступінь знесолення становив 91,88 %, а зневоднення – «мінус» 17,86 %, оскільки в деяких випадках частина промивної води заемульговувалась. При питомій витраті деемульгатора ПМ-1441 – 11,85 г/т вдалось досягнути ступеня знесолення 94,2 %, а ступеня зневоднення 47,1 %. Успішне проведення дослідно-промислових випробувань деемульгатора ПМ-1441 забезпечило його промислове застосування. Завдяки спільним зусиллям працівників кафедри ХТНГ Національного університету «Львівська політехніка» та підрозділів ПАТ «Укртатнафта» були проведені роботи, направлені на впровадження деемульгатора ПМ-1441 на даному підприємстві. Цей реагент повністю замінив набагато дорожчі зарубіжні аналоги, не поступаючи їм в якості, і також отримав допуск до застосування при виробництві реактивних палив.

Для нейтралізації надлишку кислотних компонентів (хлористого водню та сірководню), які утворюються на верху атмосферних колон, використовують нейтралізатори. В нафтогазопереробній промисловості як нейтралізатори застосовують неорганічні та органічні сполуки з високими основними властивостями. Разом з нейтралізуючими реагентами на нафтопереробних заводах використовують інгібітори корозії. Інгібітори вводять у шлемову трубу атмосферної колони зразу після вводу нейтралізатора. Інший спосіб введення цих реагентів – це застосування сумісної композиції, яка має нейтралізуючо-інгібуючі властивості. Як інгібітори використовуються органічні сполуки різних класів, які містять гетероатоми: азот, сірку, кисень, фосфор, кремній тощо. В нафтопереробці ж в основному використовують азотвмісні сполуки. Безсумнівно

перевагу надають інгібіторам, які розчинні в вуглеводневій фазі, оскільки вони здатні утворювати на поверхні металу гідрофобну плівку.

На кафедрі ХТНГ НУ «Львівська політехніка» сумісно з ТзОВ «Підприємство ДЕОЛ» розроблено інгібітор корозії Деол-4241 та нейтралізатор Деол-3241, в основі яких лежать речовини з амідними та амінними групами відповідно. Розроблені інгібітори є 50-65%-ними розчинами активної основи в органічних розчинниках, мають хороші низькотемпературні властивості (не застигають до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$), їх густина $887\pm 20\text{ кг/м}^3$. Розроблені продукти розчинні в органічних розчинниках, повністю змішуються з легкими нафтовими фракціями, порівняно добре диспергуються у воді, що зумовлює їх високі захисні властивості на межі розділу фаз нафта-вода і досить високу ефективність захисту як в нафтових, так і водних корозійно-активних середовищах. Дані реагенти успішно пройшли дослідно-промислові випробування на певних НПЗ України. У 2005–2006 рр. на установці АТ-2 ПАТ «Укртатнафта» використовували інгібітор корозії “Геркулес 36617” та нейтралізатор “Геркулес 54505” (ЗАТ “Капролактам”, Росія). Їх витрата становила 1,5–1,8 та 1,6–2,1 г/т нафти відповідно. З другої половини 2006 р. на установці почали застосовувати інгібітор “Деол-4241” та нейтралізатор “Деол-3241”. Витрата цих реагентів становила 1,5–1,9 та 1,9–2,1 г/т нафти відповідно. Показники якості технологічного конденсату в ємностях Е-1, Е-2 установки АТ-2 були в допустимих межах: вміст заліза $< 3\text{ мг/л}$, рН був на допустимому рівні 6,00–6,45.

До 2008 р. на установці АВТ ПАТ «Укртатнафта» використовували інгібітор корозії “Кемелікс 1123 Х” та нейтралізатор “Кемелікс 1167 Х” (ICI, Великобританія). Їх витрата становила 1,6–2,8 та 2–2,5 г/т відповідно. У 2008 р. на установці АВТ почали застосовувати інгібітор корозії “Деол-4241” та нейтралізатор “Деол-3241”. Витрата цих реагентів поступово знижувалась: інгібітора – із 2 до 1,6 г/т, нейтралізатора – з 2,1 до 2 г/т нафти. За результатами промислових досліджень зроблено висновки, що нейтралізатор “Деол-3241” та інгібітор корозії “Деол-4241” у кількості відповідно 1,6 г/т та 2 г/т нафти ефективно захищали поверхню конденсаційно-холодильного обладнання та верху колон. Вміст йонів заліза та рН в технологічному конденсаті ємностей Е-1, Е-2 знаходилися у межах нормативних показників (заліза – до 3 мг/л, рівень рН Е-1, Е-2 – 5,64–5,89). Враховуючи позитивні результати випробувань, дані реагенти отримали від Технічного комітету «Нафта –Стандарт» допуск при виробництві товарної продукції, в тому числі реактивних палив.

Висновки

Завдяки високій ефективності, доступності та зваженій ціновій політиці деемульгатори українського виробництва ПМ марок А та Б, ПМ-1441 марки Б та інгібітор корозії “Деол-4241” марок А та Б, а також нейтралізатор “Деол-3241” успішно використовуються на ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття», ПАТ «НПК «Галичина», ПАТ «Укртатнафта» та ПАТ «Укрнафта».

АНАЛИЗ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ В СООТВЕТСТВИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ СТАНДАРТАМИ

Анализ по методу рентгеновской флуоресценции (РФА) в продуктах нефтепереработки сегодня приобретает постоянную практику. РФА анализ, как волновой (WD), так и энерго-дисперсионный (ED), прочно утвердился в уже в течение многих лет, что подтверждается наличием разнообразных стандартов для данного направления, например, ASTM, ISO и DIN. Эти методы регулярно обновляются, отражая появление новых технологических разработок. В данной статье представлены некоторые из разработок в области инструментальной технологии, программном обеспечении и, что очень важно, в подготовке проб.

Волновой рентгенофлуоресцентный спектрометр ARL OPTIM'X

Правильный подбор смазок критичен для предотвращения преждевременного отказа двигателей и механизмов в результате перегрева и износа. Для защиты прецизионного оборудования, работающего в экстремальных температурных условиях и в условиях больших нагрузок, необходимы качественные смазки, приготовленные в специальных пропорциях с добавлением органометаллических присадок. Полученные смазки, начиная от смазок для автомобильных двигателей и коробок передач до морских и авиационных двигателей, а также трансмиссионные и гидравлические жидкости, должны должным образом защищать, герметизировать, охлаждать и очищать важные подвижные механизмы.

Аддитивные компоненты	Элементы, представляющие интерес
Моющие средства	Mg, Ca, Ba
Реагенты, снижающие износ и выдерживающие высокие давления	P, S, Cl, Cu, Zn
Антиоксиданты	Ca, Cu, Ba, Mo
Замедлители ржавчины и коррозии	P, S, Zn
Таблица 1. Важные металлы и другие элементы в смазочных присадках.	

Элементный анализ методом волновой рентгеновской флуоресценции применяется в промышленности для контроля качества приготовленных смесей и для разработки новых видов смазок и присадок (Таблица 1) благодаря простоте подготовки проб, скорости многоэлементного анализа и воспроизводимости результатов начиная от низких значений ppm до 5%, а также более высоких содержаний.

В нефтехимической промышленности в качестве основных стандартов контроля качества смазочных веществ, присадок и композиций присадок приняты стандарты ASTM D 4927 и ASTM D 6443 (Таблица 2). Данное исследование сфокусировано на поиске эффективного решения для удовлетворения требований данных стандартов на приборе Thermo Scientific ARL OPTIM'X.

	Mg	P	S	Cl	Ca	Zn	Cu	Ba
ASTM D 4927-05		0.001-0.5	0.1-4.0		0.01-0.8	0.001-0.5		0.04-8.5
ASTM D 6443-04	0.003-0.2	0.001-0.25	0.030-1.00	0.001-0.20	0.001-0.40	0.001-0.25	0.001-0.05	

Таблица 2. Сравнение элементов и концентраций, включенных в методы ASTM (неразбавленная масса %)

Прибор

Использовался волновой рентгенофлуоресцентный прибор ARL OPTIM'X фирмы Thermo Scientific, простой в использовании и с минимальными затратами на обслуживание и содержание. В приборе используется 50Вт маломощная рентгеновская трубка с родиевым анодом, чувствительность которой эквивалентна чувствительности стандартной конфигурации прибора с 200Вт трубкой благодаря сверхблизкому расположению оптических компонентов (UCCO). Кроме того, запатентованный миниатюрный гониометр SmartGonio™ (Рисунок 1) обеспечивает спектральное разрешение в 10 раз превосходящее разрешение лучших энергодисперсионных приборов.

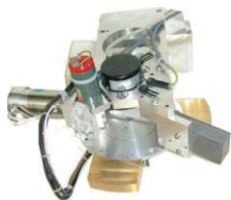


Рисунок 1

Гониометр SmartGonio может последовательно определять все необходимые элементы в смазках от Mg (Z=12) до Ba (Z=56) или тяжелее. Для сокращения времени анализа или улучшения чувствительности можно установить еще два фиксированных канала Multichromator™ со специальными изогнутыми и сфокусированными кристаллами. Дополнительным преимуществом спектрометра ARL OPTIM'X является отсутствие необходимости в контуре внешнего водяного охлаждения, который требуется для приборов более высокой мощности.

Предварительная калибровка PetroilQuant™.

Калибровка прибора по стандартам ASTM D 4927 и ASTM D 6443 заключается в анализе калибровочных стандартов и внесении последующих математических коррекций межэлементных влияний (D 4927 содержит альтернативную процедуру внутреннего стандарта, требующую больше

времени на подготовку). Одноэлементные стандарты для Zn, P, S, Mg, Cl, Cu и Ca (от компании Conostan®, Нью Йорк) и высокочистые растворители минеральных масел смешивались для получения многоэлементных калибровочных стандартов различных концентраций от 0-1.5 массового % для каждого метода ASTM.

Соответствующие условия задавались на приборе ARL OPTIM'X для измерения интенсивности К-спектральной линии для каждого анализируемого элемента. Программный пакет OXSAS затем рассчитывал коэффициенты альфа коррекции и строил калибровочные графики для каждого элемента. Калибровочные графики строятся только один раз, их можно установить в прибор ARL OPTIM'X при помощи пакета предварительной калибровки PetroilQuant. Благодаря своей уникальной конструкции, откалиброванный прибор ARL OPTIM'X демонстрирует исключительную аналитическую стабильность в течение длительного времени (см. ниже результаты проверки долговременной стабильности).

Подготовка и анализ проб

Готовые пробы смазок сразу анализировались без разбавления или другой подготовки (более концентрированные, чем в таблице 2, комплексы присадок можно разбавлять до нужной концентрации). Пробы смазок просто наливались в кюветы Chemplex до стандартной глубины 10мм и закрывались полипропиленовой (Spectrolene) пленкой толщиной 6мк. Пробы анализировались в атмосфере гелия для уменьшения влияния атмосферы.

Чувствительность и предел обнаружения рассчитывались по калибровочным графикам, выведенным в стандарте ASTM. На практике время анализа каждого элемента зависит от необходимой точности и пропускной способности. В данном исследовании использовалось время 120 секунд на каждый элемент для расчета пределов обнаружения, приведенных в Таблице 3; время анализа можно сократить, в зависимости от поставленной аналитической задачи.

Точность

Комбинации рентгеновских кристаллов и детекторов, используемых при анализе, показаны в таблице 3, одновременно с достигнутыми пределами обнаружения (LoD) и точностью определения. Стандартная погрешность оценки (SEE) определяет точность регрессии калибровочного графика; полученные данные демонстрируют высокую точность калибровочных графиков, построенных в соответствии с инструкциями ASTM.

Аналитическая воспроизводимость

Проверка воспроизводимости по выбранным элементам выполнялась для выявления соответствия пределам, установленным стандартом ASTM.

Были подготовлены и проанализированы семь различных жидкостных кювет с такой же присадкой. При среднем содержании серы 1.002 % и относительном стандартном отклонении между измерениями всего 0.49 %, результаты проверки кратковременной стабильности на приборе ARL OPTIM'X легко укладываются в пределы, заданные в обоих стандартах ASTM

	Конфигурация гониометра SmartGonio	Диапазоны ASTM (массовый, %)	Калибровочный диапазон LoD – ASTM max (массовый, %)	SEE (ppm)
Mg	AX06/FPC	0.003-0.20	0.00080-0.20	9
P	PET/FPC	0.001-0.50	0.00020-0.50	7.9
S	PET/FPC	0.030-4.00	0.00017-4.00	3
Cl	PET/FPC	0.001-0.20	0.00100-0.20	19
Ca	LiF200/FPC	0.001-0.80	0.00015-0.80	9.5
Cu	LiF200/SC	0.001-0.05	0.00008-0.05	1.3
Zn	LiF200/SC	0.001-0.50	0.00006-0.50	5

Таблица 3

FPC = проточно-пропорциональный детектор

SC = сцинтилляционный счетчик

LoD = предел обнаружения

SEE = Стандартная погрешность оценки

Долговременная стабильность

Долговременная стабильность оценивалась в течение двух месяцев с использованием той же морской при-садки, разбавленной до содержания серы 0.21 %. Стандартное отклонение по результатам измерений составило всего 9.5 ppm (0.00095 %) при среднем содержании серы 2,102 ppm или относительное стандартное отклонение 0.45 %. Приведенные значения воспроизводимости вновь укладываются в нормативы стандартов ASTM. После первоначально выполненной калибровки спектрометр ARL OPTIM'X способен выполнять анализы в течение длительного времени без необходимости рекалибровки.

Выводы

Качество смазочных присадок, композиций присадок и полученных в результате смесей необходимо контролировать на соответствие заявленным спецификациям. Метод волновой рентгеновской флуоресценции благодаря простоте подготовки проб, широкому динамическому диапазону и воспроизводимости результатов является предпочтительным для многоэлементного анализа в смазочных присадках. Спектрометр ARL OPTIM'X компании Thermo Scientific с предварительной калибровкой PetroilQuant является уникально эффективным по стоимости волновым рентгеновским прибором, превосходящим требования, предъявляемые к воспроизводи-мости результатов и долговременной стабильности двумя основными стандартами для этой области ASTM D 4927 и ASTM D 6443.

*О.Ф. Аксьонов, д.т.н., професор (Національний Авіаційний Університет,
Україна, м. Київ)*

*Б.Ф. Кочірко, зав. лаб. процесів нафтопереробки і нафтохімії (УкрНДІ НП
«МАСМА», Україна, м. Київ)*

*Т.Є. Пашко, аспірантка (Національний Авіаційний Університет,
Україна, м. Київ)*

ВПЛИВ УМОВ РЕАКЦІЇ НА ПРОЦЕС ЕСТЕРИФІКАЦІЇ КИСЛОТ ПАЛЬМОВОЇ ОЛІЇ АБСОЛЮТНИМ ЕТАНОЛОМ

Розглянуто процес естерифікації кислот пальмової олії. Проведено аналіз впливу природи та концентрації каталізатора, реагентів на процес естерифікації.

Досліджено можливість естерифікації карбонових кислот пальмової олії абсолютним етанолом у помірних умовах (просте матеріальне оформлення – апарат з мішалкою, температура нижча температури кипіння спирту, атмосферний тиск, невисокі енергетичні затрати, відсутність розчинника, доступність каталізатора, мінімальна кількість технологічних стадій та операцій – відсутність промивки, центрифугування, утворення мінімальної кількості стічних вод). Для цього вивчали вплив природи та концентрації каталізатора, реагентів на процес естерифікації кислот пальмової олії.

Основним об'єктом дослідження були органічні кислоти пальмової олії виробництва Республіки Корея.

Для естерифікації кислот використовували абсолютний етанол (високооктанову кисневмісну добавку до бензинів). У порівняльних дослідях естери одержували на основі кислот пальмової олії та метилового спирту.

Для дослідження основних закономірностей естерифікації було передано дві партії кислот пальмової олії, які відрізняються за величинами кислотних чисел.

Таблиця 1

Кислотні числа органічних кислот пальмової олії, використаних у дослідженні

Партія	Кислотне число, мг КОН/г
1	208
2	168

Реакцію естерифікації органічних кислот пальмової олії здійснювали у скляному реакторі, обладнаному перемішувальним пристроєм, термометром, зворотнім холодильником та оливною банею, яка нагрівалася за допомогою електроплитки.

Основним завданням естерифікації органічних кислот пальмової олії була практична сторона цього процесу – дослідження максимального ступеню перетворення кислот та виходу естерів. З цією метою досліджували вплив таких умов реакції: природи та концентрації каталізатора, концентрації реагентів (мольного відношення спирт/кислоти).

Оскільки карбонові кислоти в реакції виключно перетворюються в естери, то ступінь перетворення кислот відповідає виходу естерів на перетворені кислоти.

Досліджували вплив на реакцію естерифікації кислот пальмової олії каталізаторів лужної і кислотної природи.

Результати показали, що лужні каталізатори в реакції естерифікації неефективні, що ймовірно пов'язано із взаємодією лугів з кислотами і утворенням мил. Конверсія кислот у присутності гідроксиду калію – найсильнішої основи, найнижча серед використаних каталізаторів.

Наступні дослідження з естерифікації кислот пальмової олії здійснювали в присутності кислотного каталізатора.

Проаналізувавши результати, виявили суттєву перевагу кислотного каталізатора в реакції естерифікації кислот пальмової олії.

З метою досягнення максимальної конверсії кислот пальмової олії в реакції естерифікації абсолютним етанолом доцільно було дослідити вплив мольного відношення цих реагентів. Зіставлення результатів свідчить, що оптимальним мольним співвідношенням спирт/кислоти в реакції естерифікації кислот пальмової олії абсолютним етанолом є 3:1.

Висновки

В результаті проведених досліджень показано, що оптимальними умовами процесу естерифікації є: мольне відношення етанол/кислоти = 3:1, каталізатор – кислотного типу, наприклад, *p*-толуолсульфокислота в концентрації 0,5-1 % на завантажені кислоти пальмової олії.

Список літератури

- Евдокимов А., Фукс И., Багдасаров Л. Смазочные материалы на основе растительных и животных жиров. – М.: Экохимит-ЦНИИТЭИМС, 1992. – 47 с.
Ginasar D., Fox R. Pat. 6887283 US, Publ. 24.07.98
Basu H., Norris M., Pat. 5525126 US, Publ. 11.06.96

*О.Ф. Аксьонов, д.т.н., професор (Національний Авіаційний Університет,
Україна, м. Київ)*

*Б.Ф. Кочірко, зав. лаб. процесів нафтопереробки і нафтохімії (УкрНДІ НП
«МАСМА», Україна, м. Київ)*

*А.О. Азаренкова, аспірантка (Національний Авіаційний Університет,
Україна, м. Київ)*

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА Й ПРОМИСЛОВОГО ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ В ЯКОСТІ ДОБАВОК ДО АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНІВ

*Розглянуто склад сивушної олії і спиртових фракцій – побічних продуктів
спиртового виробництва й промислового органічного синтезу.*

Серед проблем, пов'язаних з антропогенним впливом технічного прогресу на довкілля, проблема скорочення шкідливих викидів в атмосферу великих індустріальних центрів автомобільним транспортом займає перше місце.

Заборона законодавством України використання для виготовлення автомобільних бензинів токсичних, небезпечних для здоров'я речовин, обумовлює необхідність ІНТЕНСИВНОГО пошуку беззолних добавок, що підвищують октанове число бензину і зменшують викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

З-поміж перспективних антидетонаційних добавок до бензинів відомі деякі кисневмісні речовини - насичені аліфатичні спирти С3 – С5, естери тощо. В Україні найбільше практичне застосування з таких оксигенатів знайшли метил-трет-бутиловий ефір та добавки на основі етилового спирту, наприклад, запатентована високооктанова кисневмісна добавка до бензинів (ВКД) ТУ У 30183376.001-2000, що призначена для виготовлення моторних сумішевих бензинів за ТУ У 320.00149943.015-2000.

Серед побічних продуктів виробництва етилового спирту з рослинної сировини значні об'єми становлять сивушні олії бродіння. В їх склад входять в основному аліфатичні спирти С3 – С5, вуглеводні, а також вода. Як відходи виробництва самостійного використання ці олії практично не мають, служать сировиною для виділення ізоамілового спирту.

Наявність значних **ресурсів** в Україні сивушних олій обумовлює доцільність постановки досліджень, спрямованих на використання цих продуктів як добавок до моторних бензинів з метою розширення ресурсів палива та одночасного покращення його енергоекологічних показників.

Практика засвідчує, що ціленаправлений синтез більшості кисневмісних сполук (за виключенням метанолу, етанолу, метилтретбутилового ефіру) для використання як добавок до бензинів економічно недоцільний. З цієї точки зору значний інтерес представляють також сполуки, які отримуються як побічні продукти промислового

органічного синтезу. Так, при виробництві капролактаму на ВАТ "Черкасиазот" та адіпінової кислоти на ВАТ "Рівнеазот" як побічний продукт утворюються значні об'єми "спиртової фракції" (СФ). Сьогодні СФ практично не використовується.

В таблиці 1 наведені деякі результати досліджень складу зразків сивушної олії з Краснослободського спиртзаводу, СФ з ВАТ "Рівнеазот" (зразки №1, №2, №3) і ВАТ "Черкасиазот" (зразок №4). Склад продуктів визначали методом газової хроматографії на приладі А-5890 фірми "Х'юлетт-Паккард", інші показники – стандартними методами.

Таблиця 1.

Склад та основна характеристика сивушної олії та спиртових фракцій

Найменування компонентів та показників	Зразок сивушної олії		Зразок спиртової фракції			
	№1	№2	№1	№2	№3	№4
1. Склад, мас.%						
- н-пропанол	2,0	3,1	5,7	2,0	1,1	-
- ізопропанол	0,2	0,1	-	0,64	1,4	-
- н-бутанол	-	-	1,1	2,8	2,3	1,1
- ізобутанол	0,1	0,3	0,5	0,8	2,2	-
- н-пентанол	-	-	54,9	53,8	47,4	56,7
- ізопентанол	79,6	82,1	6,0	6,6	8,9	-
- циклопентанол	-	-	6,9	8,8	1,8	4,6
- циклопентанон	-	-	2,7	-	6,2	5,9
- циклогексанол	-	-	-	-	0,6	14,1
- циклогексанон	-	-	19,0	20,9	8,9	-
- вуглеводні та ефіри	18,0	13,5	3,2	3,8	14,5	17,6

Висновки

В результаті проведених досліджень показано, що основним компонентом сивушної олії є ізоаміловий спирт, а основним компонентом СФ н-аміловий спирт. Всі досліджені зразки містять значну кількість води й фактичних смол, а за величиною октанового числа незначно поступаються етанолу

Список літератури

- ТУ 320.00149943.015-2000 Бензини моторні сумішеві. Технічні умови.
 А. М. Данилов. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. М., Химия, 1996 – 232 с.

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКІСТЬ ТА СТУПІНЬ БІОДЕГРАДАЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ

Розглянуто основні фактори, що впливають на процес біодеградації нафтового забруднення, та, відповідно, мають підлягати контролю задля забезпечення максимальних швидкості та ступеню деструкції вуглеводнів нафти.

Проблема виснаження природних ресурсів актуальна для всього світу, в тому числі і України. Найбільш пріоритетним забруднювачем екосистем сучасності є нафта і продукти її переробки (бензин, гас, мазут, масла, асфальтени та ін.), які, потрапляючи у довкілля, змінюють його фізичний і хімічний стан і, як наслідок, порушують природний баланс. Це пов'язано насамперед зі зростанням обсягу технологічних втрат нафти, обумовлених видобутком, транспортуванням і її неналежним зберіганням. Наявні літературні дані по забрудненню навколишнього середовища нафтою і її похідними свідчать про актуальність проблеми очищення та відновлення нафтозабруднених об'єктів довкілля та необхідність дослідження можливості поліпшення існуючих методів очистки [1, 2].

Виділяють такі основні методи очищення нафтового забруднення, як: механічні (збір нафти і нафтопродуктів); термічні (спалювання нафтопродуктів), фізико-хімічні (осадження, флотація), біологічні (мікробіологічне розкладання на місці розливу *in situ* або в спеціальних умовах *ex situ*) [2, 3]. Кожен з цих методів має свої переваги і недоліки. Останнім часом біологічний метод очищення вуглеводневих забруднень, заснований на застосуванні мікроорганізмів - деструкторів нафти і нафтопродуктів, стає пріоритетним при будь-яких кількостях і масштабах забруднення. Він характеризується як найбільш економічний, ефективний і нешкідливий спосіб очищення [4]. Таким чином, вивчення властивостей нафтоокиснюючих мікроорганізмів та факторів, що впливають на них, в аспекті їх застосування для біодеградації нафтових забруднень і біоремедіації нафтовмісних вод, ґрунтів, представляє особливий інтерес.

Існує цілий ряд лімітуючих факторів, що обмежують швидкість та ступінь біодеградації нафтових вуглеводнів [5]. Їх можна умовно класифікувати на фізичні, мікробіологічні параметри та склад компонентного середовища, які відображені в таблиці 1. Проте, необхідно враховувати, що найважливішим фактором залишається загальна здатність мікроорганізмів до росту на вуглеводневому середовищі, яка залежить від комбінації двох чинників: біохімічної взаємодоповнюваності організмів і стійкості до токсичної дії вуглеводнів. Враховуючи характер багатоконпонентних нафтових забруднень, мікроорганізми та їх асоціації повинні мати можливість рости на більшості компонентів забруднюючих речовин і бути стійкими до їх токсичної дії для повної мінералізації нафтопродуктів [6].

Таблиця 1.

Основні параметри, що впливають на процес біодеградації нафтопродуктів

Група	Параметр	Показник, що підлягає контролю / Оптимальне значення
1	2	3
Фізичні фактори впливу	Температура	Ґрунт – 30-40 °С Прісноводне середовище – 20-30 °С Морське середовище – 15-20 °С [7, 8]
	Вплив факторів фізичного поля	Електричне поле ≈ 10 В/м [9] Ультразвукові коливання ≈ 25 -30 кГц [10]
	Тиск	760 мм. рт. ст. [11]
Компонентний склад середовища	Наявність комплексу необхідних живильних речовин	Наявність нітрогену, фосфору Біологічне споживання кисню:N:P = 100:5:1 [11] Відсутність альтернативного джерела карбону [12]
	Концентрація наявних в середовищі нафтопродуктів	≈ 20 мг/дм ³ [11]
	Структура наявних в середовищі нафтопродуктів	Токсичність, розчинність, леткість, т.д.
	Наявність речовин, що полегшують потрапляння молекул вуглеводнів до мікробної клітини	Наявність гумінових кислот,біосурфактантів
	Кислотність, рН	6-7 [12]
	Доступ кисню (аеробний/анаеробний процес)	3-4 мг кисню/ мг вуглеводнів [4]
Мікробіологічні показники	Наявність необхідних мікробіологічних ферментних систем	Відбір відповідних штамів мікроорганізмів
	Зростання до точки насичення біомаси	Підтримання експоненціальної фази росту
	Мутації та горизонтальне	Періодичний контроль здатності штаму до

1	2	3
	перенесення генів	біодеградації
	Взаємовідносини між мікроорганізмами	Синергізм, антагонізм, конкурування, пригнічення, т.д.

Серед фізичних факторів, температура відіграє найбільш важливу роль у перебігу біодеградації, як і всіх біологічних процесів, за рахунок впливу на фізіологію і різноманітність мікробної флори, а також на фізико-хімічні властивості нафтопродуктів [13]. Так, наприклад, при низьких температурах, в'язкість масел збільшується, в той час як летючість токсичних низькомолекулярних вуглеводнів знижується, стримуючи процес біодеградації. Температура також впливає на розчинність вуглеводнів [14].

Також, серед фізичних факторів впливу потенційно важливу роль з огляду на підвищення ступеню та швидкості біодеградації відіграє вплив ультразвуку. Ряд досліджень доводить позитивний вплив низькочастотного опромінення ультразвуком на швидкість росту біомаси, зокрема для мікроорганізмів-нафтоокиснювачів, таких як *Pseudomonas aureginosa* [10, 15], а отже і на загальну швидкість біодеградації.

Склад компонентного середовища та наявність живильних речовин є важливим параметром для забезпечення успішної біодеградації вуглеводневих забруднюючих речовин [12]. Ключовим аспектом є здатність поживного середовища забезпечити енергетичні потреби мікроорганізмів, тобто потрапляння джерела карбону (вуглеводнів нафти) до мікробної клітини та його подальший метаболізм.

Висновки

Здійснений комплексний аналіз існуючих даних з питання мікробіологічної біодеструкції нафтових вуглеводнів дозволив класифікувати основні біотичні та абіотичні чинники, що справляють вплив на швидкість біорозкладання вуглеводнів у навколишньому природному середовищі. Визначено основні параметри, що мають бути контрольовані та оптимізовані для його інтенсифікації. Серед визначених факторів особливий інтерес складають мікробіологічні (взаємовідносини між мікроорганізмами, метаболічні шляхи деструкції вуглеводнів нафти) та фізичні, зокрема залежність темпів накопичення біомаси та загального ступеня біодеградації від опромінення ультразвуком.

Список літератури

1. Арене В.Ж. Очистка окружающей среды от углеводородных загрязнений / В.Ж. Арене, А.З. Саушин, О.М. Гридин, и др. – М.: Интербук, 1999. - 371 с.

2. Надеин А.Ф. Очистка воды и почвы от нефтезагрязнений / А.Ф. Надеин // Экология и промышленность России. 2001.- №11.- С.24-26.
3. Петрикевич С.Б. Оценка углеводородокисляющей активности микроорганизмов / С.Б. Петрикевич, Е.Н. Кобзев, А.Н. Шкидченко // Прикладная биохимия и микробиология. 2003. - Т.39. №1. - С.25-30.
4. Суржко Л.Ф. Утилизация нефти в почве и воде микробными клетками / Л.Ф. Суржко, З.И. Финкельштейн, Б.П. Баскунов, М.И. Янкевич, В.И. Яковлев, Л.А. Головлева // Микробиология. 1995. - Т. 64.№ 3. - С 393398.
5. Brusseau M. L. The impact of physical, chemical and biological factors on biodegradation / Proceedings of the International Conference on Biotechnology for Soil Remediation: Scientific Bases and Practical Applications, R. Serra, Ed., C.I.P.A. S.R.L., Milan, Italy, - 1998, 81–98 p.
6. Мельников Д.А. Распределение признаков биодegradации углеводов и оценка технологически важных свойств нефтеокисляющих бактерий: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.23 / Мельников Дмитрий Александрович. – Кр-р, 2005. – 131 с.
7. Bartha R., Bossert I. The treatment and disposal of petroleum wastes / Petroleum Microbiology, R. M. Atlas, Ed., Macmillan, New York, - 1984, 553–578 p.
8. Cooney J. J. The fate of petroleum pollutants in fresh water ecosystems / Petroleum Microbiology, R. M. Atlas, Ed., Macmillan, New York, - 1984, 399–434 p.
9. Olszanowski A., Piechowiak K. The Use of an Electric Field to Enhance Bacterial Movement and Hydrocarbon Biodegradation in Soils: Original Research / Polish J. Environ. Stud. Vol. 15, No. 2, - 2006, 303-309 p.
10. Pitt William G., Ross S. Aaron. Ultrasound increases the rate of bacterial cell growth / Biotechnol. Prog., Brigham Young University, Provo, 19(3), - 2003, 1038-1044 p.
11. Федюкіна Д. В., Трохименко Г.Г. Аналіз чинників, які впливають на мікробіологічну біодеструкцію вуглеводнів нафти / Електронний вісник НУК, №5, - Миколаїв: 2010, 218-223 с.
12. Voopathy R. Factors limiting bioremediation technologies: Review paper / Bioresource Technology (74), Nicholls State University, Thibodaux: - 2000, 63-67p.
13. Das N., Chandran P. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants: An Overview SAGE-Hindawi Access to Research, Biotechnology Research International, Volume 2011, Article ID 941810, 13 pages, doi:10.4061/2011/941810, Review Article,
14. Foght J. M., Westlake D. W. S., Johnson W. M. Environmental gasoline-utilizing isolates and clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* are taxonomically indistinguishable by chemotaxonomic and molecular techniques / Microbiology, vol. 142, no. 9, - 1996, 2333–2340 p.
15. Matsuura K., Hirotsune M., Nunokawa Y. Acceleration of cell growth and ester formation by ultrasonic wave irradiation / Fermentation Bioeng., 77, - 1994, 36-40p.

*В.С. Вдовін, аспірант
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

ВПЛИВ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АВІАЦІЙНОГО БЕНЗИНУ

Розглянуто проблему модифікування авіаційного бензину алифатичними спиртами.

Внаслідок заборони в Україні використання тетраетилсвинцю (вказівки Укрaviaтрансу від 14.02.2002 р. № 6 та Державіаслужби від 09.08.2005 р. № 15) авіаційні двигуни поршневої авіації було переведено на автомобільні бензини. Заміна автомобільними бензинами (Mogas) авіаційних є неприпустимою, оскільки автомобільний бензин, як авіаційне паливо, має низку недоліків:

- слабкий контроль за добавками в паливо, що призводить до зниження сили тяги;
- підвищену леткість, що призводить до пароутворення і може призвести до відмови двигуна, а також до оледеніння карбюратора;
- склад автомобільних бензинів змінюється впродовж року – зимові марки автомобільного бензину мають підвищену леткість для полегшення запуску двигуна.
- під час тривалого зберігання утворюються лакоподібні та смолисті відкладення [1,12].

За кордоном випускають авіаційний бензин марки AVGAS 100LL (за міжнародним стандартом DEF STAN 91-90 та ASTM D 910). Даний авіабензин не містить тетраетилсвинцю, але має 0,56 г/л свинцю в своєму складі. Проте дана ситуація ставить Україну в значну залежність від імпорتنих поставок палива. Крім того згідно чинного законодавства [4, 7] на територію України не можуть бути завезені авіаційні бензини закордонного виробництва. У той же час лише приватний парк малої авіації України налічує 645 літальних апаратів, що споживають бензин. Загалом поршнева авіація України складається як з вітчизняних (літак АН-2, Х-32, ЯК-52) так і закордонних моделей (R 44, Augusta), але жоден з літаків не був створений для роботи на автомобільному бензині. Одним з можливих виходів з ситуації, коли поршнева авіація експлуатується з порушенням правил експлуатації є модифікація складу автомобільних бензинів для створення альтернативного авіаційного бензину. Модифікування вже існуючого палива для потреб авіації буде значно більш простим процесом, ніж створення нової марки палива.

Оскільки чисті спирти в якості палив рідко застосовують без модифікації двигунів, то актуальним є створення паливних композицій на основі спиртів. Але вони мають свої переваги та недоліки. В даній роботі насамперед було приділено особливу увагу найбільш технологічно прийнятним варіантам, які мають високе октанове число. Найвідомішою в Україні є паливна композиція на основі абсолютного етанолу – високооктанова кисневмісна добавка (ВКД). На жаль, сумішеві моторні

бензини, вміст ВКД в яких перевищує 6%, мають негативну властивість до розшарування [3, 4].

Вже існує паливна композиція, що використовується в двигунах іскрового запалення [3], яка містить автомобільний бензин та обводнений етиловий спирт з вмістом води до 10% мас. Недоліком такої паливної композиції є обмеженість температур, за яких її можна використовувати, оскільки за температури нижче 0°C відбувається утворення окремої водної фази, що для авіаційного бензину є неприйнятним [11].

Загальними перевагами спиртових палив в порівнянні з нафтовими є:

- при використанні спиртових палив вміст основних токсичних компонентів у відпрацьованих газах знижується;

- внаслідок підвищення повноти згоряння спиртових сумішей за рахунок кисню, що входить до складу спиртів, зменшуються викиди CO і канцерогенних ароматичних вуглеводнів;

- спирти не потрібно піддавати процесам знесірнення та ізомеризації, а отже їх виробництво технологічно більш просте;

- спирти мають більш високі детонаційні числа в порівнянні з нафтовими бензинами;

- при незначному додаванні етанолу, не відбувається змін в роботі двигуна. Це підтверджено дослідженнями Національного транспортного університету [11].

Загальними ж недоліками для всіх спиртів в порівнянні з традиційним бензином є:

- знижена теплота згоряння, висока теплота випаровування і низький тиск насичених парів. Низький тиск насиченої пари і висока теплота випаровування спиртів роблять практично неможливим запуск карбюраторних двигунів вже при температурі нижче -10 °С. Для вирішення цієї проблеми в спирти додають 4-6% ізопентану або 6-8% диметилового ефіру, що забезпечує нормальний пуск двигуна за температури навколишнього повітря до -25°C [7].

- поряд з позитивною в цілому екологічною ефективністю, використання спиртових палив відзначається підвищенням концентрації альдегідів у вихлопах. В середньому викиди альдегідів під час роботи двигуна на спиртах приблизно в 2-4 рази вищі, ніж при роботі на бензині [12-14].

- до того ж аліфатичні спирти самі по собі є отруйними речовинами. ГДК для метанолу – 1 мг/м³, етанолу – 5 мг/м³, бутанолу – 10 мг/м³. Специфічною дією бутанолу є ураження рогової ока.

- спирти є корозійно активними речовинами, а отже необхідні антикорозійні присадки для запобігання їх впливу на металеві частини двигуна;

- також значним недоліком спиртових палив є їх велика вартість. Залежно від технології вони в 1,8-3,7 рази дорожчі від нафтових [7].

За кордоном було розроблено авіаційні бензини без вмісту тетраетилсвинцю, який випускається згідно ASTM D 6227, але дані бензини можуть використовуватися лише в двигунах, які були видозмінені під дані бензини. Саме тому вони не набули широкого поширення. Крім того, вони

містять в своєму складі метилтетрабутиловий естер, від використання якого вже відмовилися в США [9].

На даний момент не було створено альтернативного авіаційного бензину, який би повністю відповідав би заявленим вимогам, а саме був екологічно чистим, добувався з відновлювальних ресурсів, не був дорогим і технологічно складним для виготовлення на вітчизняних заводах, а також підходив для літаків, що наявні в Україні.

Висновки

Не зважаючи на те, що роботи по створенню спиртовмісних паливних композицій проводилися ще з 1890 року, заміна традиційних авіаційних бензинів спиртовмісними стикається з наступними технологічними проблемами:

- розшаруванням за низьких температур;
- низьким тиском насиченої пари, що збільшує температуру спалаху палива, а отже ускладнює запуск двигуна в зимовий період;
- необхідністю боротися з гігроскопічністю палива, оскільки спирти вбирають вологу;
- меншою теплою згорання в порівнянні з традиційними авіабензинами, що призводить до підвищеної витрати палива;
- підвищеною агресивністю спиртів до певних марок гуми, що призводить до передчасного виходу з ладу гумових деталей двигуна.

Саме ці недоліки є основними причинами дуже малого розповсюдження альтернативних авіабензинів. Для малої авіації можна виділити три основні підходи до розробки альтернативних авіабензинів. Перший шлях полягає в додаванні індивідуальних речовин до традиційного палива з метою заміни частини високовартісного вуглеводневого палива на більш дешевий та екологічно чистий компонент. В країнах ЄС та США діє податок на нафту, що зменшується з кожним відсотком альтернативного палива в паливній композиції. Другий шлях – синтез авіапалива з нетрадиційних джерел. Досить розвинений в Японії та Китаї. Зазвичай використовується суміш, яка одержується з переробки рослинних або тваринних жирів. Третій шлях – повна зміна двигуна літака під нове альтернативне паливо. Таким шляхом, наприклад, пішов М.Е.Шоук [28, 29], що дозволило заправити в літак паливну композицію, яка на 95% складалася з абсолютизованого етанолу. Даний шлях є технологічно досить складним. До того ж існує відмінність у тому, що за кордоном авіаційний бензин зберігається у спеціальних резервуарах, а під час транспортування піддається ретельній перевірці, додатковій фільтрації і видаленню води. Саме через таку систему контролю авіабензин Е-95 можливо використовувати в США.

Тому в подальших роботах планується створити альтернативний авіаційний бензин, який повністю або частково складатиметься з відновлювальних сировинних ресурсів, не має вищеперахованих недоліків та буде відповідати українським та міжнародним стандартам якості, які висуваються до авіабензинів.

Список літератури

1. Степанов А.В., Ковтун Г.А., Матусевич Г.Г. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» м. Київ 15-19 травня 2006 рік с.65.
2. Вельд Е.В., Лабутин М.Ю., Худолій М.М. Альтернативне паливо БЮ-100 Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» м. Київ 15-19 травня 2006 рік с.132.
3. Гарри Бейли Присадки для возобновляемых топлив Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» м. Київ 2-6 червня 2008 рік с.222
4. Роб Міджлі, Ру-Серн Чук Бюлетень Shell Aviation за перший квартал 2009 р. с 5-7.
5. Характеристики авиадвигателей / Чумак П.И., Кривокрысенко В.Ф. // Авиация общего назначения – М:2011. № 5 с. 38-42.
6. Федорович Л.А. Особливості застосування автомобільних бензинів на авіаційних поршневих двигунах Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» м. Київ 2-6 червня 2008 рік с.293.
7. Мальченко О.О. Розробка паливних композицій на базі бензинів та аліфатичних спиртів з використанням стабілізаторів Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» м. Київ 2-6 червня 2008 рік с.301.
8. Третьяков В. Ф. Моторные топлива из ненефтяного сырья / В. Ф. Третьяков, Т. Н. Бурдейная // Российский химический журнал. – Москва: 2003. - №6. – С. 48-52.
9. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – хімічна технологія палив і паливно-мастильних матеріалів Онойченко Світлани Миколаївни “Розробка і дослідження композицій неестильованих бензинів, що містять етанол” – Москва 2000 рік с 113.
10. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – хімічна технологія палив і паливно-мастильних матеріалів Дутчак Василя Михайловича “Розробка технології одержання гомогенних бензино-етанольних композицій” – Львів 2008 рік с.4.
11. Дутчак В., Квітковський Л. Відновлення гомогенності бензино-етанольних сумішей Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» м. Київ 15-19 травня 2006 рік с.272.
12. Дутчак В.М., Квітковський Л.М., Астахова О.Т. Про взаємну розчинність бензину та етанолу Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» м. Київ 2-6 червня 2008 рік с.121.
13. Дж. Ола, А. Гепперт, С. Пракаш Метанол и энергетика будущего когда закончатся нефть и газ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009, 416 с.
14. С. А. Карпов, В. М. Капустин, А. К. Старков. Автомобильные топлива с биоэтанолом. – М.: КолосС, 2007. – 216 с.

*Асаад Ибрагим Али, аспирант
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев),
С.В. Бойченко, д.т.н, профессор, (Национальный авиационный
университет, Украина, г. Киев),*

*Б.Ф. Кочирко, зав. лаб. процессов нефтепереработки и нефтехимии (УкрНИИ
НП «МАСМА», Украина, г. Киев)*

ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИРАКСКИХ НЕФТЕЙ С ГЛУБИТНОЙ ДО 94%

Модернизация действующих НПЗ на углубление переработки нефти с производством бензинов и дизтоплив европейского уровня качества не ниже Евро-4 и Евро-5 является главной задачей основной топливно-энергетической отрасли Ирака на ближайшие годы. В статье показан один из возможных путей перевода отечественной нефтепереработки за короткий срок и по малобюджетному сценарию на глубину переработки нефти не ниже 85 - 94 %.

Одним из рациональных малобюджетных путей для повышения технико-экономических показателей иракских НПЗ является модернизация действующих производств с внедрением интегрированных вторичных процессов, позволяющих уже на первом технологическом переделе достичь глубины переработки более 85 % с последующим облагораживанием полученных светлых дистиллятов по известным технологическим схемам до сертифицируемого уровня качества.

Высокую рентабельность НПЗ, производящим высококачественные бензины и дизельные топлива по Евро-4, Евро-5 и Евро-6, может обеспечить только высокая прибыльность, а высокую прибыльность, в первую очередь, гарантирует глубокая переработка нефти (ГПН). Расчеты показывают: широкий уровень глубины переработки нефти (выход бензина и дизтоплива в сумме более 85%) при высоком качестве получаемых нефтепродуктов даже на малых НПЗ (мощностью 100 — 200 тыс. тонн нефти в год) гарантирует получение чистой прибыли с одной тонны переработанной нефти в сумме около 60 – 95\$.

Известно, что наибольшую выгоду получает страна, потребляющая нефть, а не торгующая ею. И не смотря на огромные запасы. Ирак еще долгие годы будет оставаться всего лишь экспортно-ориентированной страной. В то же время, относительное затишье на военно-политическом уровне, отсутствие полноценной нефтеперерабатывающей отрасли и при этом одни из самых больших запасов нефти в мире дают понять – вопрос восстановления и строительства нефтеперерабатывающей отрасли дело времени.

Технический анализ в нефтеперерабатывающей промышленности осуществляют с целью:

- осуществить производственно технологическую оценку исходного сырья предприятия и отдельных цехов завода–сырой нефти, дистиллятных углеводородных газов, остаточных продуктов;
- охарактеризовать товарные продукты с учетом специфических особенностей их назначения и применения;
- определить состав и свойства катализаторов и адсорбентов, реагентов, технической воды, ряда вспомогательных материалов.

Главной проблемой нефтегазовой сферы Ирака является то, что ее деятельность базируется на устаревших технологиях, которые используются в стране еще с 70-х годов. До сих пор данный сектор изолирован от передовых технологических разработок и инвестиций.

Нефтеперерабатывающие мощности Ирака предположительно составляют свыше 400 тыс. баррелей в день. До войны в Персидском Заливе они оценивались в 700 тыс. баррелей в день. В Ираке работают 10 нефтеперерабатывающих заводов. Во время войны нефтеперерабатывающие заводы в Биджи (Северный Ирак), Басре, Дауре. Насириахе были сильно разрушены. Сегодня же ощущается недостаток светлых нефтепродуктов, бензин идет низкокачественный, повышен уровень загрязнения окружающей среды из-за отсутствия системы очистки сточных вод — вот только небольшой перечень тех проблем, с которыми приходится сталкиваться местным нефтепереработчикам.

Вся нефтеперерабатывающая промышленность в Республике Ирак подчиняется Министерству нефти, в том числе научно-исследовательские, образовательные и торговые организации. Нефтеперерабатывающие заводы расположены в наиболее освоенных нефтяных регионах: Басра, Даура, Киркук, Баджи и др.

Для некоторых малых НПЗ, обеспечивающих только свой ведомственный автотранспорт (крупные автопарки дорожников, карьерные грузовики) предельный уровень качества используемого дизельного топлива диктуют технические характеристики эксплуатируемых двигателей, работающие по стандартам Евро 3. Очевидно, в подобных случаях, необходимо будет получить специальное разрешение на производство моторного топлива пониженного качества. Здесь, к слову, следует отметить о необъективных обвинениях в адрес "самоваров", т.е. мини-НПЗ, в глобально больших грехах – производстве некачественных светлых моторных топлив.

Основная специализация существующих мини-НПЗ, это производство дизтоплив. Самый проблемный показатель качества для дизтоплив – содержание серы. Организовать систему контрольного замера качества ДТ у производителя и у продавца не представляет никаких проблем. Контролировать качество компаундированных бензинов несколько сложнее, однако сделать это просто необходимо. Можно предположить, что для мини-НПЗ при производстве битумов могут возникнуть многочисленные проблемы, когда выпуск бензина А-80 должен будет прекратиться.

Однако, в планируемых к проектированию перспективных НПЗ, качество светлых моторных топлив должно гарантироваться как минимум по Евро 5, в том числе и для малых НПЗ. Планируя для малых НПЗ глубину переработки нефти свыше 90%, мазут фактически должен быть исключен из производимой продукции.

Сегодня национальная экономика, как никогда ранее, заинтересована в строительстве нового нефтеперерабатывающего предприятия, отвечающего современным требованиям. С другой стороны, большая часть автопарка, промышленной и военной техники испытывают потребность в топливе, не отвечающим современным европейским требованиям. Это так же оставляет определенные требования к получаемой товарной продукции.

Известно, что оснащенность иракских НПЗ вторичными процессами сегодня не достигает и 50%. Каким процессам вторичной переработки, обеспечивающим эффективное углубление переработки нефти, отдать предпочтение. Основополагающий факторы выбора технологии;

- 1 – обеспечивающих глубину переработки:
- 2 – обеспечивающих качество светлых моторных топлив
- 3 – вспомогательных объектов, обеспечивающих стабильную работу первых двух групп:

Глубину переработки нефти (Г) можно довести до 93,97 % .

Выводы

Таким образом, разработка исходных данных на проектирование НПЗ, исследованием свойств сырьевой нефти, планируемой к переработке на перспективном НПЗ, является одним из необходимейших условий не только для разработки концептуальных технологических схем переработки нефти, но и для выбора оптимальной экономической стратегии получения прибыли на будущем НПЗ.

*О.Я. Кузнєцова, к. т. н., Ж.М. Нетреба, А.М. Соловійов, д.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ЗАЛЕЖНІСТЬ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА КІНЕМАТИЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ РОБОЧОЇ РІДИНИ FH-51 ВІД НАРОБІТКУ В ГІДРОСИСТЕМІ ПОВІТРЯНОГО СУДНА

У роботі подано результати дослідження кінетики хімічних перетворень вуглеводнів робочих рідин та знайдено показник якості, який здатен виявити початок змін експлуатаційних властивостей гідравлічних рідин під час експлуатації.

Вступ. Ефективність використання та надійність повітряного судна (ПС), в тому числі, на багато залежить від якості робочої рідини, якою заправлена гідравлічна система ПС. Відомо, що під час роботи гідравлічної рідини в гідросистемі ПС на неї діє низка зовнішніх факторів, які спричиняють хімічні перетворення вуглеводнів та, як наслідок, погіршення її експлуатаційних властивостей. Аналіз несправностей та відмов, виявлених під час експлуатації ПС, показав, що до 34,62% від загальної кількості функціональних систем повітряного судна припадає на основну гідравлічну систему та підсистему шасі.

У цьому зв'язку, представляє інтерес виявити напрям хімічних перетворень вуглеводнів гідравлічної рідини під час експлуатації та їх вплив на експлуатаційні властивості рідини.

Результати досліджень. У даній роботі представлені результати дослідження хімічних перетворень у складі гідравлічної рідини FH-51 залежно від часу нальоту. З цією метою досліджувалися наступні зразки гідравлічної рідини FH-51: зразок №1: товарна рідина; зразок №2: після нальоту 300 годин; зразок №3: після нальоту 380 годин.

Спочатку методом атмосферно-вакуумної перегонки за ГОСТ 2177–66 всі зразки були розділені на окремі фракції: перша фракція: початок кипіння (ПК) – до появи димності при атмосферному тиску; друга фракція: фракції, які перегоняються під вакуумом при тиску 1 мм рт.ст. до появи димності; залишок після дисциляції зразків. Дана робота представляє результати дослідження хімічних перетворень вуглеводнів гідравлічної рідини FH-51, які відбуваються в других фракціях вказаних зразків. На рис.1, рис.2 та рис. 3 наведено отримані результати. Як бачимо, до складу других фракцій у найбільшій кількості входять парафіно-нафтеніві вуглеводні. При цьому в зразку №2 вміст парафінів збільшився на 1,0%, у зразку №3 – на 3,3% порівняно з товарною рідиною (зразок №1). Також значно збільшився загальний вміст нафтенів, а саме, у зразку №2 у 1,5 рази більше, у зразку №3 - у 2,5 рази відносно зразка товарної рідини. Практично у стільки ж разів збільшився вміст окремо моно-, бі- і трициклічних нафтенів у зразках №2 та №3 порівняно з зразком №1 (товарна рідина).

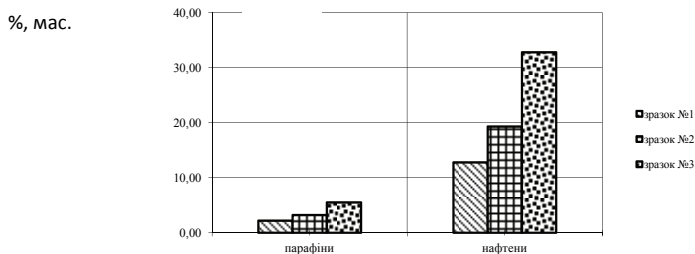


Рис. 1. Вміст парафінів та нафтенів у других фракціях зразків рідини FH-51

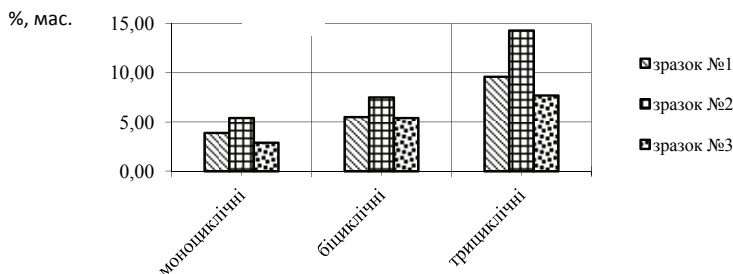


Рис.

2. Вміст нафтенів у других фракціях зразків рідини FH-51

Загальний вміст парафінових вуглеводнів збільшився в результаті протікання процесів деструкції алкільних радикалів циклічних сполук. Значні деструктивні процеси з розкриттям нафтових циклів, що відбулися з поліциклічними нафтовими вуглеводнями спричинили значне зростання вмісту моно-, бі- і трициклічних нафтенів у зразках №2 та №3 порівняно з зразком №1 товарної рідини. Внаслідок деструкції алкільних радикалів алкілбензолів збільшився вміст ароматичних вуглеводнів у зразку №2 на 0,1% , у зразку №3 – на 1,0% порівняно з такою ж фракцією зразку №1 (див. рис. 3).

Таким чином, внаслідок протікання процесів ущільнення ненасичених вуглеводнів, які утворилися при деструкції нафтенів перших фракцій [1], спочатку зростає з часом вміст вторинних нафтенів у зразках других фракцій рідини FH-51. Вміст вторинних нафтенів особливо значно збільшується в інтервалі часу 300-380 годин. На підставі експериментально встановленої

%, мас.

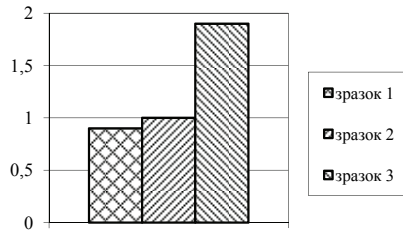


Рис. 3. Вміст ароматичних вуглеводнів у других фракціях зразків рідини FH-51 кінетики хімічних перетворень в молекулах нафтових вуглеводнів, що протікають в умовах нестабільної дифузії атмосферного кисню [1], знайдено формулу, яка описує вміст $ND(t)$ новоутворених молекул нафтових вуглеводнів через час t роботи рідини в гідравлічній системі ПС:

$$ND(t) = 12,7 + 2,52 \cdot 10^{-12} \cdot t^5 \text{ (мас. \%)}.$$

Таким чином, внаслідок протікання вищеописаних процесів спостерігається зменшення вмісту легких вуглеводнів та утворення висококиплячих. У зв'язку з цим, постає задача вибору показників якості, які виступатимуть індикаторами зміни хімічного складу гідравлічної рідини та її експлуатаційних властивостей з наробітком. Як відомо, на значення в'язкості гідравлічної рідини при 50°C впливає вміст ароматичних та ненасичених вуглеводнів. Впливає гіпотеза про те, що показником якості, який «відчуватиме» зміни вуглеводневого складу рідини в напрямі описаних взаємоперетворень вуглеводнів гідравлічної рідини може виступати показник «кінематична в'язкість при 50°C». У цьому зв'язку, з метою перевірки сформульованої гіпотези та виявлення динаміки зміни експлуатаційних властивостей гідравлічних рідин під час експлуатації, були протестовані, за цим показником якості, наступні зразки гідравлічних рідин АМГ-10 та FH-51: товарні, після нальоту 500, 1000 та 3600 годин. Результати подано на рис. 4. Як бачимо, в інтервалі часу від 300 до 500 годин роботи гідравлічної рідини в гідросистемі повітряного судна цей показник якості для АМГ-10 змінюється в інтервалі від 10,00 до 9,85 мм²/с, для FH-51 – від 13,50 до 13,30 мм²/с. Відповідно до паспорту якості на гідравлічну рідину АМГ-10 за ГОСТ- 6794-75 показник якості кінематична в'язкість при 50°C нормується як не менше 10,19 мм²/с. За специфікацією MIL-H-5606 на гідравлічну рідину FH-51 цей показник якості нормується як не менше 13,00 мм²/с. На підставі експериментальних даних знайдено формули, які подають залежність кінематичної в'язкості при 50°C від наробітку для досліджуваних гідравлічних рідин:

$$\text{АМГ-10: } \nu = \frac{9,19}{1 - 0,098 \exp(-0,75 \cdot 10^{-3} t)} \quad \text{та} \quad \text{FH-51: } \nu = \frac{11,55}{1 - 0,16 \exp(-0,55 \cdot 10^{-3} t)}.$$

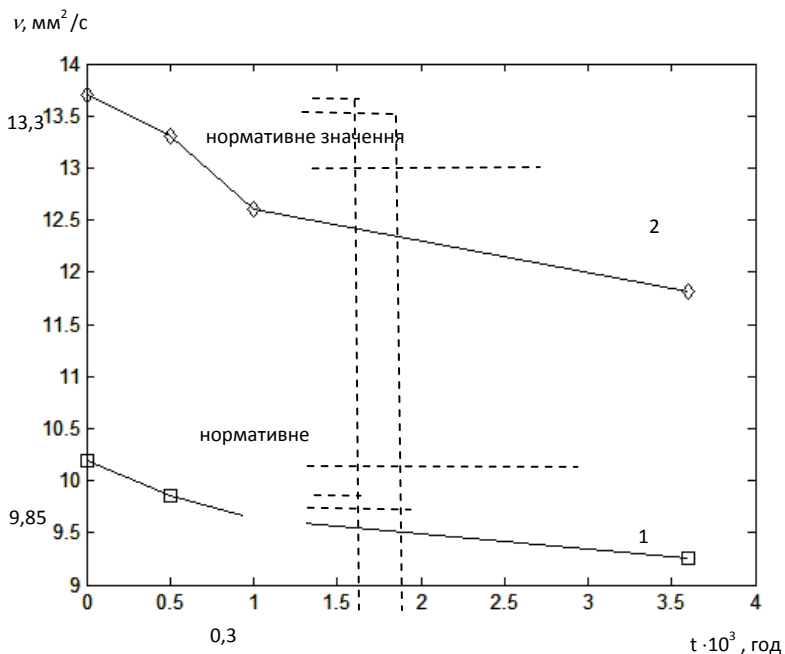


Рис. 4. Графік залежності кінематичної в'язкості при 50°C робочих рідин АМГ-10 (1) та ГН-51 (2) від наробітку в гідравлічній системі ПС

Висновки

Проведено дослідження щодо зміни вуглеводневого складу гідравлічної рідини ГН-51 з часом експлуатації ПС. Установлено, що відбувається зменшення вмісту легких вуглеводнів, збільшення кількості високо киплячих вуглеводнів, та знайдена кінетична модель, яка описує новоутворення молекул вторинних нафтових вуглеводнів під час експлуатації ПС. Визначено, що показник якості кінематична в'язкість при 50°C може бути обраний таким, який здатен виявити початок змін експлуатаційних властивостей гідравлічних рідин під час експлуатації. Знайдено, що для гідравлічної рідини АМГ-10 показник якості кінематична в'язкість при 50°C в інтервалі часу від 300 до 500 годин роботи має значення менше нормативного, а для рідини ГН-51 – на межі нормативного, нижче якого згідно з чинною інструкцією гідравлічну рідину використовувати в гідросистемі ПС заборонено.

Знайдено математичну залежність кінематичної в'язкості при 50°C від наробітку для гідравлічних рідин АМГ-10 та ГН-51.

Отримані результати дають можливість прогнозувати зміни експлуатаційних властивостей гідравлічних рідин під час експлуатації.

*О.Я. Кузнєцова, к.т.н., Ж.М. Нетреба, І. К. Кліц, М.С. Бойченко
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ РІДИН В КОНТЕКСТІ МЕХАНІЗМУ НЕПЕРЕРВНОГО МОНІТОРИНГУ БЕЗПЕКИ АВІАЦІЇ

Показана можливість прогнозування рівня експлуатаційних властивостей гідравлічних рідин під час їх тривалого використання, яка ґрунтується на встановленому експериментально напрямі хімічних перетворень у їх вуглеводневому складі. Знайдено показники якості, які можуть бути обрані показниками рівня якості гідравлічної рідини при тривалому використанні.

Вступ. На 37-й сесії Асамблеї ООН, яка проходила з 28 вересня по 8 жовтня 2010 року, прийнято резолюцію про те, що подальшим розвитком Універсальної програми перевірок організації контролю за забезпеченням безпеки польотів (УППКБП) виступає розроблення ІКАО механізму неперервного моніторингу (МНМ) безпеки авіації.

МНМ безпеки авіації планується проводити за такими напрямками, а саме, аеронавігація, аеродроми, авіаційний персонал, льотна придатність та експлуатація повітряного судна. МНМ безпеки авіації при експлуатації повітряного судна (ПС) складається із постійного періодичного контролю стану роботи всіх його систем, в тому числі, і гідравлічної. Оскільки робочим тілом гідравлічної системи повітряного судна є гідравлічна рідина, постає задача періодичного контролю її експлуатаційних властивостей під час тривалого використання. У свою чергу, вказані властивості оцінюються показниками якості, допустимі значення яких регламентуються чинною інструкцією з контролю якості паливно-мастильних матеріалів і спеціальних рідин.

Постановка питання. У зв'язку з цим слід визначити показники якості, які можуть бути обрані показниками рівня якості гідравлічної рідини при тривалому використанні.

Об'єкти системи контролю якості. Об'єктами системи контролю якості гідравлічних рідин, виступають одночасно гідравлічна система ПС та робоча рідина, якою вона заправлена. Відомо, що вимоги до експлуатаційних властивостей гідравлічних рідин були визначені з метою забезпечення режимів роботи гідросистеми ПС та її агрегатів під час виконання польоту. У свою чергу технологічні процеси виробництва гідравлічних рідин забезпечують їх певний вуглеводневий склад з метою відтворення зазначених експлуатаційних властивостей. Під час тривалого використання гідравлічних рідин відбувається взаємний вплив матеріалу агрегатів та режимів роботи гідросистеми на вуглеводневий склад рідини та рідини, як суміші хімічних сполук, на матеріал агрегатів гідросистеми ПС. До того ж, неперервне змінювані температура рідини під час польоту ПС та концентрація розчинених кисню повітря та води в рідині, та її одночасний контакт з металом агрегатів

гідросистеми ПС, спричиняють хімічні перетворення у вуглеводневому складі рідини. У свою чергу технологія контролю якості гідравлічних рідин призначена для перевірки відповідності експлуатаційних властивостей гідравлічної рідини вимогам чинних стандартів під час її тривалого використання. Слід зазначити, що наразі в Україні змінилися об'єкти системи контролю якості. Раніше, коли вітчизняна цивільна авіація була складовою єдиної радянської цивільної авіації, об'єктами системи контролю якості були гідросистеми ПС типу Ан, Ту, Іл, Як та гідравлічна рідина марки АМГ-10. Як відомо, гідравлічна рідина АМГ-10 випробувана впродовж багатьох років при використанні в гідравлічних системах зазначених типів ПС. На підставі попередніх багаторічних досліджень її вуглеводневий склад узгоджений з властивостями ущільнюючих матеріалів в конструкції гідравлічних систем цих типів літаків, з температурними і навантажувальними режимами її роботи. Наразі авіакомпаніями України експлуатуються повітряні судна типів Ан, Ту, Іл, Як, які випускаються в Україні та Росії, та закордонні літаки типу Боїнг. Останні, до того, ще й мають ресурс роботи близький до максимального. Зараз українські підприємства цивільної авіації забезпечуються гідравлічною рідиною «Гідронікойл» FH-51 виробництва французької фірми «НІКО», що замінила гідравлічну рідину АМГ-10, яку й досі виробляють та застосовують в Росії. З сертифікату якості виробника відомо, що «Гідронікойл» FH-51 мінеральна гідравлічна рідина за показниками якості є аналогом робочої рідини АМГ-10, та ці рідини допускається змішувати під час дозаправки гідросистеми ПС у будь-яких співвідношеннях. У свою чергу рідина «Гідронікойл» FH-51 призначена для використання в гідравлічних системах літаків типу Боїнг. Гідравлічна система зазначеного типу повітряних суден відрізняється застосованими ущільнюючими матеріалами, режимами роботи гідравлічної системи в цілому та її агрегатів. Проте, «Гідронікойл» FH-51 допущена до використання в гідравлічних системах типів ПС українського та російського виробництва без попереднього встановлення її експлуатаційних властивостей.

Слід зазначити, що сучасні кліматичні умови експлуатації ПС відрізняються від минулих років, що у свою чергу суттєво впливає на стан об'єктів контролю якості. На сьогодні розширився спектр зон, куди виконують рейси авіакомпанії України, у першу чергу це країни Африки та Азії. До того ж клімат України за останні роки зазнав значного потепління. Підвищена температура є найголовнішим чинником, який зумовлює окиснювальні та хімічні процеси, що протікають у вуглеводневому складі гідравлічної рідини під час тривалого використання.

Чинна технологія контролю якості гідравлічних рідин. Контроль якості гідравлічних рідин виконується відповідно до «Інструкції з забезпечення заправлення повітряних суден паливно-мастильними матеріалами і технічними рідинами в підприємствах цивільного авіаційного транспорту України», затвердженої Наказом Державіаслужби 14.06.2006 р. № 416. Інструкція встановлює правила прийому, зберігання, заправлення, контролю якості гідравлічних рідин з моменту їх поставки на підприємство цивільного авіаційного транспорту та впродовж усього терміну експлуатації в

гідросистемі літака. Технологія контролю якості гідравлічних рідин складається з чотирьох етапів. На першому, другому та третьому етапах регламентовано за певних умов виконання аналізів якості з метою встановлення відповідності експлуатаційних властивостей визначеним вимогам. На четвертому етапі, тобто впродовж 3600 годин роботи рідини в гідравлічній системі ПС, передбачено лише візуальне визначення наявності води та механічних домішок. У зв'язку з цим при тривалому використанні рідини не надходить інформація про зміни у її вуглеводневому складі і, відповідно, про дійсний стан її якості, що не може гарантувати нормальні режими роботи агрегатів гідравлічної системи та необхідного рівня безпеки ПС. Слід зазначити, що зараз змінилися економічні взаємовідносини між експлуатаційними службами підприємств цивільної авіації та авіакомпаніями. За радянських часів в умовах централізованого управління діяльністю авіапідприємств, коли наземні експлуатаційні служби та повітряні судна належали одному власнику – державі, існувало повне узгодження дій щодо реалізації технології контролю якості гідравлічної рідини з моменту її заправлення в бак літака, впродовж всього терміну роботи в гідросистемі літака до повного зливу через певний час напрацювання. Зараз же в умовах комерційних відносин між експлуатаційними службами авіапідприємств та авіакомпаніями всі необхідні випробування щодо контролю якості гідравлічної рідини не тільки фінансуються компанією-власником літака, а й ним же замовляється кількість та перелік тестувань. Тому часто-густо компанії-власники літака не дотримуються вимог чинної інструкції контролю якості гідравлічних рідин. З огляду на вищевикладене, слід констатувати, що зараз, в умовах розробки механізму неперервного моніторингу безпеки авіації, постала необхідність прогнозування рівня експлуатаційних властивостей гідравлічної рідини під час її тривалого використання та прийняття певних дій, спрямованих на запобігання появи загроз безпеці ПС з причини некондиційного стану гідравлічної рідини.

Практичні рекомендації щодо удосконалення технології контролю якості. Під удосконаленням технології контролю якості у даному випадку слід розуміти виконання сукупності дій, які обрано з множини можливих на підставі певної інформації і спрямованих на підтримку якості гідравлічної рідини у відповідності з цілями контролю якості. У цьому зв'язку треба здійснити прогнозування зміни значень показників якості та прогнозування змін експлуатаційних властивостей рідини під час експлуатації.

Встановлено, що показник якості кінематична в'язкість при 50°C змінюється з наробітком відповідно до рівняння:

$$v = \frac{b}{1 - c \cdot \exp(-a \cdot t)}$$

Для гідравлічної рідини АМГ-10 коефіцієнти мають таке значення: $b = 9,19 \text{ мм}^2 / \text{с}$, $a = 0,75 \cdot 10^{-3} 1 / \text{год}$; $c = 0,098$; t – час, години. Для гідравлічної рідини ГН-51 коефіцієнти мають наступне значення: $b = 11,55 \text{ мм}^2 / \text{с}$, $a = 0,55 \cdot 10^{-3} 1 / \text{год}$, $c = 0,16$.

Знайдено, що впродовж 500 годин напрацювання гідравлічної рідини в гідросистемі ПС показник якості кінематична в'язкість при 50°C для АМГ-10 зменшується до 9,85 мм²/с, для «Гідронікойл» FH-51 – до 13,30 мм²/с. Відповідно сертифікату якості на гідравлічну рідину АМГ-10 за ГОСТ- 6794-75 показник якості кінематична в'язкість при 50°C нормується не менше 10,19 мм²/с. За специфікацією MIL-H-5606 на гідравлічну рідину «Гідронікойл» FH-51 цей показник якості нормується не менше 13,00 мм²/с. Отже, для АМГ-10 має значення нижче нормативного, а для рідини «Гідронікойл» FH-51 – на межі нормативного, нижче якого згідно з чинною інструкцією гідравлічну рідину використовувати в гідросистемі ПС заборонено.

Знайдено залежність кислотного числа від наробітку для досліджуваних гідравлічних рідин:

$$КЧ = \frac{f}{\exp\left(\frac{a}{b+c \cdot t}\right)}$$

Для гідравлічної рідини АМГ-10 коефіцієнти мають таке значення:

$$f = 0,2 \text{ мг КОН на } 1 \text{ г}; a = 0,53, \text{год}; b = 0,13, \text{год}; c = 10^{-3}.$$

Для гідравлічної рідини «Гідронікойл» FH-51 коефіцієнти мають наступне значення: $f = 0,27$ мг КОН на 1 г; $a = 1,05, \text{год}$; $b = 0,45, \text{год}$; $c = 10^{-3}$.

Встановлено, що через 300 годин напрацювання в гідросистемі ПС показник якості «кислотне число» для гідравлічної рідини АМГ-10 збільшується до 0,04 мг КОН на 1г, а для «Гідронікойл» FH-51 – до 0,063 мг КОН на 1г, що перевищує нормоване чинними інструкціями значення і у такому разі використовувати їх в гідросистемі ПС не можна. При чому показник якості «кислотне число» гідравлічної рідини «Гідронікойл» FH-51 збільшується з наробітком швидше, чим гідравлічної рідини АМГ-10, що свідчить про її нижчу окислювальну стабільність.

Висновки

Показники якості «кінематична в'язкість при 50°C» та «кислотне число» можуть бути обрано такими, що здатні виявити початок змін експлуатаційних властивостей гідравлічних рідин під час тривалого використання. Таким чином, з'являється можливість прогнозування рівня якості гідравлічних рідин під час тривалого використання, що уможлиблює призначати періодичність контролю якості гідравлічних рідин у цей період та створити механізм неперервного моніторингу безпеки гідравлічної системи повітряного судна.

*О.Л. Матвеева, канд. техн. наук,
Т.О. Федорчак, аспірант, І.І. Якименко, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ АКТИВАТОРІВ ПАЛИВА

*Проаналізовано принципів схеми електромагнітних активаторів, їх переваги та недоліки з огляду на покращення експлуатаційних властивостей палив.
Обрано найбільш оптимальну схему активатора для досліджень впливу магнітного поля на експлуатаційні властивості біопалив.*

Питання економії паливних ресурсів і їх раціонального використання не є новим, проте засоби вирішення даної проблеми, не зважаючи на всю їх різноманітність мають одну спільну рису – не повну практичну здійсненність. Один з цих шляхів це підвищення повноти згорання палива. Так при згоранні тисячі літрів бензину виділяється 200 кг монооксиду вуглецю, 25 кг вуглеводнів і 1 кг сажі. З екологічної точки зору це найнебезпечніші викиди транспорту, не рахуючи сірчистих сполук [1].

З енергетичної ж точки зору – це енергія, яка не виділилась в повній мірі при згоранні палива до продуктів повного згорання – води і вуглекислого газу, шкідливий вплив якого значно нижчий. Неповне згорання палива пояснюється неоднорідним його хімічним складом і міжмолекулярними структурами - вуглеводневими кластерами, а також важкістю приєднання окисника до неполярних молекул вуглеводнів.

Проблема може бути вирішена частково додаванням до складу вуглеводневого палива окисників, наприклад метанолу, етанолу та ін.. Але високий вміст оксигенатів в паливній суміші неможливий, як і саме їхнє застосування в якості чистого палива через низьку питому теплоту згорання, не зважаючи на його однорідний хімічний склад.

Як відомо, при згоранні одного кілограма бензину виділяється 44 МДж теплоти, а при згоранні одного кілограма етанолу – лише 29 МДж, тобто на 34% менше, а отже виникає необхідність додаткової заправки. З цього слідує, що з енергетичної точки зору вуглеводневе паливо навіть при неповному згоранні є більш перспективним, ніж те, що на основі біоетанолу.

Ефективним засобом вирішення даної проблеми являється активація палива електромагнітним полем. В іонізованому вигляді вуглеводневе паливо ефективніше реагує з окисником, що впливає на весь процес окиснення: зменшуються емісія шкідливих речовин та нагароутворення, підвищується повнота згорання палива, а отже і потужність двигуна. У будь-якому рідкому паливі всі молекули мають здатність з'єднуватися одна з одною, утворюючи при цьому кластери [2]. Проходячи уздовж магнітних полів молекули палива поляризуються (здобувають із однієї сторони позитивний заряд, а з іншого боку - негативний).

Через зсув електронів й ядра в молекулі відбувається вигин і частковий розрив зв'язків усередині молекули, що робить її більше реакційноздатною у процесі горіння. Поляризовані (заряджені) молекули в магнітних полях системи обробки роблять різкі коливання на 180 градусів. Ці коливання розривають міжмолекулярні зв'язки в кластерах. У результаті цього, структура палива являє собою окремі, не зв'язані між собою, молекули, до яких полегшений доступ молекул кисню в процесі згоряння палива[2].

У результаті протікання цих реакцій відбувається перетворення й розкладання палива на більш легкі фракції, що мають сумарну енергію й октанове число більші, ніж вихідне паливо. Наприклад, одна із фракцій, що міститься в бензині пентан C_5H_{12} з октановим числом 93 і питомою теплою згоряння 3509 Кдж/моль, може бути перетворена в пропен C_3H_6 й етан C_2H_6 , які мають сумарну теплоту згоряння 3710 Кдж/моль. Октанове число їх буде так само більше й складе 102 й 112 відповідно.

Слід зазначити, що це перетворення не приводить до збільшення кінцевої температури згоряння й перегріву газорозподільної системи двигуна, тому, що початкова температура суміші нижче за рахунок споживання теплової енергії каталітичним процесом. Після проходження поршнем верхньої мертвої точки й збільшення моменту, переданого на вал двигуна, процес згоряння прискорюється й відбувається виділення всієї енергії, у тому числі додаткової, взятої від нагрітого двигуна й процесу згоряння, що приводить до збільшення потужності двигуна й підвищенню крутного моменту на валу. Нелінійне згоряння дозволяє істотно знизити максимальні значення температури, тиску, теплової й механічної навантаження й втрати у двигуні, одночасно піднявши його потужність й економічність. Таким чином, процес згоряння стає більш оптимальним, що приводить до зниження нагрівання й динамічних навантажень на двигун. Робота двигуна стає набагато тихіше й м'якше[3].

На рис.1 видно, що при обробці палива електромагнітним полем відбувається не один а два процеси. Перший – це гомогенізація структури палива шляхом руйнування крупних міжмолекулярних асоціацій вуглеводнів (кластерів). Другий – перехід молекул вуглеводнів під дією електромагнітного поля в ортостан (активацію) [3].

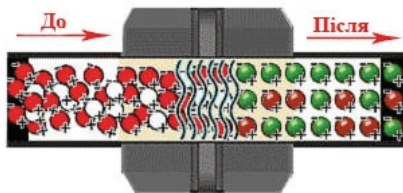


Рис.1. Схема процесу електромагнітної активації палива.

Реакція окисника з активованою молекулою призводить до виділення більшої кількості енергії. А це, в свою чергу, стосується і іншого засобу

вирішення проблеми – застосування біологічних спиртових палив – полярних рідин однорідного складу, головним недоліком яких є низька питома теплота згорання, яка при електромагнітній активації має зрости.

В наш час приладів для електромагнітної обробки палив достатньо щоб вибирати, однак їх вплив на експлуатаційні властивості палив різної природи неоднаковий, як і самі конструкції приладів та особливості їх застосування в двигунах внутрішнього згорання. Ось чому важливим є проведення порівняння цих приладів між собою (табл. 1).

Таблиця 1.

Зміни основних показників при електромагнітній обробці палив

Прилад	Економія палива, %	Підвищення потужності двигуна, %	Зниження шкідливих викидів, % (об.)
MaxSaver	до 20	до 5	до 50
Екотюнінг-кіт	до 25	до 10	до 65
Електроактиватор палива кавітаційний	до 25	до 15	до 50
Індукційний каталізатор	до 20	до 10	до 60
Активатор Дудишева	до 30	до 30	до 90

Прилад «MaxSaver», структура якого відносно проста, він являє собою два магніти зі сплаву NdFeB-37, які необхідно закріпити на магістралі подачі палива. Кількість приладів, які потрібно встановити, залежить від об'єму двигуна і коливається від одного до трьох [4].

Прилад «Екотюнінг-кіт» складається з двох частин: одна з них, «екоактиватор», обробляє паливо, інша – діє на повітря. Екоактиватор містить два ряди магнітів. Протилежні магніти в рядах утворюють пари з різними полюсами, при цьому полюсність пар магнітів змінюється, змінюється також на 180 градусів напрям силових ліній магнітного поля, створеного парами магнітів.

«Електроактиватор палива кавітаційний» складається з двох блоків і дає потужний кавітаційний ефект та електромагнітну обробку, що призводить до зменшення в'язкості, збільшення текучості і здатності до випаровування, тобто палива з більш важким фракційним складом набувають властивостей палив, яким характерний легкий фракційний склад. Прилад поступається попередньому по зниженню викидів неповного згорання палива, але показник потужності ставить його першим в ряду цих трьох активаторів [5].

«Індукційний каталізатор» є приладом, що містить постійний магніт, у вигляді призми з постійним магнітним полем. Два таких магніти розміщуються паралельно на паливну магістраль ближче до двигуна. Іншими словами, це прилад, аналогічний за принципом дії та магнітного матеріалу «MaxSaver» [6].

Зовсім інший підхід застосований при конструюванні паливного «Активатора Дудишева». Конструкція фільтра-активатора більш складна, в порівнянні з активаторами, які просто закріплюються на паливну магістраль.

Основними його компонентами є стандартний фільтр для тонкої очистки бензину, потужні неодимові магніти і стандартні свічки запалювання [7].

Представлені вище результати показують, що активація палива в процесі фільтрації набагато ефективніша, за ту, яка має місце при встановленні активатора безпосередньо на паливну магістраль, що надає даному приладу певні переваги.

Висновки

1. З екологічної точки зору найбільш оптимальними є прилади типу фільтра-активатора, які максимально знижують викиди токсичних продуктів неповного згорання вуглеводневого палива.

2. З енергетичної точки зору фільтр-активатор максимально підвищує потужність двигуна в ряді розглянутих принципових схем активаторів, при цьому максимально економить паливо, і представляє науковий інтерес для подальших досліджень активації біоетанольних палив.

Список літератури

1. Вихлопні гази автомобілів [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://autonotes.info/vyhlopnnye-gazy/>

2. Investigate Effects of Magnetic Fields on Fuels Rongjia Tao, Department of Physics, Temple University, Philadelphia, PA 19122 March 15, 2004

3. Кудрявский Ю. П. Разработка и испытания аппаратов и устройств – фильтр модификаторов для обработки углеводородного топлива в магнитном поле. Выбор оптимальных конструкций, модификаторов, обеспечивающих снижение удельного расхода топлива на 10 - 20 % / Ю. П. Кудрявский, О. В. Погудин, В. И. Зеленин, В. А. Нечаев // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 1. – С. 81-82.

4. Активатор палива MAXsaver [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.maxsaver.ru/index.htm>

5. Електроактиватор палива кавітаційний [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://rashodanet.ru/ecotop2.htm>

6. Патент № 2256815, F02M 27/04. Пристрій для магнітної модифікації палива двигуна внутрішнього згорання «Індукційний каталізатор».

7. Активатор Дудишева [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://new-energy21.ru/ustroystva-ekonomii-benzina/toplivnyiy-aktivator-dudyisheva-dlya-karbyuratornyih-dvigatelay.html>

*В.С. Бондарь, Е.Г. Ковальчук, В.П. Коба, В.А. Радзиевский
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

ПРИБОРЫ ТРЕНИЯ С ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ О МЕХАНИЗМЕ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

Разработанные новые приборы трения скольжения линейного контакта АСБ-01 и АСБ-02 с оптическим каналом съема информации о механизме трения позволяют изучать изменения агрегатного состояния смазки, наблюдать зарождение вторичных течений, турбулентность и трибокавитацию.

Для наблюдения тех или иных динамических явлений в сложных многофакторных системах, к которым относится трибосистема, разрабатывается и создается специальная исследовательская аппаратура, позволяющая из всего многообразия протекающих процессов вычлнить те главные, которые представляют научный интерес. Однако многие явления, которые подлежат изучению, зачастую скрыты от прямого наблюдения в силу непрозрачности элементов механических систем конструкций, внутри которых протекают те или иные процессы. К таким системам относятся узлы трения или трибосистемы. Детали узлов трения машин традиционно изготавливаются из непрозрачных различных стальных конструкционных материалов и сплавов цветных металлов, их трущиеся поверхности образуют трибоконтакт, где и протекает вездесущее явление природы – трение, тщательно скрытое от прямых наблюдений.

Природа и физика трения по сей день являются предметом научных дискуссий. Для их изучения разработано множество лабораторных приборов, с помощью которых исследователи проверяют выдвигаемые новые идеи и гипотезы, ищут те или иные экспериментальные закономерности, моделируют конкретные проблемные трибосистемы с целью повышения их эффективности. Благодаря таким лабораторным машинам трения получают различные зависимости, анализируя которые, формулируют новые положения о физических процессах, протекающих при трении. На их основе возникают и развиваются новые теории, вооружившись которыми инженер мог бы конструировать трибосистему с учетом условий эксплуатации.

На практике многочисленные теоретические наработки в области трения и изнашивания фактически не используются. На наш взгляд, это связано с недостаточно полным представлением о самой природе процесса трения. Таким образом, в трибологии граничной смазки, также как и в других ее разделах (эласто- и гидродинамические режимы трения), контактные течения граничных слоёв не рассматривались из-за отсутствия экспериментальных сведений о них.

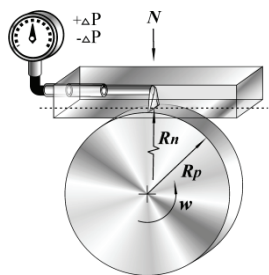
Существующие известные теории, гипотезы и положения о трении и изнашивании трибосистем [1], стали классическими и не подвергаются сомнению. На их основе строились соответствующие методики и техника экспериментов, которые полностью обеспечивали экспериментальное

подтверждение соответствующих теорий. Поэтому получаемые отклонения результатов экспериментов от теоретических обоснований относились к разряду ошибок, погрешностей измерений и пр., а экспериментальная техника исследований создавалась традиционно: машины трения для определения толщины смазочного слоя, приборы трения для измерения реологии смазочных материалов, приборы определения электрических свойств жидкостей в условиях сжатия и т.д. К таким классическим приборам можно отнести одну из первых разработок [2]. Все последующие машины трения, по сути, были модификациями этой машины, где толщина смазочного слоя измерялась по величине электрического пробоя, разности электрических потенциалов и пр., то есть косвенно. Возможность исследования контактного давления и течений в смазочной среде на таких приборах не предусматривалась. Проникнуть в контакт и сканировать по нему узкими приёмными каналами, которые мгновенно засоряются продуктами износа, для измерения давления действительно весьма сложная инженерная задача. Но главной причиной практического отсутствия исследований гидродинамики в контакте трибосистем всё же является непоколебимость авторитетных теорий трения, которые не учитывали течения граничных слоёв смазки в трибоконтакте, кроме как перемещение молекул, адсорбированных на трущихся поверхностях вместе с поверхностями. По сей день считается, что давление в смазочном слое в зоне контакта двух поверхностей полностью отражает и соответствует контактным напряжениям на поверхностях, рассчитываемым по Герцу и всегда выше атмосферного, что не совсем верно.

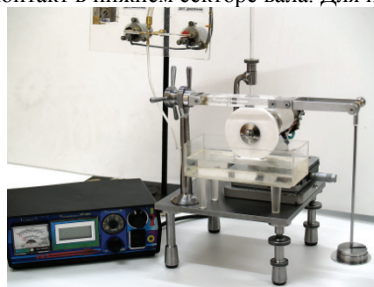
Новая компрессионно-вакуумная гипотеза природы трения в условиях граничной смазки [3] основана на выявленных контактных течениях смазки, направленных в обратную сторону скольжения, нуждается в дополнительных экспериментальных доказательствах. Схема и внешний вид разработанной и изготовленной лабораторной машины трения скольжения АСБ-01 с физически прозрачными деталями модельной трибосистемы представлены на рис. 1. В качестве модели цапфы подшипника скольжения использовался плоский параллелепипед, изготовленный из органического стекла, каждая грань которого полировалась до полной прозрачности. Разновысотность неровностей нижней рабочей поверхности этого параллелепипеда после полировки не превышала 20 нм. В качестве модели шипа (вала подшипника скольжения) использовался диск наружным диаметром 80 мм и толщиной 9 мм, изготовленный из фторопласта-4. Контакт рабочей поверхности, образующей цилиндр ролика, при первом соприкосновении с плоской гранью параллелепипеда с помощью регулировочных винтов устанавливался на верхней поверхности ролика так, чтобы визуально образовывался равномерный контакт. Прозрачный параллелепипед, располагающийся на ролике, позволяет легко наблюдать контактные течения при реализации трения скольжения.

Подавляющее большинство исследовательских машин трения традиционно изготавливается так, чтобы зона контакта была полностью погружена в смазочную среду, которая своим объёмным гидромеханическим течением при трении скрывает от прямого наблюдения течения, возникающие

непосредственно в зоне контакта. Кроме этого практически все реальные трибосистемы скольжения реализуют контакт в нижнем секторе вала. Для ис -



а)



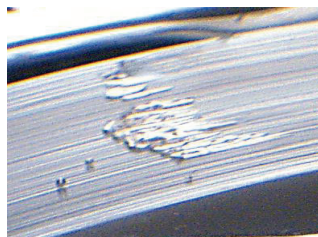
б)

Рис. 1. Схема (а) и внешний вид (б) машины трения скольжения АСБ-01 с физически прозрачной трибосистемой

следований контактной гидродинамики подхватывающая схема подачи рабочей среды и верхнее положение контакта, хотя и редко встречающаяся на практике, более привлекательна, чем традиционное нахождение контакта внизу и его полное погружение в среду. Поэтому, кроме прибора трения АСБ-01, нами был разработан и изготовлен лабораторный прибор АСБ-02 с нижним положением контакта, погружаемого в смазочную среду.



а)



б)

Рис. 2. Линии тока смазочной среды (а) и трибокавитация (б), наблюдаемые в динамике при трении на лабораторном приборе АСБ-01 с оптическим каналом съема информации

На рис. 2 показаны линии тока жидкости в контактной зоне при трении скольжения ролика по плоской грани параллелепипеда и образование кавитационных полостей – трибокавитация.

На рис. 3 представлены данные распределения давлений, измеряемых приемным устройством, изготовленным внутри прозрачного образца с выходом на рабочую поверхность, позволяющие получить экспериментальные зависимости влияния исходных параметров трибосистемы на силу сопротивления движению, что оценивается измерительными приборами. Для изготовления каналов измерения давления прозрачный элемент трибосистемы является наиболее приемлемым, так как позволяет производить непрерывный

мониторинг состояния приемного устройства и каналов на предмет отсутствия их загрязнений, которые приводят к дросселированию.

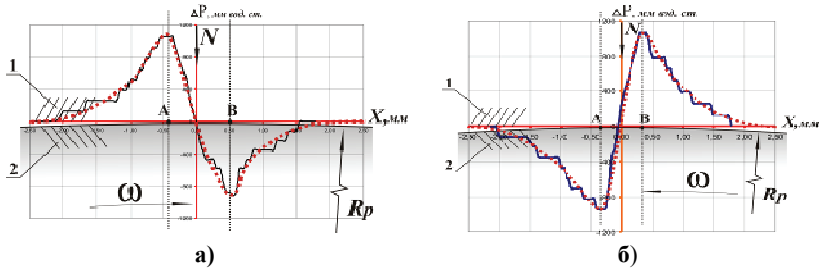


Рис. 3. Распределение перепада давления в граничных слоях керосина ТС-1 относительно атмосферного ΔP , т.е. разница между измеренным и атмосферным давлением по координате сканирования X перпендикулярно контакту при скольжении, где $[AB]$ – ширина линейного контакта контробразца 1 и ролика 2 радиусом R_p , ω – частота вращения, N – осевая нагрузка, X – координаты сканирования:
 а) вращение по часовой стрелке; б) вращение против часовой стрелки

Выводы

Приборы трения АСБ-01 и АСБ-02 [4] позволяют получать новую информацию о контактно-гидродинамических течениях в граничных слоях, трибокавитационных явлениях в диффузорной области контакта, вести постоянный мониторинг состояния приемного устройства определения локального давления в граничных слоях и его распределения путем сканирования контактных и околоконтактных областей благодаря реализации в них дополнительного оптического канала съема информации. Это позволит создавать новые технологические приемы повышения эффективности бесконтактных и контактных трибосистем скольжения, а также разрабатывать новые смазочные материалы и присадки к ним по критерию порога трибокавитации.

Благодаря исследованиям контактно-гидродинамических процессов на приборах АСБ-01 и АСБ-02 в научно-исследовательской лаборатории нанотриботехнологий НИЧ НАУ разработаны основные положения компрессионно-вакуумной гипотезы трения и трибокавитационного механизма изнашивания, которые находят свое подтверждение.

Список литературы

1. Коднир Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин М., «Машиностроение», 1976. – 304 с.
2. Авторское свидетельство № 91589 на изобретение. Бюллетень изобретений, 1950, № 16, Авт.: Д.С.Коднир, Л.М.Ронин, М.Д.Медвинский, Э.Ф.Зоммер.
3. Стельмах А.У. Компрессионно-вакуумный механизм адгезионного трения и изнашивания. – Деп. в ГНТБ Украины. - 07.07.2008, №109-Ук2008. –28 с.
4. Патент Украины № 57465 /Стельмах А.У., Бондарь В.С. и др.

КОМПРЕССИОННО-ВАКУУМНЫЙ МЕХАНИЗМ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ

Представленный компрессионно-вакуумный механизм трения описывает гидродинамический и эластогидродинамический режимы трения, а также трение в условиях граничной смазки, что позволяет по-новому решать проблемы трения и изнашивания.

Исходя из результатов экспериментальных исследований молекулярной физики граничного трения, эпитропные слои жидкой среды, которые образуются на лиофильных поверхностях твёрдых тел при их статическом сжатии, разрушить невозможно, вплоть до контактных напряжений упругости самых прочных сталей и даже алмаза [1..3]. Следовательно, при трении адсорбированных на поверхностях граничных слоёв, их разрушение и изнашивание поверхностей связано с определённым физическим процессом возникновения условий деструкции молекул эпитропных приповерхностных жидкокристаллических (ЭЖК) структур, что приводит к фрикционному взаимодействию практически сухих участков рабочих поверхностей трибосистем их адгезии и изнашиванию. В соответствии с выдвинутой гипотезой о компрессионно-вакуумной (КВ) природе трения [4], такие условия возникают в диффузорных участках трибоконтактов, где установлено возникновение и протекание процесса разрежения и вакуумирования среды. Как известно [1], именно вакуумирование является самым эффективным и широко используемым методом для очистки поверхностей твёрдых тел от молекул жидкой среды.

На рис.1 показана схема уменьшения максимальных контактных напряжений в поверхностях за счет наличия на них эпитропных ЭЖК-слоёв смазочной среды путем увеличения площади и соответствующего уменьшения и перераспределения контактных поверхностных напряжений в статических условиях сжатия.

В поперечном сечении контакт бесконечно длинного вала 1 с поверхностью неподвижного подшипника скольжения 2 находится в покое при атмосферном давлении окружающей среды $P_{oc}=0,1$ МПа. В среде воздуха под действием силы N_g поверхности упруго деформируются, создают линейный контакт $A_a B_a$ с шириной b_a и в них возникают контактные напряжения σ_a , с распределением по Г.Герцу (рис.1). Когда лиофильные поверхности смочены смазочной средой и также сжаты силой N_g , то они упруго деформируются посредством одноосно сжатых эпитропных граничных слоев смазки, которые имеют некоторую толщину d [3]. В этих слоях развивается давление, равное поверхностным напряжениям σ_a , оно уменьшает напряжение, возникающее в поверхностях на воздухе, и перераспределяется так же симметрично относительно оси приложенной нагрузки N_g , как и в

поверхностях σ_d , что приводит к расширению контакта $A_a B_a$ с шириной b_a до $A_d B_d$ с шириной b_d . То есть сжатые поверхностями молекулярные ЭЖК-слои жидкости воспринимают лишь осевые сжимающие давления, а их толщина тем меньше, чем выше контактные напряжения. ЭЖК-слои, имеющая свойства кристаллической субстанции, при деформировании подчиняются закону Гука. При этом у кромок ЭЖК-контакта $A_d B_d$, контактные напряжения будут соответствовать давлению окружающей среды, например, атмосферному, а толщина граничных ЭЖК-слоев будет максимальной и равной $2d$. Следовательно, контакт сжатых поверхностей с ЭЖК-слоями смазки $A_d B_d$ представляет собой зазор, симметрично сужающийся от кромок A_d и B_d до середины, где давление ЭЖК-слоев и контактные напряжения поверхностей максимальны.

Взяв вышеприведенные начальные условия формирования упругого контакта поверхности, образующей цилиндр ролика и плоской грани параллелепипеда, которые разделены также упруго одноосно-напряженными двумя граничными ЭЖК-слоями толщиной d за основу, процесс трения скольжения вала, вращающегося вокруг своей оси в жидкой среде, с позиций КВ-гипотезы представляется следующим образом.

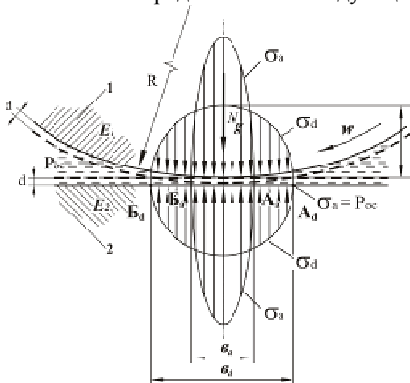


Рис.1 Схема образования линейного контакта $A_a B_a$ шириной b_a поверхности, образующей цилиндр ролика 1 и поверхности плоской грани параллелепипеда 2 под действием осевой силы N_g и возникновение в них контактных напряжений σ_a на воздухе и его расширение до $A_d B_d$ с шириной b_d и соответствующим уменьшением контактных напряжений до σ_d с учетом наличия на поверхностях ЭЖК-слоев толщиной d

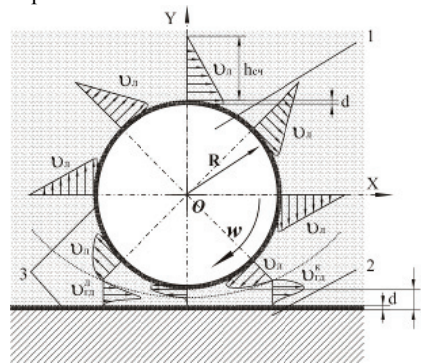


Рис. 2. Схема возникновения вторичных гидро-динамических течений (конфузорного \vec{V}_{20}^k и диффузорного \vec{V}_{20}^k) в зазоре h между вращающимся роликом 1 и плоской гранью параллелепипеда 2 с ЭЖК-слоями 3, толщиной d , над которыми на высоте h_{ex} структурно-чувствительные граничные слои жидкости имеют пренебрежимо малую скорость

Рассмотрим вращение вала 1 (рис. 2) вокруг своей оси со скоростью ω в жидкой среде в нормальных атмосферных условиях с давлением окружающей среды $P_{oc}=0,1$ МПа. В случае отсутствия какого-либо препятствия около

поверхности образующей цилиндр вала, эпюры скоростей граничных слоёв смазочной среды будут иметь вид, характерный, например, ньютоновской жидкости в виде прямоугольника. Максимальную линейную скорость \vec{U}_d будут развивать ЭЖК-слои, которые имеют некоторую толщину d , так как они характеризуются свойствами анизотропных кристаллических структур [3]. В начале движения ЭЖК-слоёв начинается их трение по слоям покоящейся в объёме изотропной жидкости. Близлежащие к ЭЖК-слоям молекулы среды также начинают перемещаться, но с меньшей скоростью. По мере удаления сенсора давления от поверхности при определённой линейной скорости \vec{U}_d поверхности вала (примем малые скорости до 0,5 м/с) на некотором расстоянии $h_{сч}$ движение молекул среды будет крайне мало, а датчики давления на этом расстоянии будут указывать на практическое отсутствие изменения давления и течения жидкости. То есть движущиеся с поверхностью структурно-чувствительные граничные слои смазки в бесконечном объёме жидкой среды характеризуются некоторой высотой эпюры скоростей. На этой высоте $h_{сч}$ по нормали к поверхности, образующей цилиндр вала, чувствительность сенсоров к движению фрагментов среды снижается до 1 мм вод. ст., и теоретически можно предположить, что на расстоянии $h_{сч}$ скорость движения молекул жидкой среды практически равна нулю. В наших экспериментах [4] с помощью датчиков давления в среде моторных, гидравлических и других технических масел измеренная высота структурной чувствительности граничных слоёв $h_{сч}$ не превышала 2 мм. Это значит, что движение самых дальних слоёв масла от поверхности становилось не существенным уже на расстоянии до 1 мм при малых скоростях. На больших расстояниях от поверхности жидкость оставалась однофазной сплошной средой и без воздушной фазы.

При приближении препятствия к поверхности, образующей цилиндр вращающегося вала, в том числе и измерительного зонда, например, на плоской поверхности параллелепипеда, до расстояния меньше двух высот структурной чувствительности граничных слоёв среды $h_{сч}$ возникают вторичные течения среды (рис. 2). В сужающемся по направлению движения вала зазоре, то есть в конфузурной его области, происходит истечение среды из него в обратную движению вала сторону со скоростью \vec{U}_{20}^K . В расширяющейся части зазора, то есть в диффузурной области, происходит втекание жидкости в зазор со скоростью \vec{U}_{20}^0 из объёма. Эти течения возникают в силу повышения давления в конфузурной области зазора, до зоны его минимальной величины, где оно резко уменьшается до атмосферного. После этого в диффузурной части зазора происходит соответствующее разрежение среды. Сжатие и разрежение среды, а также возникающие соответствующие вторичные течения из зазора и в зазор, направленные обратно вращению вала, приводят к росту потерь мощности электропривода, что подтверждается экспериментально.

Если продолжать перемещать плоскую преграду к ролику и приложить внешнюю нагрузку сжатия, то начнется контактное трение ЭЖК-слоев вала с ЭЖК-слоями плоской поверхности. При этом в конфузорной области упругая деформация набегающих граничных слоев порождает возвратное течение, что приводит к увеличению в них давления. В диффузорной области смазочные слои в минимальном количестве подвергаются всестороннему растяжению, что неизбежно приводит к их разрежению, десорбции и дополнительной нагрузке фактически контактирующих участков поверхностей. Эти процессы в совокупности определяют условия квазисухого трения и обуславливают их первичное адгезионное взаимодействие и разрушение поверхностей по схеме: микроадгезия – адгезия – вырыв материала подшипника в диффузорной области и микорезание – в конфузорной.

Таким образом, показано, что гидродинамические эффекты трения в режиме граничной смазки обусловлены образованием областей, как с повышенным, так и с пониженным давлением в смазочном слое. Обоснованы перемещения зоны контакта трибосистемы скольжения, вызванные перераспределением давления в соответствующих конфузорной и диффузорной областях повышенного и пониженного давления контакта. Показано, что контактом двух смазанных поверхностей, сжатых с некоторой осевой силой, являются упруго деформированные эпитропные жидкокристаллические слои жидкости. В ЭЖК-контакте смазочный слой в статических условиях нагружения ведёт себя как высокопрочное и высокоупругое твёрдое тело, а в условиях высоких контактных градиентов давлений и скоростей – как жидкость.

Выводы

Представленный компрессионно-вакуумный механизм трения применим для каждого из трёх самостоятельных разделов трибологии – гидродинамического, эластогидродинамического трения, а также при трении в условиях граничной смазки, а использование этих сведений позволит по-новому подойти к решению проблем трения и изнашивания.

Список литературы

1. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения.– М.:Физматгиз, 1963.– 472 с.
2. Коднир Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин М.: Машиностроение, 1976. – 304 с.
3. Алтоиз Б.А., Дейнека В.Т. Измерение параметров граничного слоя жидкости теплоносителя, влияющих на интенсивность теплообмена // Научно-технический сборник «Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры». – Одесса, 2003. – Вып.1. – 29-33 с.
4. Стельмах А.У. Возникновение контактных струйных течений в условиях граничной смазки и механизм их образования. Нац. Авиаци. ун-т. – Киев, 2009. – Библиогр.: 14 назв. – Рус. Деп. В ГНТБ Украины 14.04.09, №20 – Ук 2009. – 43 с.

*Klaus Kunze PhD
(ILK TU Dresden, Germany)
D. Stelmakh, O.Sofronov, K.K. Al-Tamimi
(NAU, Kiev, Ukraine)*

EXPERIMENTAL COMPARISON OF DIFFERENTIAL-PHASE METHOD AND METHOD OF DYNAMIC FOCUSING IN DEFINING OF ROUGHNESS PARAMETERS OF SURFACES

In this work you can find information about differential-phase method and method of autofocusing, which are used on differential-phase laser scanning profilograph-profilometer (DFLSPP) and microscope «MICROSCAN» correspondently. Also is considered experimental comparison of defining of 3D micro- and nano-geometrical surface conditions and standardized roughness parameters of surface with the help of those methods.

Almost all modern machines and mechanisms consist of friction nodes, which realize contact interaction of details with working surfaces in relative motion between each other. From tribology of boundary greasing it is known that there is great influence of surface roughness on tribological properties of rolling or sliding tribosystems. Due to this fact during production of details different quantitative methods for determination of roughness parameters are widely used (such as profilograph-profilometer CALIBR-201, “TEYLOR HOBSON”, “SURTRONIC-10”. Contact methods allow describing micro-geometrical surface structure only according to single profiles and they can't give information about volumetric surface condition, which is very important during friction in dependence of direction of exploitation and influence on wear resistance of tribosystem.

Nowadays contactless optical methods and equipment such as laser contactless differential-phase method and method of dynamic focusing (in DFLSPP of Ukrainian production and microscope «*µscan*» of German production correspondently) are used instead of contact, less informative and destroying methods. This new equipment and methods can give essentially new, qualitative and quantitative information about volumetric 3D micro- and nanometric geometrical surface condition. In this work are presented results of experimental investigations of rough surfaces done with a help of DFLSPP and «*µscan*».

Today for controlling of working surface roughness of details with friction nodes contact methods still are used. In contact method needle with a circular diameter 2...4 mkm slides on a surface of sample in a linear direction. This method can be used for determination of wear traces after tribotechnical tests.

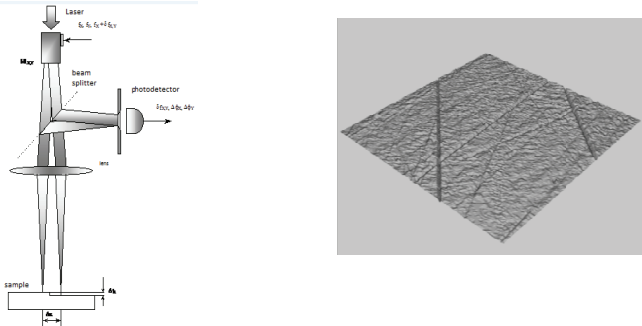
After experiments done on friction machine with a constant linear contact radial deviations are more then 1 micrometer, axial- 0,1 micrometer. That is why we can say that one of the main factors, which influence on results of tribological experiments of lubricating materials, is external structure of working surface of samples after friction.

But usage of contact method can provide us with necessary information about structure of surface, and can't give full information about surface, such as roughness in a direction of sliding. This information have influence on character and value of wear .

Moreover, equipment which is based on contact method can scan surface only in one linear direction. In such conditions it is very hard to make volumetric estimation of surface structure. Indentor (needle) which is used for estimation of friction surface have circular radius (approximately 2 micrometers). That is connected with technological features and design of equipment and sensitive elements, which realize this contact method. Because of that we have such consequences like that hardware can't fix geometrical character of surface if it has roughness less than diameter of needle. That is why only contactless optical method can provide us with full information about 3D volumetric surface structure.

DFLSPP of Ukrainian production was created for reception of true information about surface structure and reception of differential-phase picture. Principle of action of this equipment is based on acoustic-optical scanning of object with the help of laser beam, which is divided in two orthogonal directions in crystal of paratellurite. During scanning this beams are reflected from surface creating 3D differential-phase picture (pic. 1).

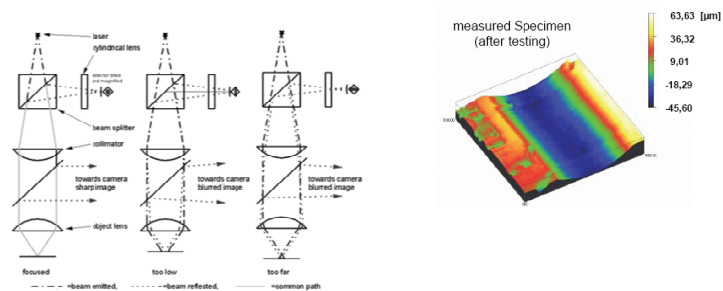
For investigation of phase changing from reflected light waves in surrounding is used differential-phase method. This method allows creating optical scheme tolerant to vibrations.



Pic.1. Laser contactless differential-phase method

Method is based on reception information about local difference of phases of two beams (basic and alarm), from which we can receive information about local curvature of wave front surface by scanning and integrating of defined values.

METHOD OF DYNAMIC FOCUSING Microscope μ scan of German production by firm NanoFocus was created for the same purposes as DFLSPP. But principle of action of this microscope is not the same. It has focusing sensor and movable lens, which provide auto-focusing by moving of lens along measurement scale (pic. 2).



Pic. 2. Method of dynamic focusing method

Investigated object moves under laser beam with the set speed and information about moving of movable lens in dependence of height of surface relief goes to computer. The more focused points we will have the better picture will be received. The maximal investigated area is $10 \times 10 \text{ cm}^2$.

Table 1

Technical characteristic of microscopes

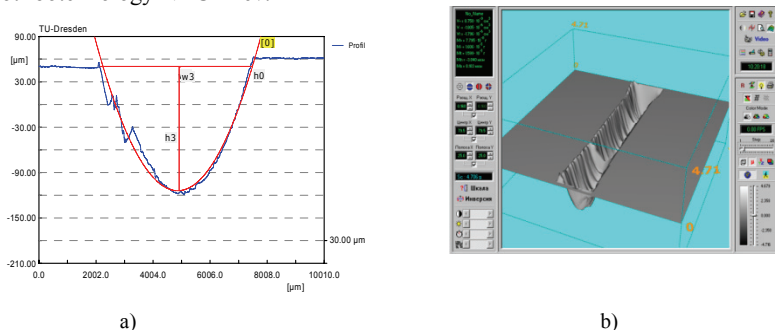
№	Technical parameters	Microscope			
		DFLSP		µscan	
		Type of objective lens			
		PLAN, F=6,3, A=0,65	PLAN, F=16, A=0,3	autofocus	
			AF2	AF5	
1	Max.scanning area, mm	2,5×2,5 0,8×0,8	5×5 3×3	100×100	
2	X, Y- resolution, mcm	0,8	0,6	1	1
3	Curvature of surface, degree/mcm	20	8	26	19
4	Reflection coefficient of the surface, %	≥50		0...100	
5	Height of measured step of relief, mcm	≤0,32		≤1500	
6	Resolution for relief, nm	≤10		≥25	
7	Type of scanning	Acousto-optical		mechanical	

Important peculiarity of DFLSP and microscope µscan is possibility to define and calculate volumetric structure of rough surfaces. Software of that equipment allows defining main roughness parameters of investigated surfaces of samples. Both microscopes have different methods of calculation, that is why they also have different technical characteristics. Thus on DFLSP can be calculated standardized roughness parameters of samples in a range 0,005...0,320 micrometers and on µscan in a range 0,025...1250 micrometers (Table 1). But on microscope µscan this calculated roughness parameters are also compared with international standards ISO, which can be chosen for different materials.

Also it has to be mentioned, that very important parameter during investigations of the sample is its reflection ability. For DFLSPP can be also investigated objects with reflection ability less than 50%, but in this case lenses on profilograph-profilometer should be changed.

Microscopes Nanofokus and LDFSP are used for definition size of deterioration of modeling bearings of sliding after friction in laboratory conditions.

In the pic. 3 are presented profile of trek after friction, received on a microscope Nanofokus in the laboratories of the Tribotechnics of ILK TU Dresden and 3D image of a trek after friction received on LDFSP in laboratories Nanotribotechnology NAU Kiev.



Pic. 3. Profile of trek after friction by NANOFOCUS (a) and 3D view of trek after friction by LDFSP (b)

Conclusion

Choosing equipment for estimation roughness parameters consumer need technical and economical comparison of this equipment to decide which one is better for purchase. Comparison of technical abilities had shown that differential-phase method has next advantages: is insensitive to vibrations; microscope can provide measurements of surface parameters to 1 nm on height of relief; investigated object is immovable; object with any size can be investigated.

But in this method we don't have autofocus and have not so big working range (height of relief can be measured in range 1...320 nm). Disadvantages of differential-phase method are realized in method of autofocus. And we can name its advantages: wide measurement range; autofocus; sample with surface with any reflection coefficient can be investigated.

In method of dynamic focusing we have next disadvantages: sensitivity on height of relief is smaller than in DFLSPP; mechanical scanning, which lead to vibrations and decrease sensitivity of microscope.

Comparison of all this advantages and disadvantages, general technical characteristics and price of this equipment show that such investigations are very important for consumers for making of an optimal choice of microscope for work in definite conditions.

*Д. А. Стельмах, К.К. Бадир, Т.Т.Ибраимов
(Национальный авиационный университет, Украина)*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛАСТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ И КОМПРЕССИОННО-ВАКУУМНОЙ ГИПОТЕЗ ТРЕНИЯ

Сравнение основных положений ЭГД-теории и компрессионно-вакуумной гипотезы трения указывает на существенные отличия представлений о физике процессов и явлений, протекающих в граничных слоях, что подтверждено экспериментально и свидетельствует о необходимости пересмотра ряда понятий и определений в трибологии.

Во второй половине XX века проводились исследования по поиску научно-обоснованных методов, позволяющих повысить несущую способность подшипника, в котором реализовывался эффект «масляного клина», используемого в гидродинамической теории смазки (ГДТС), где трибосистемы и теоретически и практически безызносны. В ходе этих работ было выдвинуто положение, основанное на учете упругих деформаций реальных конструкционных материалов, рассчитываемых по формулам Герца, что теоретически позволяло несколько увеличить осевые нагрузки в подшипниках, так как площадь контакта при этом увеличивалась. Контактнo-упруго- или эласто- гидродинамическая (ЭГД) теория трения А.И.Петрусевича, А.М.Эртеля, А.Н. Грубина и др., как и ГДТС предполагает работу ЭГД-трибосистемы при более высоких нагрузках теоретически безызносно. На основе совместного решения гидродинамической и упруго-деформационной задач взаимодействия среды и поверхностей трибо-контакта, с учетом протекающих в смазке реологических термодинамических процессов, получены зависимости для оценки силы трения и других параметров трибосистем. Однако на практике коэффициент трения реальных трибосистем на один два порядка больше расчетных, и его значение достигает 0,01-0,10, что характерно для следующего еще более нагруженного режима - трение в условиях граничной смазки. При этом рассчитанные по формулам ЭГДТС трибосистемы, хоть и с малой интенсивностью, но изнашивались, что поясняют пуско-остановочными циклами эксплуатации узлов, на которых, полагают, что трение протекает в условиях граничной смазки.

В соответствии с ЭГД-теорией возникающие гидродинамические давления, действуя на упругие трущиеся поверхности, вызывают их деформации. Величины деформаций определяются величинами и распределением давлений по поверхности, то есть эпюрой давления. Исходя из такого базового суждения, решались, и по сей день, решаются задачи, связанные с гидродинамикой движущейся жидкости, ограниченной двумя трущимися поверхностями. «При этом жидкость движется стесненно, толщина смазочного слоя весьма мала» [1]. То есть, проблему трибологии в рамках ЭГД решали, исходя из двух основных положений: жидкость в контакте трибосистемы находится под высоким давлением, а несущая

способность смазочных материалов определяется толщиной смазочного слоя в контакте. Классическая графическая интерпретация гидродинамического эффекта в радиальном подшипнике скольжения с ЭГД-контактом представлена на рис. 1, где эпюра давлений внутри смазочного слоя отождествляется с распределением контактных напряжений, возникающих в поверхностях шипа и подшипника. В рамках ЭГД-теории трение рассматривается, как сопротивление движению адсорбированных на движущихся поверхностях вала слоёв жидкой среды смазки, которые неподвижны относительно движущейся поверхности вала. Их движению препятствуют другие близлежащие молекулярные слои среды, которые вовлекаются в движение, передают импульс другим и так далее. По мере удаления от поверхности движение слоёв среды затухает, и на некотором удалении от перемещающейся поверхности среда будет находиться в объёмном состоянии относительного покоя.

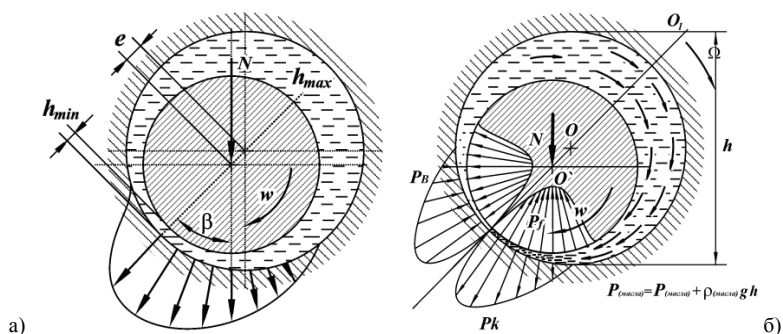


Рис. 1. Классическая схема возникновения давления в смазочном слое, в рамках ЭГД-теории смазки (а) и схема распределения давления в граничных слоях с позиций компрессионно-вакуумной гипотезы трения и изнашивания (б)

Главным критерием реализации гидродинамического и эластогидродинамического режимов трения является минимальная толщина смазочного слоя, которая, экспериментально в динамике определялась не прямыми измерениями, а косвенными. При этом давления, развиваемые в смазочных слоях смазки в процессе трения, прямыми измерениями не определялись, они отождествлялись с контактными напряжениями, рассчитываемыми по Г.Герцу.

В статических условиях сжатия конструкционные и смазочные материалы обладают гигантской упругостью (модуль упругости конструкционных сталей - 212000 МПа) и прочностью (смазочный слой не теряет несущую способность до максимальных герцевских напряжений 3000 МПа, [1]), а экстремальными условиями работы трибосистем из этих материалов считаются: при трении качении 500 МПа и 40 МПа - при скольжении. То есть, конструкционный материал способен выдерживать нагрузки при сжатии на 2-3 порядка выше расчетных, при которых эксплуатируются детали узлов трения,

смазочный слой обладает ещё большей прочностью, а при трении он разрушается и происходит изнашивание поверхностей. Следовательно, в контакте происходят физические процессы, разрушающие адсорбированные мономолекулярные граничные слои смазки. Обращает на себя внимание тот факт, что путем измерения толщины смазочного слоя судят о давлении, возникающем в нем при трении. Как показали прямые измерения давления в граничных слоях ЭГД-контакта, в них возникает характерное конфузорное сжатие и диффузорное разрежение, что легло в основу компрессионно-вакуумной гипотезы трения [2], основные положения которой не согласуются с ЭГД-теорией (табл. 1).

Таблица 1.

Сравнение основных положений эластогидродинамической и компрессионно-вакуумной гипотез трения

№ пп	Положения эластогидродинамической теории смазки	Положения компрессионно-вакуумной гипотезы трения
1	Ресурс областей ЭГД-контакта определяется предельно допустимой толщиной смазочного слоя, которая должна превышать сумму высот микронеровностей контактирующих поверхностей.	Толщина смазочного слоя в ЭГД-контакте не отражает его трибологические свойства, так как в диффузорных областях даже при малых скоростях скольжения происходит разрежение смазочной среды, что приводит к ее фазовому переходу из жидкого в масловоздушное состояние.
2	Считается, что смазочная пленка в контакте, образованная жидкой средой, является однофазной ньютоновской жидкостью на протяжении всего контакта.	Смазочная пленка в ЭГД-контакте, в его диффузорной области, не является однофазной ньютоновской средой, а представляет собой масло-воздушную субстанцию (два граничных слоя трущихся поверхностей с паровоздушным вакуумированным пространством между ними).
3	Пленка смазки в ЭГД-контакте практически параллельна в его центральной части и сужается в районе выхода движущейся поверхности из него.	Пленка ЭГД-контакта, образованного криволинейными поверхностями при сжатии, не параллельна в его центральной части, а является адекватным отражением гуконской упругой деформации граничных слоев.
4	Напряжения в поверхностях ЭГД-контакта, рассчитываемые по Г.Герцу, равны давлению в смазочном слое при трении.	Давление в смазочном слое в конфузорной области контакта увеличивается, а в диффузорной – уменьшаются относительно давления окружающей среды и не равны контактными напряжениям.
5	Контактные напряжения в поверхностях соответствуют расчетным значениям по Г.Герцу и отмечается наличие второго максимума давления (так называемый пик Петрусевича) в области выхода подвижного элемента	Так как давление в смазочном слое не тождественно поверхностным контактным напряжениям, определяемым по Г.Герцу, то «контактные напряжения», «давление в смазочном слое» и «давления на трущихся поверхностях»

	трибосистемы из ЭГД-контакта.	являются разными параметрами.
6	Считается, что толщина слоя смазочного материала в ЭГД-контакте, как определяющий критерий работоспособности узлов трения, находится в диапазоне 0,1...1 мкм при герцевском давлении 1 ГПа, а время прохождения смазки через контакт составляет 10^{-3} ... 10^{-5} с.	В рамках компрессионно-вакуумной гипотезы трения смазочная среда через ЭГД-контакт поступает из конфузорной в диффузорную область ровно в том количестве, сколько его находится в минимальном зазоре, в том числе и в упруго-напряженном состоянии сжатия.

Экспериментально доказано [2], что при трении в смазочном слое относительно его минимального зазора самопроизвольно возникает сжатие смазочных слоев в конфузорной и их растяжение – в диффузорной областях ЭГД-контакта. Таким образом, давление в смазочном слое не тождественно поверхностным контактным напряжениям, определяемым по Г.Герцу (рис. 1, б). Это значит, что понятия «контактные напряжения», «давление в смазочном слое» и «давления на трущихся поверхностях» нуждаются в коррекции в соответствии с экспериментальными данными, положенными в основу компрессионно-вакуумной гипотезы трения и трибокавитационного механизма изнашивания.

Выводы

Таким образом, в ЭГД-контакте одновременно возникает две области давлений около зоны с минимальной толщиной смазочного слоя: повышенного – в зоне сужающегося контакта до минимальной толщины смазки, и разрежения – в зоне расширяющегося зазора. Эти давления порождают соответствующие силы, действующие на вал в зоне минимальной толщины смазочного слоя, которые направлены в сторону скольжения и таким образом создают не только так называемая гидродинамическая подъёмная сила, приподнимающая вал (рис. 1, а) в конфузорном канале смазки, но и ещё одна сила всасывающая вал разреженной средой в диффузорном канале радиального подшипника скольжения (рис. 1, б).

Сравнение основных положений ЭГД-теории и компрессионно - вакуумной гипотезы трения указывает на существенные отличия представлений о физике процессов и явлений, протекающих в граничных слоях, что подтверждено экспериментально и свидетельствует о необходимости пересмотра ряда понятий и определений в трибологии.

Список литературы

1. Коднир Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин М.: Машиностроение, 1976. – 304 с.
2. Стельмах А.У. Возникновение контактных струйных течений в условиях граничной смазки и механизм их образования. Нац. авиац. ун-т. – Киев, 2009.– Рус. Деп. В ГНТБ Украины 14.04.09, №20 – Ук 2009. – 43 с.

*В.Н. Шмаров, д.т.н., проф.,
Р.Е. Костюник, к.т.н.
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ ГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ

Рассматривается программно-аппаратный комплекс сбора, обработки и анализа данных лабораторных исследований процессов трения деталей механизмов для оценки их эксплуатационных свойств и повышения ресурса техники.

В классической трибологии для исследований и моделирования трения скольжения широко используется модель трибоконтакта радиального подшипника скольжения, в котором при трении скольжения вала в определенном направлении присутствуют три характерные области относительно минимального зазора в контакте. В области входа вала в зону контакта по направлению скольжения зазор между валом и подшипником является сужающимся (конфузорным). Вторая область расположена вблизи минимального зазора и максимальных контактных напряжений. Прохождение вала с граничными слоями смазки через эту область образует расширяющийся (диффузорный) зазор по направлению вращения вала.

Экспериментально установлено [1], что при перемещении поверхности вала в конфузорной области, кроме набегающего потока граничных слоев, возникают вторичные течения смазочной среды, обратные направлению вращения вала. В диффузорной, расширяющейся области, при определенных скоростях возникает маслопаровоздушная фаза смазки и вторичные течения из среды в контакт. Экспериментально установлены закономерности распределения давления в смазочном слое P_m : в конфузорной области повышение, а в диффузорной – понижение относительно давления окружающей среды (рис. 1).

Для количественной оценки распределения давления в граничных слоях в контактной и околоконтактной области разработаны лабораторные установки АСБ-01 и АСБ-02 [2] с оптически-прозрачным линейным контактом и приемным устройством для измерения локального давления на рабочей поверхности трения (рис. 2). Путем механического ручного сканирования приемным устройством перпендикулярно контакту измерялись локальные давления в граничных слоях при трении скольжения в динамике, в различных смазочных средах, при различных осевых нагрузках, а также с определенным зазором между поверхностью модельного вала и поверхностью плоского не – подвижного прозрачного модельного подшипника.

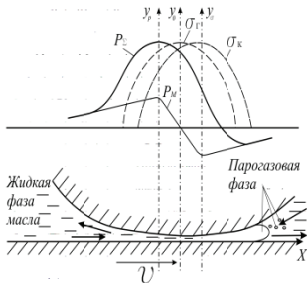


Рис. 1. Схема контактно-гидродинамических процессов в граничных слоях смазки

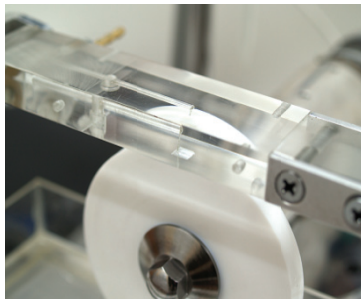


Рис. 2. Внешний вид линейного контакта с приемным устройством давления на рабочей поверхности оптически прозрачного модельного подшипника скольжения

На рис. 3. показано распределение измеренного локального давления P в граничных слоях масла в процессе трения скольжения при вариации скорости. В ходе таких исследований при фиксированных значениях скорости и нагрузки только одного типа масла получен массив данных (около 1200 значений), которые вносились в рабочие журналы вручную. Предстоящие исследования требуют автоматизации экспериментов и специальной программы обработки данных на компьютере. Поэтому проблема автоматизации такого рода трибологических экспериментальных исследований является актуальной, и авторами было принято решение разработать, изготовить и отладить программно-аппаратные модули с соответствующей модернизацией электронно-механических блоков базового прибора АСБ-02 (рис. 4) собственными силами сотрудников лаборатории нанотриботехнологий НИЧ НАУ.

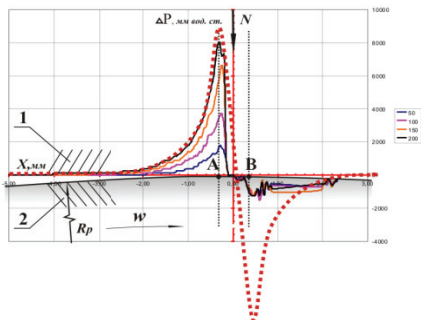


Рис. 3. Распределение давления P в граничных слоях масла в процессе трения скольжения при различных скоростях

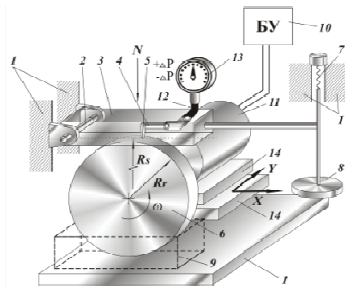


Рис. 4. Схема базовой модели лабораторного прибора трения АСБ-02

Использование унифицированных аппаратных и программных модулей систем [3,4] в машине трения АСБ-02 с дополнительными программными

модулями математической обработки экспериментальных данных и формирования алгоритма управления позволило за короткое время и с минимальными финансовыми и материальными затратами спроектировать и создать относительно простую автоматизированную систему для исследования характеристик компрессионно-вакуумных процессов трения скольжения.

В состав автоматизированной системы (рис. 5) входит прибор АСБ-02, блок обработки входных и формирования выходных сигналов БУ, персональный компьютер ПК со специализированным программным обеспечением. Обмен данными между блоком и персональным компьютером осуществляется по последовательному интерфейсу.

Модернизация прибора АСБ-02 заключалась в установке дополнительных электронных датчиков давления ДД и разрежения ДР для измерения соответствующих параметров в зоне контакта модельного вала с поверхностью плоского неподвижного прозрачного модельного подшипника, оптического датчика частоты оборотов вала ДЧВ и датчика определения потребления тока ДТ основного двигателя АД, доработке механизма позиционирования на базе шагового двигателя ШД. Разработанные схемы модуля измерения напряжения ДН и потребления тока ДТ позволяют получать исходные данные для расчета мощности потерь АД в процессе трения скольжения при фиксированной частоте вращения и различных нагрузках.

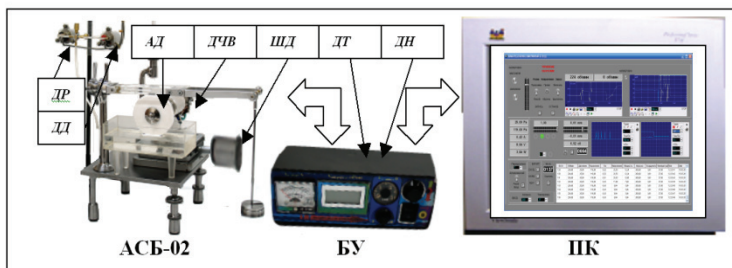


Рис. 5. Структура автоматизированной измерительно-испытательной системы: АСБ-02 – лабораторная установка для измерения компрессионно-вакуумных процессов; БУ – блок управления; ПК – персональный компьютер; АД – асинхронный двигатель; ШД – шаговый двигатель; ДР – датчик разрежения; ДД – датчик давления; ДЧВ – датчик частоты вращения; ДТ – датчик тока; ДН – схема измерения напряжения

Блок управления БУ выполняет следующие функции:

- обработку сигналов датчиков ДР, ДД, ДЧВ, ДТ, ДН;
- формирование и передачу массива данных в ПК;
- прием данных из ПК для формирования сигналов управления АД, и ШД.

Программное обеспечение выполняет функции формирования алгоритма управления исполнительными устройствами, отображение в цифровом или в графическом виде рабочих параметров и режимов лабораторной установки АСБ-02.

Управление скоростью позиционно-сканирующего механизма при исследовании процесса трения скольжения автоматизировано. Предусмотрено ручное юстирование зоны контакта.

Частота вращения основного двигателя автоматически поддерживается на заданном значении независимо от осевой нагрузки и скорости сканирования.

Выводы

Использование базовых аппаратных и программных модулей систем [3,4] с разработанными программными модулями математической обработки экспериментальных данных и формирования алгоритма управления позволило за короткое время и с минимальными финансовыми и аппаратными затратами спроектировать и создать эффективную автоматизированную измерительно-испытательную систему определения компрессионно-вакуумных составляющих процессов трения скольжения.

Разработанная и внедренная система значительно повысила производительность экспериментальных исследований трибологических свойств смазочных материалов, исключая влияние человеческого фактора (субъективное принятие решений оператором).

Графический интерфейс программного обеспечения позволяет формировать алгоритмы управления, визуальное наблюдение в реальном времени необходимых графических зависимостей.

Управляющий позиционно-сканирующий механизм обеспечивает равномерность износа деталей при трении, что повышает достоверность результатов исследований.

Список литературы

1. Стельмах А.У Возникновение контактных струйных течений в условиях граничной смазки и механизм их образования. –Деп. ГНТБ Украины 14.04.09, №20 – Ук2009. – 43с.
2. Положительное решение №1514/ЗУ/11 от 14.01.2011 о выдаче декларационного патента на полезную модель «Прибор определения трибологических характеристик трения скольжения в условиях граничной смазки» авторов Стельмах А.У., Бондарь В.С. и др.
3. Шмаров В.Н., Стельмах О.В. Система активного контроля параметров энергосиловых установок. В сб. «Технологический системъ», №4, Киев, 2008.- С.17-20.
4. Шмаров В.М., Стельмах О.В. Апаратно-програмна інформаційно-вимірювальна система. В сб. «Технологический системъ», №1, Киев, 2010.- С.88-90.

*В.Н. Шмаров, д.т.н., проф., А. В. Стельмах
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫМИ ИСПЫТАНИЯМИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Рассматривается реализация универсального программно-аппаратного комплекса контроля и управления двигателем внутреннего сгорания, обеспечивающая сбор, обработку и создание базы данных информационных параметров.

После изготовления или капитального ремонта двигатель внутреннего сгорания (ДВС) подвергается обкатке (приработке) и приемо-сдаточным стендовым испытаниям по индивидуальным программам. Обкатка, как завершающая технологическая операция производства двигателя, рассматривается как один из этапов его жизненного цикла, определяющего долговечность деталей и его надежную работу.

В процессе испытаний определяют тягово-динамические, экономические, экологические и другие показатели двигателя, контролируют их соответствие стандартам и техническим условиям.

В настоящее время находящиеся в эксплуатации на отечественных авторемонтных предприятиях обкаточно-тормозные стенды имеют устаревшую элементную базу, не позволяющую автоматизировать приемо-сдаточные испытания ДВС.

Основу современных систем автоматического управления и контроля составляют модули программируемых контроллеров ведущих фирм мира (Advantech, Action Instruments, Control Microsystems, National Instruments и др.) Такие контроллеры имеют открытую архитектуру, большую номенклатуру интеллектуальных модулей ввода-вывода, каналы связи с интерфейсами RS-232, RS-485, Ethernet, встроенные функции архивации и другие возможности.

Используя технологии современных SCADA-систем (системами автоматического проектирования), таких как LabView, Trace Mode 5, Genesis32, InTouch7.1, Citect, iFix, на базе программируемых контроллеров создают информационно-измерительные системы, системы диагностирования, идентификации, АСУ ТП промышленных предприятий [1] и т.д.

Создание системы на основе указанных модулей экономически не целесообразно, так как требует значительных финансовых и материальных затрат.

Основная задача управления приемо-сдаточными испытаниями ДВС возлагается на использование аппаратно-программных измерительно-управляющих систем авторских разработок, в которых значительная часть процедур автоматизации выполняется программным путем. Такие системы

позволяют оптимизировать процессы управления и являются основой построения интеллектуализированных систем.

Программно-аппаратный комплекс разработан на базе персонального компьютера (ПК). Аппаратная часть системы рассматривается как спецпроцессор по отношению к центральному процессору, соединенных одним из стандартных интерфейсов.

На первом этапе для решения локальной организации автоматизированной системы на основе микроконтролера ATmega 128 фирмы. Atmel [2...4] был разработан базовый модуль первичного сбора, обработки и передачи информации, максимально приближенный к функциональным возможностям программирующих контроллеров ведущих производителей мира. Большинство периферийных схем, встроенных непосредственно на кристалле микроконтроллера базового модуля, позволяют управлять и отслеживать процесс приемо-сдаточных испытаний ДВС при минимальном количестве дополнительных узлов.

В модуле реализованный восьмиканальный 10-разрядный АЦП для обработки входных аналоговых сигналов, на таймерах/счетчиках реализована обработка частотных сигналов. Модуль позволяет обрабатывать/формировать до 32-х дискретных входных/выходных сигналов согласно алгоритмам, запрограммированным в микроконтроллере.



Рис. 1. Внешний вид блока индикации параметров ДВС

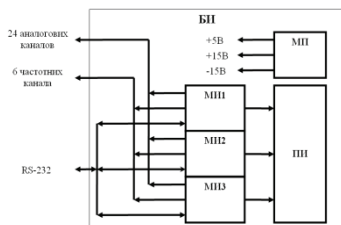


Рис. 2. Структурная схема блока индикации параметров ДВС

Программирование и отладку алгоритмов модуля осуществляют через технологический канал JTAG. Модуль позволяет организовать синхронный интерфейс SPI, интерфейс I2C, а также возможна передача данных и получения инструкций управления от внешних устройств по последовательному RS-232 каналу.

На основе разработанного модуля изготовлен блок индикации (рис. 1) параметров ДВС при стендовых испытаниях ДВС [5].

В состав блока (рис. 2) входят 3 модуля сбора информации (МИ1...МИ3), модуль питания (МП) и плата индикации (ПИ).

Блок обрабатывает аналоговые и частотные сигналы датчиков системы охлаждения, системы смазки, топливной системы, температуры выхлопных газов, электрические параметры электрогенератора, климатические параметры

окружающей среды, механические параметры (частота вращения коленвала, крутящий момент).

Математический аппарат микроконтроллеров производит вычисление расчетных параметров двигателя, таких как:

- перепад давления, температур между левым и правым блоками системы смазки;
- перепад температур между левым и правым блоками, входом и выходом системы охлаждения;
- перепад температур выхлопных газов между левым и правым блоками;
- неравномерность вращения коленчатого вала;
- удельный расход масла, топлива, расчет максимальной мощности.

Измерительные и расчетные показатели выводятся на панель индикации (ПИ).

Вычислительная среда блока организована по принципу параллельных вычислений. В модулях сосредоточено выполнение того или другого типа задач. Обмен информацией между модулями организован по интерфейсу I2C. Параметры, которые используются или получены при решении одних задач, могут быть переданы в другие модули в виде, не требующем повторной обработки данных.

Такая система информационных связей обеспечивает возможность функционально расширить перечень решаемых задач, аппаратно добавляя модули, дополняя информационную базу.

С использованием интерфейса RS-232 в разработанном блоке, возможна передача данных во внешние устройства.

Разработанное программное обеспечение персонального компьютера с блоком индикации параметров двигателя (рис. 3) позволяет создать аппаратно-программную измерительную систему контроля приемо-сдаточными испытаниями ДВС [6].



Рис. 3. Аппаратно - программная информационно-измерительная система

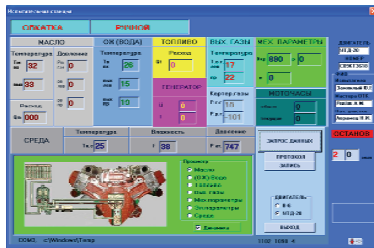


Рис. 4. Графический интерфейс ПО информационно-измерительной системы

На рис. 4 изображен внешний вид графического интерфейса программного обеспечения.

Разработанные подпрограммы условно объединяются в следующие

Группы подпрограмм: обработки, регистрации и визуализации параметров двигателя; оформления технической документации проведенных испытаний.

Программный модуль запоминающего осциллографа-регистратора позволяет визуально наблюдать изменение параметров двигателя при различных режимах работы (диапазон запоминания параметров от 0,01 с до 16 часов непрерывной работы). Группа подпрограмм оформления технической документации двигателя обеспечивает автоматическое оформление по избранному шаблону технологического паспорта двигателя, протоколов испытаний и др. К этой группе отнесены подпрограммы экспорта и импорта контролируемых параметров двигателя в программу Microsoft Office. Модернизируя информационно-измерительную систему введением программно-аппаратных модулей, которые формируют управляющие сигналы, создано аппаратно-программное обеспечение контроля и управления приемо-сдаточными испытаниями ДВС.

После ввода алгоритмов процесса и запуска приемо-сдаточных испытаний комплекс обеспечивает автоматический контроль и управление частотой оборотов коленвала ДВС и работой нагрузочного стенда. Согласно алгоритма приемо-сдаточных испытаний изменение режимов происходит через заданные интервалы времени и автоматически создается массив измеряемых и расчетных параметров ДВС в виде базы данных.

Выводы

Разработанное и созданное аппаратно-программное обеспечение позволило оптимизировать приемо-сдаточные испытания ДВС на одном из заводов бронетанковой техники и может быть адаптировано к испытаниям различных типов ДВС.

Аппаратные и программные модули комплекса могут быть использованы для создания автоматизированных систем регистрации и обработки большого количества параметров, характеризующих состояние объектов управления или исследования сложных электромеханических систем.

Список литературы

1. www.adastra.ru.
2. www.atmel.ru.
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы ATMEL.- Москва: Додэка – XXI. – 2005.
4. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. -Москва: Додэка – XXI. – 2006.
5. Шмаров В.Н., Стельмах А.В. Система активного контроля параметров энергосиловых установок. В сб. «Технологический системы», №4, Киев, 2008.- С.17-20.
6. Шмаров В.Н., Стельмах О.В. Апаратно-програмна інформаційно-вимірювальна система. В сб. «Технологический системы», №1, Киев, 2010.- С.88-90.

*А.В. Стельмах, Д.Д. Хуссейн
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Представлен программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку и анализ результатов лабораторных испытаний товарных горюче-смазочных материалов для оценки их эксплуатационных свойств и создание базы данных.

Применение новейших технологий при разработке горюче-смазочных материалов (ГСМ) приводит к значительному уменьшению износа деталей трибосистем с увеличением контактных нагрузок и нуждается в выполнении большого объема трибологических испытаний [1]. Для уменьшения погрешности испытаний и корректной оценки эффективности ГСМ необходима надежная, высокоточная контрольно-измерительная аппаратура, а также обеспечение высокой воспроизводимости условий их проведения [2]. Соответственно разработка новых средств и методов для повышения достоверности результатов трибоиспытаний актуальна как в научных, так и в прикладных аспектах.

Современный этап развития науки характеризуется переходом на качественно новый уровень исследований, который определяется широким использованием средств и методов сбора, анализа, обработки и передачи информации, а также формирования баз данных. Применение такого подхода освобождает исследователя от рутинной работы при поиске информации для решения поставленных задач [3, 4].

В настоящее время время при разработке и проектировании автоматизированных систем используют модули программированных контроллеров ведущих производителей, таких как: Advantech, Action Instruments, Control Microsystems, National Instruments и других. Программируемые контроллеры имеют открытую архитектуру, широкую номенклатуру интеллектуальных модулей ввода/вывода, каналы связи с интерфейсами RS-232, RS-485, Ethernet, встроенные функции архивации. Современные контроллеры значительно расширяют возможности систем автоматизированного управления, так как могут обеспечить реализацию практически всех необходимых функций: сбора, обработки, хранения информации, контроля и управления технологическими процессами, индикации значений параметров, предупредительной и аварийной сигнализации и т.п.

Центральным элементом информационно-управляющей системы стает программное обеспечение, которое позволяет оперативно формировать разнообразные алгоритмы управления исполнительными устройствами и модулями сбора информации. На основе технологии SCADA-систем, таких как LabViem, Trace Mode 5, Genesis32, InTouch7.1, Citect, iFix создают

информационно-измерительные системы, системы диагностирования, идентификации, автоматические системы управления и др.

Несмотря на всю универсальность SCADA-систем использование программируемых контроллеров ведущих фирм экономически нецелесообразно. Так, при исследовании физических, химических и других свойств конструкционных и горюче-смазочных материалов в ходе разработки и применения новых методик испытаний в научно-исследовательских лабораториях возникает необходимость автоматизации испытательной системы для корректной оценки триботехнических свойств материалов путем контроля и управления режимами с использованием методов математического моделирования на основе ряда исходных параметров.

В состав программно-аппаратного комплекса входят (рис. 1):

- машина трения АСК-01 [5], в которую интегрированы датчики, модули первичной обработки информации, построенные по известному принципу работы и на основе аппаратных и программных модулей системы активного контроля параметров энергосиловых установок и аппаратно-программной информационно-измерительной системы [6], исполнительные устройства, модули формирования сигналов для их управления;

- персональный компьютер со специализированным пакетом программ обработки, хранения, изменения и поиска экспериментально полученных данных, характеризующих эксплуатационные свойства тех или других ГСМ.

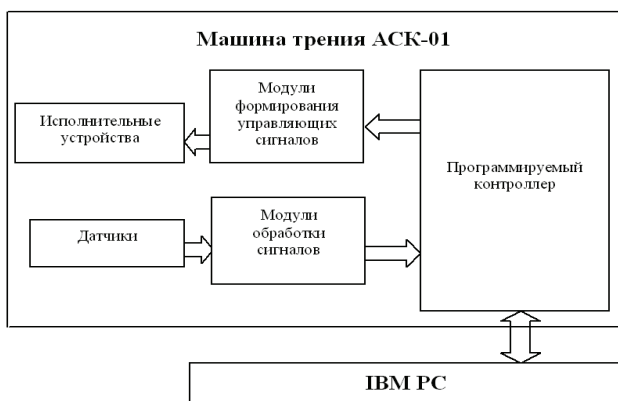


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Специализированный программный пакет обеспечивает:

- управление исполнительными устройствами в ручном или в автоматическом режимах;
- обработку и визуальное отображение информации о процессах, протекающих при трении скольжения в испытуемом ГСМ;

- сохранение измерительной информации в электронном виде, создание базы данных, документальное оформление протоколов проведенных испытаний смазок.

В данном комплексе реализуются следующие возможности программного обеспечения (рис. 2):

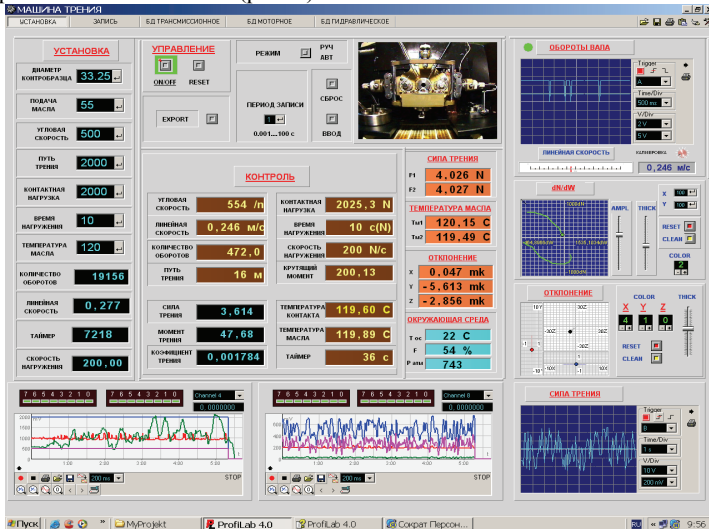


Рис. 2. Внешний вид графического интерфейса программы

1. Управление, контроль и отображение рабочих параметров и режимов машины трения АСК-01: механические (частота оборотов вала, путь трения, скорость подачи испытуемого ГСМ, количество оборотов, контактные нагрузки, скорость нагрузки); системы охлаждения и нагрева ГСМ.

2. Отображение экспериментально определяемых и расчетных характеристик, а также параметров испытания ГСМ: температура ГСМ на входе и выходе из контакта; сила трения, коэффициент трения и крутящий момент; радиально-осевое отклонение рабочей поверхности контрообразца; параметры окружающей среды.

Графический интерфейс в совокупности с программными модулями математической обработки экспериментальных данных позволяют создать наглядную, удобную и относительно простую систему управления режимами трения скольжения и регистрации триботехнических параметров. Интерфейс программы обеспечивает возможность визуально наблюдать в реальном времени основные графические зависимости, в том числе силы трения, углы абсолютного отклонения контрообразца относительно трехкоординатных осей, нагрузочные и скоростные характеристики. Специализированные подпрограммы, отвечающие за проведение лабораторных испытаний в соответствии с предварительно разработанной и апробированной экспресс-методикой, дают возможность производить сравнительную оценку

противоизносных и антифрикционных свойств ГСМ с учетом параметров шероховатости поверхностей трения.

Программно-аппаратный комплекс управления и контроля процесса трибологических испытаний позволяет воспроизводить с высокой точностью процесс испытаний, а также возможность формировать электронный массив данных триботехнических характеристик ГСМ и присадок к ним, что является предметом интереса предприятий разработчиков, производителей и потребителей товарных смазочных материалов.

Выводы

Разработанный программно-аппаратный комплекс управления и контроля процесса трибологических испытаний в совокупности с лазерным сканирующим дифференциально-фазовым микроскопом-профилометром ЛДФСМП, растровым электронным микроскопом РЭМ-106И, а также многоступенчатыми методиками лабораторных испытаний обеспечивают формирование электронной базы данных триботехнических характеристик горюче-смазочных материалов и присадок к ним, что является предметом особого внимания предприятий, разработчиков, производителей и потребителей товарных смазочных материалов.

Список литературы

1. Виппер А.Б., Виленкин А.В., Гейснер Д.А. Зарубежные масла и присадки. - М.: Химия, 1981. - 192 с.
2. Костюник Р. Е. Информационно-испытательная трибологическая система со стабилизированными контактными напряжениями: Дис... канд. техн. наук: 05.02.04 / Национальный авиационный ун-т. - К., 2006. - 161л. : рис. - Библиогр.: л. 132-143.
3. Голего Н. Л., Будя А. П., Коценко А.В., Натансон М.Е. Особенности построения и реализации банка данных из трибологии// Проблемы трения и изнашивания. - 1989, вып. 36.
4. Захаров З. М. Задача компьютерной трибологии// Трение и износ. - 2002, том 23, № 3.
5. Аксенов А.Ф., Стельмах А.У., Корбут Е.В., Костюник Р.Е., Сидоренко О.Ю., Шимчук С.П., Кушев А.В. Патент на полезную модель №38141 «Прибор для сравнительной оценки противоизносных и антифрикционных свойств элементов трибосистем». Зарегистрировано в Государственном реестре патентов Украины на полезные модели 25.12.2008. Бюл. №24.
6. Шмаров В.Н., Стельмах А.В. Система активного контроля параметров энергосиловых установок. В сб. «Технологический системъ», №4, Киев, 2008.- С.17-20.

Д.Д. Хуссейн, О.А. Софронов
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)

ВЛИЯНИЕ АГРЕГАТНОГО И ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ СМАЗКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРИБОСИСТЕМ

Кавитационные явления в диффузорных областях контактов и барботажи при определенных условиях (скорость скольжения, нагрузка) приводят к возникновению маслявоздушной смеси, что влияет на эффективность трибосистем и следует учитывать при оценке качества смазочных материалов.

Исследования подтвердили важность и перспективность учета упругости материалов, что привело к развитию эластогидродинамической теории (ЭГДТ) трения, когда высокие давления в масляном клине вызывают упругую деформацию контактирующих тел, в результате чего величина зазора между деталями возрастает (рис. 1).

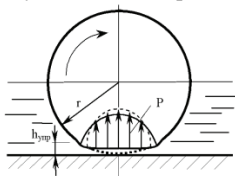


Рис. 1. Схема эластогидродинамического эффекта в подшипнике скольжения

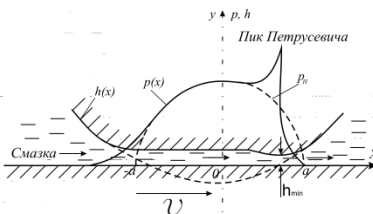


Рис. 2. Характерные признаки ЭГД-контакта [1]

Самую распространённую и теоретически обоснованную эластогидродинамическую (ЭГД) теорию смазки представляют с помощью классической схемы ЭГД-контакта (рис.2). Неподвижная плоская поверхность при сжатии и без перемещения с неподвижной поверхностью h_x реализует контакт протяженностью $[-aOa]$. Под действием сил сжатия без трения в поверхностях возникают контактные напряжения p_n , а при движении со скоростью V давление в граничном слое p_x отождествляется с контактными напряжениями, где выделяется наличие пика Петрусевича в области выхода движущейся поверхности из контакта, где толщина смазочного слоя h_{min} минимальна.

ЭГД-теория построена на следующих основных положениях.

1. Ресурс областей ЭГД-контакта определяется предельно допустимой толщиной смазочного слоя, которая должна превышать сумму высот микронеровностей контактирующих поверхностей.

2. Считается, что смазочная пленка в контакте, образованная жидкой средой, является однофазной ньютоновской жидкостью на протяжении всего контакта.

3. Пленка смазки в ЭГД-контакте практически параллельна в его центральной части и сужается в районе выхода движущейся поверхности из него.

4. Напряжения в поверхностях ЭГД-контакта отождествляются с давлением в смазочном слое.

5. Контактные напряжения в поверхностях соответствуют расчетным значениям по Г.Герцу и отмечается наличие второго максимума давления (так называемый пик Петрусевича) в области выхода подвижного элемента трибосистемы из ЭГД-контакта.

6. Считается, что толщина слоя смазочного материала в ЭГД-контакте, как определяющий критерий работоспособности узлов трения, находится в диапазоне $0,1 \dots 1$ мкм при герцевском давлении 1 ГПа, а время прохождения смазки через контакт составляет $10^{-3} \dots 10^{-5}$ с.

Из базовых положений ЭГД-теории смазки следует, что для повышения ресурса трибосистем необходимо реализовывать обильное смазывание контакта и избегать возможности возникновения условий масляного голодания. Теоретически трение ЭГД-контакта является безыносным, однако реальная эксплуатация трибосистем качения и скольжения показала, что все они изнашиваются, что объясняют неустойчивостью режима трения на пусковых режимах. В ряде случаев обильное смазывание ЭГД-контакта приводит к увеличению интенсивности изнашивания и выкрашивания поверхностей или к термическому разрушению. Увеличение расхода смазочного материала для обеспечения более интенсивного теплоотвода от ЭГД-контакта оказалось малоэффективным способом и, как показала практика, является причиной дополнительного теплообразования.

Экспериментальные данные, полученные в лаборатории нанотриботехнологий НИЧ НАУ, легли в основу компрессионно-вакуумной гипотезы о природе трения и трибокавитационном механизме изнашивания. Основным положением этой гипотезы является самопроизвольное возникновение относительно минимального зазора каждого элементарного трибоконтакта двух характерных областей. В области уменьшения зазора по направлению скольжения и/или качения, т.е. конфузорной, происходит повышение давления в граничных слоях смазки и возникновение вторичного течения, противоположного направлению движения. В этой области при высоких скоростях трение происходит между набегающими с движущейся поверхности слоями граничной смазки и слоями вторичного обратного течения, вызванного градиентом давлений в сужающейся зоне трибоконтакта.

В диффузорной области увеличения зазора по направлению качения и/или скольжения, происходит разрежение граничных слоев и уменьшение давления в них относительно давления окружающей среды до значений, равных и меньших давления насыщенного пара смазочной среды. Здесь возникает вторичное течение, направленное из окружающей среды в контакт и против движения. Эти течения также вызваны градиентом давлений, но отрицательным в направлении движения. При этом в диффузорных областях ЭГД-контактов, особенно при высоких скоростях (больше $0,1$ м/с), происходит

нарушение однородности смазочного слоя с образованием маслопаровоздушных полостей пузырьковой кавитации, которая характеризуется самопроизвольным возникновением паровоздушных пузырьков и их схлопыванием у поверхности трения, что также приводит к её нагреву.

В отличие от ЭГД-теории, компрессионно-вакуумная гипотеза трения основана на принципиально новых положениях:

1. Толщина смазочного слоя в ЭГД-контакте не отражает его трибологические свойства, так как в диффузорных областях даже при малых скоростях скольжения происходит разрежение смазочной среды, что приводит к ее фазовому переходу из жидкого в масловоздушное состояние. Следовательно, о какой-либо, в том числе минимальной толщине субстанции неопределенного масла - паровоздушного агрегатного состояния говорить не приходится. Поэтому минимально допустимая толщина смазочного слоя не может служить однозначным критерием ресурса трибосистем с ЭГД-контактом.

2. Смазочная пленка в ЭГД-контакте, а именно в его диффузорной области, не является однофазной ньютоновской средой, а представляет собой масловоздушную два граничных слоя трущихся поверхностей с паровоздушным вакуумированным пространством между ними.

3. Пленка ЭГД-контакта, образованного криволинейными поверхностями при трении, не параллельна в его центральной части, а является адекватным отражением распределения герцевских контактных напряжений, под действием которых она упруго деформируется. То есть, минимальная толщина слоя в статических условиях сжатия будет находиться в области максимальных контактных напряжений.

4. Экспериментально наблюдаемая в области выхода поверхности трения из контакта минимальная толщина смазочного слоя и отмечаемый в соответствии с ЭГД-теорией пик контактных напряжений Петрусевича вызваны вакуумированием смазочного слоя в диффузорной области контакта.

5. В процессе трения в смазочном слое относительно его минимального зазора самопроизвольно возникает сжатие смазочных слоев в конфузорной и их растяжение – в диффузорной областях ЭГД-контакта. Таким образом, давление в смазочном слое не тождественно поверхностным контактным напряжениям, определяемым по Г.Герцу. Это значит, что понятия «контактные напряжения», «давление в смазочном слое» и «давления на трущихся поверхностях» необходимо скорректировать в соответствии с экспериментальными данными, положенными в основу компрессионно-вакуумной гипотезы трения и трибокавитационного механизма изнашивания.

6. В отличие от ЭГД-теории, в рамках компрессионно-вакуумной гипотезы трения через ЭГД-контакт смазочная среда поступает из конфузорной в диффузорную область ровно в том количестве, сколько его находится в минимальном зазоре, в том числе и в упруго-напряженном состоянии сжатия, что не противоречит закону сохранения количества вещества.

Для проверки эффективности использования масловоздушной смеси в трибосистеме скольжения был проведен ряд экспериментов на лабораторных машинах трения АСБ-01 и АСБ-02 [10], где в качестве рабочей среды использовались моторные масла МС-20 и ИПМ-10. Применение паровоздушной масляной суспензии, по сравнению с ее жидким однофазным состоянием, приводило к существенному (на 20-30%) уменьшению сил трения и на 5...7 °С снижению температуры нагрева среды при прочих равных условиях трения (нагрузка, скорость). На рис. 3 представлен вид однофазной

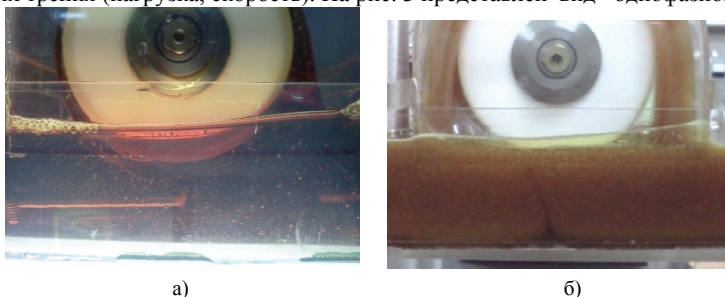


Рис. 3. Вид однородной однофазной прозрачной смазочной среды в однофазном (а) и двухфазном (б) состояниях: а - при отсутствии трибоконтакта и постоянной частоте вращения модельного вала 200 мин⁻¹; б - образование двухфазной непрозрачной маслопаровоздушной смеси при трибокавитации в линейном контакте после 10 минут трения и частоте вращения вала до 350 мин⁻¹, которая увеличилась за счет двухфазности смазочной среды

жидкой среды в начале трения при частоте вращения модельного вала 200 мин⁻¹ при отсутствии трибоконтакта и самопроизвольного ее перехода в двухфазное маслопаровоздушное состояние через 10 минут трения после создания линейного трибоконтакта, что привело к образованию двухфазной маслопаровоздушной смеси в диффузорной области контакта, что, в свою очередь, привело к самопроизвольному увеличению скорости до 350 мин⁻¹. В течение этих 10 минут наблюдалось насыщение объема масла микропузырьками, образованными в диффузорной области ЭГД-контакта. При этом сила трения скольжения уменьшалась на 30...40%.

Выводы

1. Показано, что агрегатное состояние смазочных материалов в ходе их трибологических испытаний является одним из первостепенных факторов, определяющих силу трения и интенсивность изнашивания модельных трибосистем.

2. Трибокавитация и барботаж при определенных условиях (скорость скольжения, нагрузка) приводят к возникновению масловоздушной смеси, что необходимо учитывать при оценке качества смазочных материалов.

*А.Ф. Аксенов, д.т.н., проф., О.А. Микосянчик, к.т.н.,
Р.А. Шевченко, к.т.н., проф., В.А. Радзиевский
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИБОКОНТАКТА ПОСРЕДСТВОМ ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ СМАЗОЧНОЙ СРЕДЫ

Показано, что образование масло-воздушной суспензии, вызванное увеличением скорости вращения вала, приводит к увеличению на порядок коэффициентов сжатия и растяжения исходно жидкой смазочной среды, что в свою очередь является причиной снижения интегральной вязкости и силы трения

Зависимость сил трения от скорости скольжения является одной из главных характеристик трибоконтакта. В трибологии ее принято называть «характеристикой трения» и рекомендуется учитывать при конструировании трибосистем. Экспериментальные данные, полученные в различных лабораториях, свидетельствуют о вариациях силы трения при увеличении скорости скольжения в зависимости от условий. В одних случаях она практически не изменяется, в других – возрастает, в третьих – уменьшается, а в условиях жидкостного трения при обильном смазывании контакта с увеличением скорости скольжения, как правило, наблюдается увеличение коэффициента трения до некоторого максимального значения, после которого сила трения уменьшается. При достижении критической скорости сила трения начинает возрастать, вплоть до схватывания.

Влияние скорости скольжения v на изменение силы трения видно из диаграммы Герси-Штрибека (рис. 1), представляемой в виде зависимости коэффициента трения μ от характеристики подшипника, то есть от безразмерной величины $\lambda = \eta v / p$, где η – вязкость, p – осевая нагрузка. Эта характеристика по своей сути отражает толщину смазочного слоя. При значении $\lambda = \lambda^*$, соответствующем минимуму коэффициента трения μ , происходит переход от граничного трения к жидкостному. Кривая интенсивности изнашивания I показывает, что при $\lambda > \lambda^*$ контакт деталей размыкается, и износ теоретически исчезает.

Многочисленные экспериментальные данные об ЭГД-контакте со смазкой жидкими маслами свидетельствуют о нелинейной зависимости силы трения от скорости скольжения: в области малых и средних скоростей сила трения возрастает до максимума, а с дальнейшим повышением скорости она уменьшается. Такое изменение силы трения в ЭГД-теории противоречиво. При повышении скорости скольжения в несущем смазочном слое ЭГД-контакта давление возрастает, что приводит к увеличению его толщины, вязкости и силы трения. При увеличении скорости температура смазки повышается, толщина ее слоя и несущая способность уменьшаются, чем и объясняют некоторое увеличение силы трения до максимума (рис. 2) и повышение силы трения в области средних скоростей скольжения (0,2...0,5 м/с).

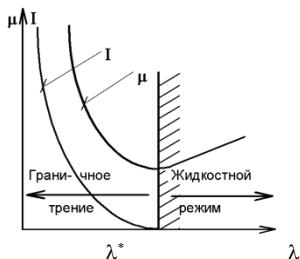


Рис. 1. Диаграмма Герси–Штрибека

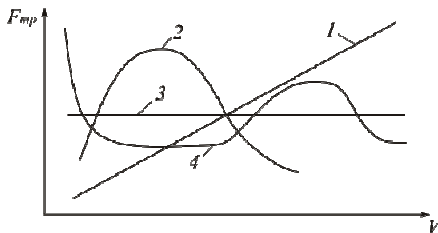


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения μ от скорости скольжения v в моторных маслах: 1 – линия Н.П.Петрова; 2 – по Д.С.Кодниру; 3 – адгезионно-деформационная теория граничного трения; 4 – по Б.И.Костецкому

Дальнейшее повышение скорости скольжения, исходя из ЭГД-теории, приводит к более интенсивному локальному росту температуры и понижению вязкости масла, чем и объясняют снижение силы трения.

Эластогидродинамическая теория смазки базируется на ряде известных основных положений, характеризующих ЭГД-контакт, схематически представленных на рис. 3. Из основных положений ЭГД-теории смазки следует, что для повышения ресурса трибосистем необходимо реализовывать обильное смазывание контакта и избегать возможности возникновения условий масляного голодания. Увеличение расхода смазочного материала для обеспечения более интенсивного теплоотвода от ЭГД-контакта оказалось малоэффективным и, как показала практика, стает причиной дополнительного теплообразования особенно при высоких скоростях качения или скольжения (больше 10 м/с).

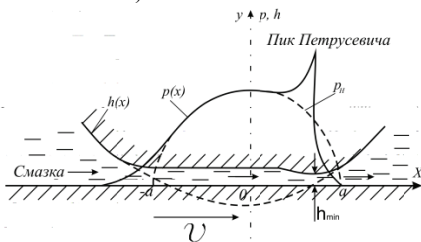


Рис. 3. Зависимость давления p в смазочном слое толщиной h от расстояния (ось X) от центра нагрузки O при движении плоской поверхности со скоростью V в контакте с неподвижной поверхностью h_x протяженностью $[-a, a]$, где без трения возникают контактные напряжения p_n , при трении - p_x , а минимальная толщина смазочного слоя h_{min} .

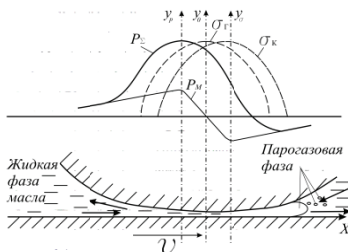


Рис.4. Схема контактно-гидродинамических процессов с позиций компрессионно-вакуумной теории трения

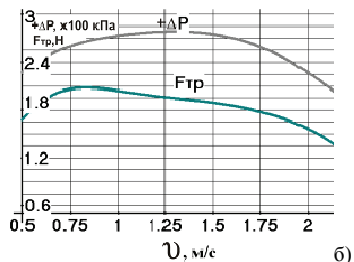
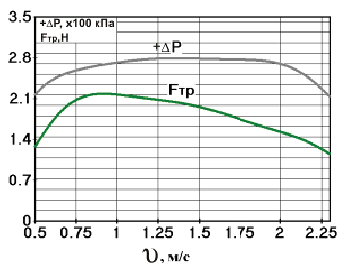
Вопрос о нелинейности поведения силы трения с ростом скорости скольжения или качения в жидкой смазочной среде, не находит

удовлетворительного объяснения с точки зрения ЭГД-теории и по сути остаётся открытым.

Нелинейность характеристики подшипников объясняется с позиций компрессионно-вакуумной гипотезы (КВ) о природе трения [1], исходя из которой процессы, протекающие в трибоконтакте, представляются несколько более сложными (рис. 4). При движении нижней плоской поверхности со скоростью V в конфузурной области из-за набегающего потока граничных слоев возникают вторичные, обратные движению течения смазочной среды (показано стрелками). В диффузорной, расширяющейся области, при определенных скоростях возникает маслопаровоздушная фаза смазки и вторичные, обратные движения, течения из среды в контакт. Это происходит в соответствии с экспериментально-наблюдаемой закономерностью распределения давления в смазочном слое P_m , которое в конфузурной области выше, а в диффузорной ниже давления окружающей среды. При этом реактивные давления, возникающие на поверхности неподвижного криволинейного трибоэлемента P_Σ , представляют собой сумму герцевских напряжений σ_r и давления в смазочном слое P_m , а контактные напряжения σ_k следует рассматривать, как разницу герцевских напряжений σ_r и давления в смазочном слое P_m , возникающие в диффузорной области.

Характеристики сил трения при скольжении в среде авиационного моторного масла МС-20 определялись на лабораторном приборе трения АСБ-01. Линейная скорость скольжения поверхности образующей цилиндра фторопластового ролика изменялась плавно от 0,4 до 2,5 м/с, с шагом 0,2 м/с и выдержкой в течение 10 минут, когда все параметры стабилизировались. При постоянной осевой нагрузке 2 Н, комнатной температуре и атмосферном давлении окружающей среды измерялись давление смазки через приёмное устройство и потери мощности электропривода. Графики зависимостей силы трения $F_{тр0}$ и давления ΔP_0 в слоях смазки от скорости скольжения через 1 минуту после установления определенной скорости $v_{дн}$ представлены на рис.4. Аналогичные зависимости были получены при тех же скоростях, но через 10 минут трения.

Как видно из полученных зависимостей (рис. 5), при данных условиях трения в режиме жидкостной смазки с увеличением скорости сила трения возрастает от 0,1 до 0,6 мН, после чего наблюдается ее уменьшение. Давление в конфузурной области контакта ведет себя аналогично: синхронно с силой трения возрастает до максимальных значений, после чего оно уменьшается также как и сила трения. Визуальное наблюдение показало, что с увеличением скорости в прозрачном масле МС-20 происходило возникновение воздушных пузырьков. Во времени их количество возрастало. Повышение скорости скольжения приводило к росту интенсивности их образования в масле МС-20. При скорости 0,6 м/с масло теряло прозрачность и при дальнейшем увеличении частоты вращения ролика превращалось в непрозрачную однородную масляно-воздушную смесь в виде суспензии белого цвета. Объемная температура масла к концу серии испытаний повышалась на 4 °С.



а)

Рис. 5. Зависимость силы трения $F_{тр}$ и максимального избыточного давления ΔP от скорости линейного скольжения v при осевой нагрузке 4 Н через 1 мин. (а) и через 10 мин. (б) после выхода на установившийся режим

Таким образом, использованием масловоздушной смеси вместо гомогенной однофазной жидкой смазки достигается повышение эффективности трибосистем, что подтверждает основные положения компрессионно-вакуумной (КВ) гипотезы о природе трения. Это явление наблюдается при пуске холодных двигателей внутреннего сгорания.

Выводы

1. Причиной нелинейного изменения силы трения (увеличения до максимума и дальнейшего уменьшения) при увеличении скорости скольжения ЭГД-контакта, обильно смазанного моторным маслом, является переход его из гомогенного прозрачного жидкого состояния в мезогенную масло-воздушную фазу суспензии.

2. Образование масловоздушной суспензии, вызванное увеличением скорости вращения вала, приводит к увеличению коэффициента сжатия и растяжения исходно жидкой смазочной среды. Уменьшение сил сжатия смазочных слоёв в конфузорной области контакта и разрежения в диффузорной приводит к снижению интегральной вязкости, скорости вторичных обратных течений, температуры и силы трения.

3. При проведении трибологических лабораторных испытаний смазочных материалов следует учитывать фактическое фазовое состояние смазочной среды (особенно при испытаниях смазочных материалов и присадок к ним на средних и больших скоростях). Фазовое состояние смазочных материалов может оказывать существенное влияние на результаты при оценке эффективности смазок с разными реологическими свойствами.

Список литературы

1. Стельмах А.У. Компрессионно-вакуумный механизм адгезионного трения и изнашивания– Деп. в ГНТБ Украины. – 07.07.2008, №109–Ук 2008.–28 с.

*И.Ф. Кравченко, В.Г. Ананьев, П.А. Колесник, А.Б. Единович,
(ГП «Ивченко-Прогресс», Украина, Запорожье)
А.Ф. Аксёнов, д.т.н., проф., А.У.Стельмах, к.т.н.
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА РЕДУКТОРОВ ГТД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХФАЗНОЙ МАСЛОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Лабораторные исследования, стендовые испытания и эксплуатация восьми двигателей с конструкторскими доработками по организации смазки маслотовоздушной смесью показали, что ресурс осей сателлитов передних редукторов двигателей ТВ3-117ВМА-СБМ1 повысился более чем в 7 раз, а признаки их выкрашивания не обнаруживались, редукторы работают надёжно и устойчиво.

Разработка, конструирование и организация производства новых серийных авиационных летательных аппаратов требует значительных материальных затрат. Поэтому при создании нового летательного аппарата всегда рассматривается возможность использования в его составе серийно выпускаемых агрегатов, которые хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации и по техническим характеристикам соответствуют предъявляемым требованиям в составе нового изделия. При создании новых типов самолётов Ан-140, Ан-148 и Ан-158 в КБ «Ивченко-Прогресс» разрабатывались двигатели ГТД ТВ3-117ВМА-СБМ1 и Д-436-148 на базе существующих ТВ3-117ВМА и Д-436.

Для обеспечения нормального теплового режима работы подшипников качения роторов и редукторов ГТД и ВСУ [1] традиционно применяется система смазки и охлаждения с прокачкой десятков и сотен литров в минуту, в то время как на полное смазывание поверхностей трения требуются миллилитры масла [2]. В работах [3, 4] указывается, что потери на трение в подшипниках, смазываемых масляным туманом, существенно (до трех раз) снижаются, хотя интенсивность теплоотвода в воздушно-масляную смесь также уменьшается. Из этого следует, что охлаждающая жидкая (однофазная) смазочная среда в трибоконтакте, обеспечивая теплоотвод от него, в условиях фрикционного взаимодействия поверхностей одновременно является источником тепловыделения.

Известное повышение износостойкости и ресурса высокооборотных трибосистем качения при уменьшении количества смазочного материала, подаваемого в зону контакта в виде маслотовоздушной смеси, не находит своего однозначного объяснения с позиции известных теорий, гипотез и положений о трении и изнашивании. Общепризнанная эластогидродинамическая (ЭГД) теория смазки [5...8] включает в себя ряд положений, исходя из которых, для повышения ресурса трибосистем необходимо реализовывать обильное смазывание контакта и избегать возможности возникновения режима масляного голодания. При этом эксплуатация высокоскоростных трибосистем

качения и скольжения показала, что в ряде случаев обильное смазывание ЭГД-контакта приводит к интенсивному изнашиванию поверхностей, их выкрашиванию или термическому разрушению. Увеличение расхода смазочного материала для обеспечения интенсивного теплоотвода от ЭГД-контакта оказалось малоэффективным, а в ряде случаев - пагубным.

В 2007 году была выдвинута гипотеза о компрессионно-вакуумной природе трения [9], исходя из которой, в ЭГД-контакте протекают значительно более сложные процессы, чем взятые за основу в эластогидродинамической теории смазки. Основным положением этой гипотезы является самопроизвольное возникновение относительно минимального зазора каждого элементарного трибоконтакта двух характерных областей – конфузурной (КО) и диффузорной (ДО). Установлено, что адгезионное изнашивание поверхностей в трибоконтактах скольжения и качения локализуется в ДО контактов, где возникает высокий вакуум, десорбция граничных слоев, повышение фактических контактных напряжений, т.е. условия квазисухого трения.

Применительно к трению качения, гидродинамические процессы в граничных слоях протекают аналогично трению скольжения, лишь с той разницей, что в КО градиент давления понижается, а в ДО степень разрежения повышается. На рис. 1 показана схема возникновения области повышенного (+ ΔP в КО) и пониженного (- ΔP в ДО) давления в граничных слоях смазки

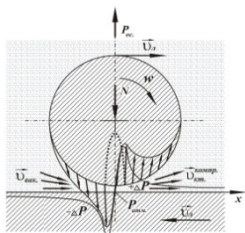


Рис. 1. Схематическое возникновение компрессионных и вакуумных гидродинамических процессов в граничных слоях смазки при трении качения ролика по кольцу

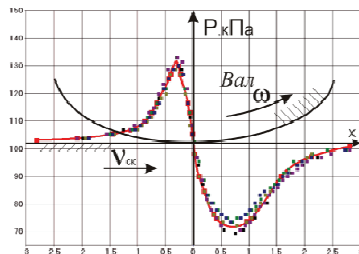


Рис. 2. Распределение давления в контактной области при качении вала с проскальзыванием при скорости скольжения $V = 0,251$ м/с и сканирования $V_{ск} = 0,00036$ м/с в направлении вращения вала

(ось P_{oc}) и векторы вторичных возвратных течений смазки: компрессионных v_k и вакуумных v_v , направленных противоположно набегающим смазочным слоям при давлении окружающей среды равном атмосферному $P_{атм}$. (пересечение осей x и P_{oc}) и распределение давлений смазочного слоя на поверхности ролика. Пунктиром показано распределение упругих контактных напряжений по Г.Герцу без смазки, в среде воздуха (зазор – условный).

В КО каждого контакта повышается давление в граничных слоях смазки, вызванное не только вязким трением, но и возникающим возвратным течением (рис. 2). В этой области при высоких скоростях трение происходит между набегающими с движущейся поверхностью слоями граничной смазки и

слоями вторичного возвратного течения, вызванного градиентом давлений в сужающейся зоне трибоконтакта. По сути реализуются два взаимообусловливающих встречных течения Куэтта и Пуазейля. Их трение приводит к повышению температуры в предконтактных конфузурных областях (рис. 3, а). При этом установлено, что в ДО всегда возникает газо-воздушная полость, генерирующая и обогащающая смазочную среду микро- и нанопузырьками (рис. 3, б), которые, поступая в КО, играют роль высоко-сжимаемой фазы, что уменьшает трение граничных слоев и теплообразование в них.

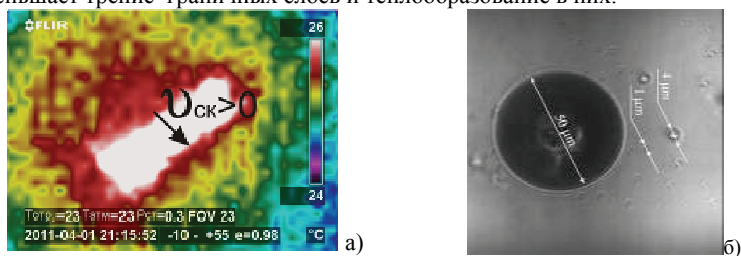


Рис. 3 —Повышение температуры в предконтактной области (а) и микропузырьки в масле ИПМ-10 после длительного трения скольжения (3 часа) при осевой нагрузке 4 Н и линейной скорости 0,8 м/с, измеренные путем сканирования на ЛСДФМП (б)

Если наблюдать за качением ролика по кольцу по схеме, представленной на рис. 1, когда контакт относительно наблюдателя неподвижен, то в конфузурной области набегающие с движущимися поверхностями ролика и дорожки кольца потоки, по мере приближения к минимальному зазору, будут встречать сопротивление вторичных течений, направленных противоположно движению. При этом через минимальный зазор в соответствии с физическим законом сохранения количества вещества, смазка пройдет в количестве, не превышающем имеющегося вещества в зоне максимальных контактных напряжений, где граничные слои максимально упруго деформированы. В диффузорной области контакта будет происходить разрежение прошедших через минимальный зазор слоев смазки, понижение в них давления относительно давления окружающей среды, например атмосферного. Как следствие, здесь вторичные вакуумные течения будут направлены из среды в контакт и также против движения. Соответственно на ролик будут действовать давления сжатых и разреженных слоев смазки, как показано на рис. 1, в виде эпюры давлений.

Так как основным источником теплообразования в КО трибоконтактов является трение набегающих граничных и интенсивных возвратных течений смазочных слоев, то для улучшения теплового режима зоны контакта необходимо отказаться от обильного смазывания и применять масло-воздушную смесь, объемная вязкость и плотность которой существенно (на порядок) меньше, а коэффициент сжатия (на порядки больше), чем у базового масла. Это подтверждают лабораторные трибоиспытания, когда при трении в искусственно созданной масловоздушной среде ИПМ-10 степень сжатия и разрежения в КО и ДО областях контакта действительно уменьшалась (рис. 4),

что, естественно, приводило к уменьшению силы трения, температуры и адгезионного изнашивания.

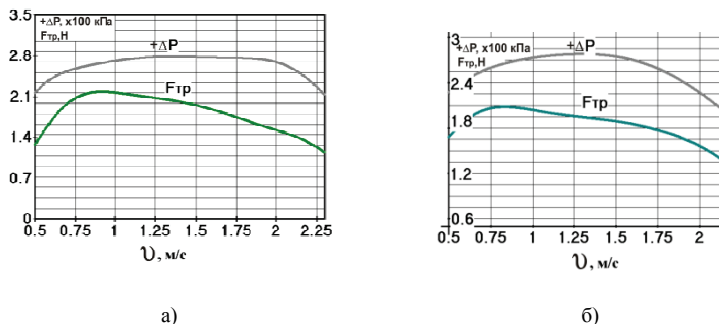


Рис. 4. Зависимость силы трения $F_{тр}$ и максимального избыточного давления ΔP от скорости линейного скольжения v при осевой нагрузке 4 Н через 1 мин. (а) и через 10 мин. (б) после выхода на установившийся режим

Эти и другие результаты лабораторных исследований, а также основные положения компрессионно-вакуумной гипотезы трения и изнашивания впервые рассматривались при решении проблем повышения ресурса подшипников сателлитов переднего редуктора двигателя ТВ3-117ВМА-СБМ1, являющегося маршевым для самолетов Ан-140. Суть проблемы заключалась в следующем: так как в высокофорсированном двигателе ТВ3-117ВМА-СБМ1 развиваются высокие температуры на опорах ротора, их смазку и охлаждение могут обеспечить только синтетические масла типа ИПМ-10. Прототипом переднего редуктора являлся редуктор двигателя АИ-24, в котором смазка подшипников сателлитов производилась путем подачи минерального моторного авиационного масла непосредственно на дорожки качения через соответствующие форсунки (рис. 5, а). Однако стендовые испытания показали крайне неудовлетворительные результаты: после 400-часовых испытаний редукторов с радиальными зазорами в подшипниках сателлитов 0,005...0,025 мм на беговых дорожках были выявлены дефекты, классифицированные как «усталостное выкрашивание», расположенные по всей длине контактного трения. Средняя наработка до возникновения таких дефектов, свидетельствующих о необходимости замены редуктора, составила 415 часов. При этом подвод масла ИПМ-10 оставался прежним – через те же две форсунки непосредственно на дорожку качения с расходом 1,2 л/мин. Недопустимо низкий ресурс редуктора стал одной из острых проблем при создании двигателей нового поколения.

В ходе анализа результатов испытаний, мнения специалистов относительно возникшей проблемы разделились: одни, с позиций ЭГД-теории смазки, настаивали увеличить расход масла для более обильного смазывания и снижения теплонапряженности трибоконтактов путем более интенсивного отвода теплоты. Авторы, с позиций компрессионно-вакуумной гипотезы трения [9], предложили отказаться от подачи обильной смазки поверхностей трения, а смазывание производить двухфазной масловоздушной смесью, для

чего форсунки разместили под венчиками сепараторов. Такая схема подачи масла позволила создать двухфазную среду ИПМ-10, обогащенную микро- и нанопузырьками путем барботажа быстро вращающимися поверхностями деталей подшипников. Использование такой двухфазной смазочной среды обеспечило уменьшение теплообразования в КО, а также степени разрежения - в ДО. При этом в ДО трибоконтактов уменьшится трибокавитация, которая также является источником теплоты и причиной усталостного и кавитационного разрушения поверхностей.

Для реализации этой идеи была произведена конструкторская доработка (рис. 5, б) осей сателлитов роликовых подшипников переднего редуктора двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1, а именно: масло, с тем же расходом, подавалось не на дорожки качения, а через каналы на торцы роликов. Это привело к естественному образованию двухфазной смазочной среды в виде масловоздушной смеси при больших частотах вращения (4000 об/мин) роликов и сепараторов сателлитов.

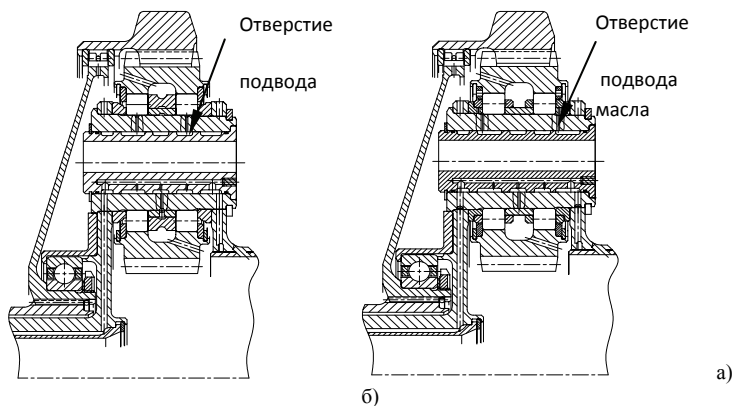


Рис. 5. Схема подвода смазки в подшипники главного редуктора двигателя ТВЗ-117ВМА-СБМ1: а – исходная конструкция; б - доработанная конструкция подшипника сателлита

Проведенные стендовые испытания на ОАО «Мотор Сич» двигателями с серийными номерами 317001 и 317013 в течение 2007-2009 гг. подтвердили существенное повышение ресурса главных редукторов без признаков усталостного выкрашивания поверхностей качения осей сателлитов. Такая конструктивная доработка была внедрена на восьми двигателях ТВЗ-117ВМА-СБМ1. При их суммарной наработке более 5000 часов съёмов редукторов по дефекту выкрашивания осей сателлитов не было. Таким образом, методы повышения эффективности трибосистем, разработанные в рамках компрессионно-вакуумной гипотезы трения и изнашивания, в отличие от известных, находят свое применение при создании новой техники путем тесной кооперации научной лаборатории нанотриботехнологий НАУ и конструкторского бюро «Ивченко-Прогресс».

*Е.Н. Смирнов, к.ф.-м.н., С.А. Коленов, к.ф.-м.н.,
Ю.В. Пильгун, к.т.н. (Киевский национальный университет
им. Тараса Шевченко, Украина, Киев),
А.В. Куцев, О.А. Микосянчик
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ФАЗОВОГО МИКРОСКОПА- ПРОФИЛОМЕТРА В ТРИБОЛОГИИ ГРАНИЧНОЙ СМАЗКИ

При использовании лазерного сканирующего дифференциально-фазового микроскопа-профилометра ЛДФМП с чувствительностью по профилю 1 нм существенно повышается воспроизводимость получаемых результатов в ходе испытаний смазочных материалов на противоположные свойства

В современном машиностроении наиболее широко используются контактные методы сканирования поверхностей механическим щупом. Получаемый таким образом профиль на профилографах или уровень осцилляций щупа в определённом направлении анализируется и определяются его характеристики в удобном виде системы параметров R_a , R_z , R_{max} , S_m или др. Эти параметры стандартизованы соответствующими ГОСТами и регламентируются конструкторской и технологической документацией производства. Традиционно в мировой практике машиностроения используются различные контактные профилографы-профилометры, работающие на принципе ощупывания поверхности индентором весьма внушительных размеров (радиус округления щупа от 4 мкм). При контактном измерении поверхность повреждается, а получаемая при этом информация представляет собой одну профилограмму.

В качестве одного из возможных вариантов получения качественной трехмерной информации о поверхности предлагается использование бесконтактного микроскопа-профилометра ЛСДФМП (рис. 1). В этом приборе реализован дифференциально-фазовый метод исследований, обеспечивающий высокую чувствительность к изменению профиля поверхности по высоте (до 0,1 нм) и хорошую виброзащищенность [1]. ЛСДФМП путем растрового сканирования позволяет получать двумерную дифференциально-фазовую информацию о поверхности объекта исследования. На самом деле реальные поверхности характеризуются особенностями поведения шероховатости, в частности, по направлению, так как характер шероховатости поверхности в значительной степени зависит от способа ее обработки.

Триботехнические исследования, проведенные в научно-исследовательской лаборатории нанотриботехнологий НИЧ НАУ показали, что угловая пространственная зависимость параметров шероховатости является весьма важным фактором при трении. Например, износостойкость, сила трения, контактная температура трибосистемы сильно зависят от прост -

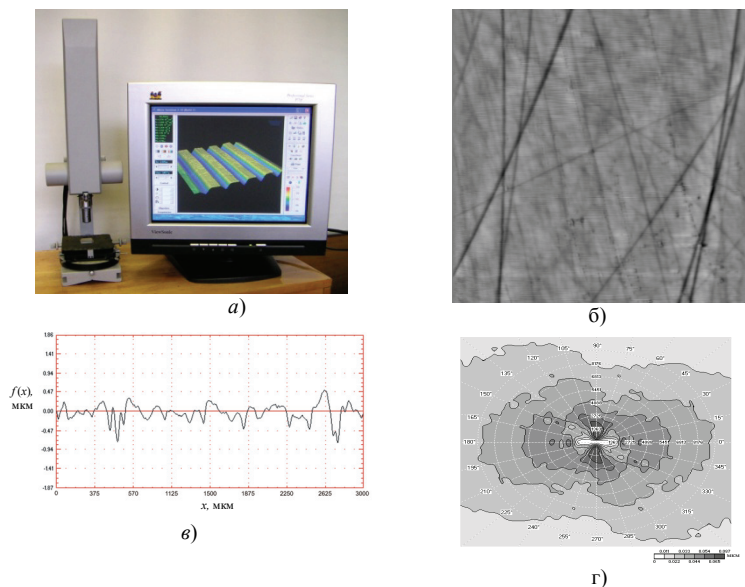


Рис. 1. Исследование шероховатости тестовой поверхности с параметром шероховатости R_a 0,15 мкм. а) Внешний вид микроскопа-профилометра ЛСДФМП, б) двумерное изображение рельефа тестовой поверхности, восстановленного из данных, полученных двумерным дифференциально-фазовым методом; в) профиль тестовой поверхности; г) двумерное распределение дисперсии тестовой поверхности по направлению для отдельных спектральных составляющих пространственного спектра поверхности (по радиусу - пространственные частоты в см^{-1})

пространственного амплитудно-частотного распределения микрогеометрии рабочих поверхностей относительно направления их эксплуатации. В этой связи микроскоп-профилометр дает возможность легко получить представление о периоде или пространственной частоте шероховатости в заданном направлении (рис. 2). Кроме того, собственные предварительные результаты исследования показали большие перспективы использования ЛСДФМП для измерений локальных дефектов поверхностей, в том числе и оценки объемного износа деталей машин, что весьма актуально, в частности, при лабораторных триботехнических испытаниях.

Экспериментально установлено, что именно объёмная пространственная шероховатость поверхностей трения дает наиболее полную информацию и отражает её главные потребительские - триботехнические свойства. Один из наиболее распространённых стандартизованных параметров шероховатости R_a , который определяется по одному и/или по нескольким профилям, характеризует лишь среднее отклонение выступов и впадин относительно средней линии и не несет информацию о геометрии вершин выступов. При этом именно поверхность вершин выступов вступает в контактные взаимодействия с поверхностью другого тела посредством

границных слоев при трении. Нами была проведена серия следующих экспериментов: образующая цилиндров контробразцов после шлифования на кругло-шлифовальном станке подвергалась полировке последовательно различными алмазными пастами зернистостью 40, 20, 10, 5, 3 и 1. Параметр R_a таких поверхностей после измерений на профилометре «Калибр 283» был менее 0,02 мкм. Одни контробразцы после этого подвергались шлифованию на кругло-шлифовальном станке, после чего параметр R_a находился в пределах 0,47...0,53 мкм, т.е. приблизительно 0,5 мкм, а поверхность представляла собой вид напильника с пилообразной геометрией (рис. 2, а, б).

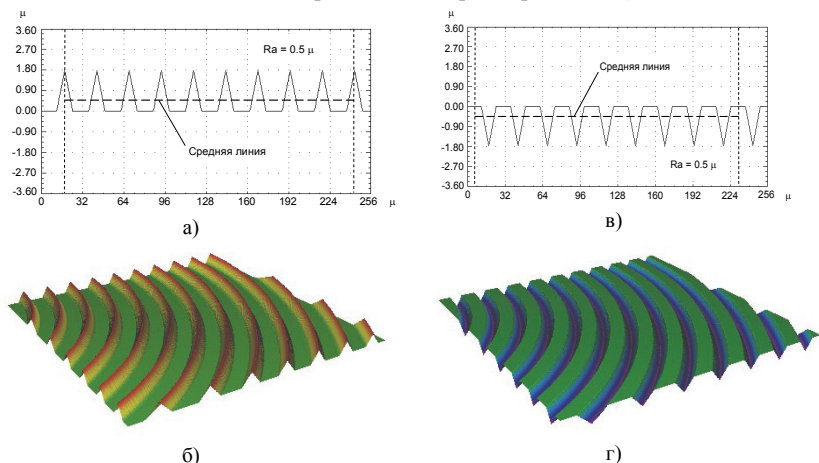


Рис. 2. Модельная поверхность, имеющая геометрию в форме выступов (профиль а) и её 3D вид (б), а также в форме впадин (в) и её 3D вид (г) с одинаковым параметром шероховатости R_a 0,5 мкм

Другие полированные контробразцы подвергались шлифованию также до величины R_a 0,5 мкм. Такое значение параметра R_a было достигнуто при шлифовании наждачной бумагой №10. После этого контробразцы с одинаковым значением величины R_a , равным 0,5 мкм, но с исходной шероховатостью поверхности, которая была получена различными технологическими приемами, подвергались трению по неподвижному плоскому образцу с одинаковой шероховатостью (менее 0,02 мкм). Испытания проводились в среде диалкилбензольного масла. Трение контртела, обработанного на кругло-шлифовальном станке, характеризовалось начальным износом 5 мкм и интенсивностью изнашивания 7 мкм в час. При этом величина коэффициента трения находилась в пределах 0,15...0,2, температура трения достигала 98°C. При трении контробразцов, полученных другой технологией, (с таким же параметром R_a) начальный износ достигал 1 мкм, интенсивность изнашивания 0,3 мкм в час, коэффициент трения не превышал 0,1, а температура не превышала 75°C. Такое разительное отличие триботехнических свойств поверхностей с одинаковым параметром шероховатости R_a , измеренным на стандартном профилометре, связана с тем, что процедура шлифования алмазным кругом на круглошлифованом станке при встречном

вращении контробразцов и круга приводит к формированию на поверхности выступов. А при шлифовании вращающихся контробразцов путем прижатия неподвижного шлифовального материала приводит к образованию впадин. Следовательно, в первом случае вершины выступов имели геометрию, близкую к геометрии режущих кромок резцов (рис. 2 а, б), а во втором случае вершины выступов имели геометрию плоских платформ и шероховатость в этом случае по Ахматову А.С. названа каньонообразной (рис. 2 в, г).

Исследование шероховатости поверхностей, полученных различными технологическими путями, контактными профилографами-профилометрами типа «Калибр» не показали каких-либо принципиальных различий ни по профилограммам, ни путем профилометрирования. То есть лишь использование бесконтактного лазерного сканирующего дифференциально-фазового акустооптического профилографа-профилометра ЛСДФМП позволило установить принципиальную разницу состояния поверхностей, полученных различными технологическими приемами. На рис.2,б и рис. 2, г (под профилограммами) показаны трехмерные изображения поверхностей контробразцов, полученных на ЛСДФМП, которые свидетельствуют о том, что параметр шероховатости R_a не отражает фактического состояния поверхности принципиально, т.е. является несостоятельным. Кроме этого, качественно новая информация о пространственном состоянии поверхностей деталей машин, получаемая на микроскопе-профилометре ЛСДФМП позволит разрабатывать новые технологические приёмы доводки рабочих поверхностей с наиболее эффективной эксплуатационной микрогеометрией. Это крайне необходимо для машиностроения при изготовлении трущихся деталей машин, лопаток турбин и компрессоров, деталей прецизионной техники и т.д.

Выводы

Внедрение ЛСДФМП в испытательно-измерительный трибологический комплекс «NAU Friction Wear Test System» позволило существенно уменьшить погрешность получаемых трибологических характеристик конструкционных и смазочных материалов, а именно показателей их противоизносных и антифрикционных свойств, с 30 до 9%. Таким образом, путем использования ЛСДФМП с высокой чувствительностью по профилю (1 нм) в трибологических испытаниях существенно повышается воспроизводимость получаемых результатов как на стадии контроля 3D топографии исходных трущихся поверхностей, так и при измерении величины износа.

Список литературы

1. Патент RU 2179328 С1; 7 G02B21/00, G01B11/30 Способ дифференциально-фазовой профилометрии и/или профилографии и устройство для его реализации. Кияшко С.Н., Смирнов Е.Н., Ильченко Л.Н., Коленов С.А., Стельмах А.У. Опубликовано 2002.02.10, дата начала отсчета действия патента 2001.06.19.

*Р.Е. Костюник, к.т.н., А.В. Куцев,
Р.А. Шевченко, к.т.н., проф., В.П. Коба., Е.Г. Ковальчук
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

МЕХАНИЗМ БЕСКОНТАКТНОЙ МАГНИТНО-ТУРБУЛЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Показано, что наиболее эффективным способом очистки трущихся поверхностей подшипников качения является бесконтактное магнитно-турбулентное воздействие как на поверхности, так и на микрочастицы ферромагнитной и другой природы, а физика процесса такой очистки заключается в переманивании поверхностей тел различной массы с фиксированной частотой.

С целью повышения эффективности существующих и разработки новых методов и технологий очистки узлов машин и механизмов в лаборатории нанотриботехнологий НАУ был проведен ряд исследований, направленных на построение основы физико-математической модели поведения частиц загрязнений и изучения влияния сил, воздействующих в процессе очистки на компоненты загрязнений рабочих поверхностей подшипника. В качестве объекта исследования был выбран шарикоподшипник серии 203. Характер потока моющей жидкости, проходящей через подшипник, поддерживался турбулентным, как наиболее распространенный в известных методах и способах. Реализуется его способность эффективно реструктурировать загрязнения и удерживать их в потоке моющей среды.

С учетом этих условий, следует обратить внимание на то, что при очистке известными методами на частицу, находящуюся на поверхности тракта качения подшипника, действуют следующие силы (рис.1): гравитационная составляющая F_g , сила Архимеда F_{arb} , сила гидродинамического сопротивления F_{gidro} , сила адгезии F_{adg} , магнитная составляющая доменов F_m .

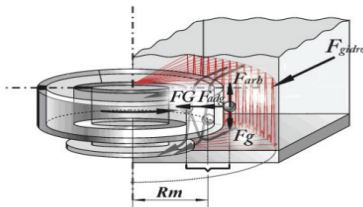


Рис. 1. Силы, действующие на частицу при очистке подшипника

Гравитационные силы отражают взаимодействие двух тел с массами m_1 и m_2

$$F_g = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}, \text{ (Н)}, \quad (1)$$

где $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \left(\frac{M^3}{кг \cdot c^2} \right)$, r - расстояние между телами.

В качестве моющей среды преимущественно используются углеводородные жидкости и поверхностно активные вещества. Керосины относят к низкомолекулярным углеводородным соединениям. Молекулы керосина в среднем содержат 8 метиленовых групп (рис. 2).

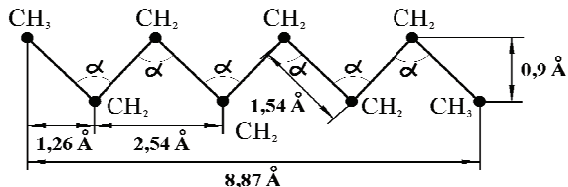


Рис. 2. Структура молекулы керосина

Таким образом, расстояние между поверхностями, смоченными мономолекулярным слоем керосина составит 1,774 нм. Масса частицы диаметром 0,1...10 мкм находится в диапазоне $0,4 \cdot 10^{-21} \dots 0,4 \cdot 10^{-14}$ кг. С учетом этих значений из формулы (1) следует, что для частицы загрязнения размером 0,1...10 мкм гравитационная составляющая в среде керосина для случая с подшипником серии 208 (масса внутреннего кольца – 0,038 кг) будет находиться в диапазоне от $3,23 \cdot 10^{-16}$ до $3,23 \cdot 10^{-9}$ Н и зависит от размера частицы.

Силу Архимеда F_{arb} , действующую на частицу в промывающем растворе, описывает выражение

$$F_{arb} = \rho q V \quad (2)$$

Сила гравитационного притяжения Земли действующее на частицы загрязнения определяются их размерами $F = mg_0$, и составляют в для указанных выше условий $0,39 \cdot 10^{-20} \dots 0,39 \cdot 10^{-13}$ Н. С учетом разделения частиц загрязнений мономолекулярным слоем керосина, адгезионной составляющей силы можно пренебречь.

Силы Ван-дер-Ваальса проявляются на расстоянии диаметров атомов. Так как расстояние между поверхностями частицы и обложки не менее 2-х длин молекул керосина, то силами межатомного притяжения также можно пренебречь.

Согласно формуле Н.Е. Жуковского [4] сила лобового сопротивления частицы сферической формы в потоке моющей среды определяется формулой

$$F_x = 0,2 \cdot \pi \cdot d_q^2 \cdot \rho \cdot \Delta u^2 \quad (3),$$

где d_q – диаметр частицы, м; ρ – плотность жидкости, кг/м³; Δu – скорость потока жидкости относительно частицы, м/с.

В случае использования в качестве моющей среды керосина при скорости потока $\Delta u = 1,2$ м/с, достаточной для образования турбулентного характера течения в каналах подшипника качения, сила лобового сопротивления рассматриваемой частицы составит от $7,24 \cdot 10^{-12}$ до $7,24 \cdot 10^{-8}$ Н.

Таким образом, основной силой, действующей на загрязнения в процессе очистки поверхности, является гидродинамическая, а с уменьшением размера фракций загрязнения требуется увеличение средней скорости потока для их отрыва. Наличие в набегающем течении поперечных пульсаций скоростей моющей жидкости (в поперечном сечении) способствует переносу твердых частиц в объеме среды и удержанию их во взвешенном состоянии.

При условии формирования взвеси фрагментов загрязнения обеспечивается перемещение элементарных объемов жидкости указанными пульсациями скоростей v'_{oz} . Следовательно, сила сопротивления подъему F_y определяется формулой Стокса

$$F_y = 3\pi\mu d_v v'_{oz} \quad (4)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости, $\text{м}^{-1} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$; d_v – диаметр частицы, м; v'_{oz} – скорость поперечной пульсации, м/с.

Тогда для частиц диаметром $0,1 \dots 10 \cdot 10^{-6}$ м в керосине (при 20°C $\mu = 12,8$; $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$) при $\Delta u = 1,2$ м/с сила сопротивления подъему составит $1,5 \cdot 10^{-5} \dots 1,5 \cdot 10^{-3}$ Н. Следовательно, при определенном значении скорости v'_{oz} (степени турбулизации потока) худшие условия для подъема в потоке будут для крупных и тяжелых частиц взвеси. При ламинарном течении жидкости ($v'_{oz} = 0$) подъем частиц и удержание их в объеме во взвешенном состоянии сильно затруднено.

С учетом этого фактора гидродинамическая составляющая действующих сил примет вид

$$\vec{F}_{gidro} = \vec{F}_x + \vec{F}_y. \quad (5)$$

где \vec{F}_x и \vec{F}_y – векторные составляющие силы по осям x и y соответственно.

Сложный профиль сепаратора и принудительное вращение подвижных элементов трибосистемы качения в процессе очистки способствуют образованию турбулентных течений. При этом снижается скорость переноса жидкости на рабочих поверхностях дорожек и тел качения, что ограничивает применение для очистки трибосистем качения от микро- и субмикрозагрязнений гидродинамическим методом в качестве основного.

Анализ литературных источников, а также результаты проведенных экспериментов показали, что на границах доменов конструкционных материалов возникают сильные локальные магнитные поля, что вместе с остаточной намагниченностью деталей в значительной степени препятствует [2] отрыву и удалению с рабочих поверхностей частиц загрязнений ферромагнитной природы. С учетом этого рассматриваемую систему можно представить совокупностью пар диполей (рис. 3).

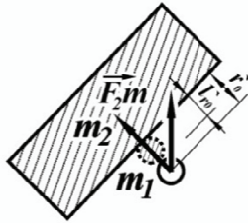


Рис. 3. Магнитное взаимодействие частицы загрязнения ферромагнитной природы с обоймой подшипника

Для частицы m_1 загрязнения, на поверхности которого магнитная индукция B составляет 10 мТл (при допущении идентичности материала загрязнения и деталей подшипника), напряженность магнитного поля:

$$H = \frac{B}{(\mu_0 \mu_m)} = 1,45 (A / м) \quad (6),$$

где μ_m – магнитная проницаемость материала.

Тогда намагниченность будет соответствовать

$$M_m = \frac{B}{\mu_0} - H = 7956,3 (A / м) \quad (7)$$

Для рассматриваемой частицы с объемом V_{m1} в диапазоне от $5,24 \cdot 10^{-22}$ до $5,24 \cdot 10^{-16} \text{ м}^3$ и объема обоймы подшипника $V_{m2} = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ момент диполя равен

$$P = M_m \cdot V = ql \quad (8),$$

где V – объем частицы либо обоймы подшипника, q – заряд диполя, l – плечо диполя.

Магнитная сила взаимодействия частицы в поле внутреннего кольца подшипника составит

$$F_m = \frac{\mu_0 q_1 H}{4\pi} \quad (9)$$

и для рассматриваемого случая будет принимать значения от $2,9 \cdot 10^{-14}$ до $2,9 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$.

Выводы

1. Отрыв частиц загрязнений размером менее 5 мкм с деталей сложных и затененных рабочих поверхностей а также удержание их во взвеси моющего раствора крайне затруднено.

2. Причиной снижения эффективности очистки известными методами есть сложный профиль полостей трибосистем качения, затрудняющий удаление частиц микро-, субмикро- и наноуровня.

3. Сопоставление сил удержания частиц загрязнений на поверхностях трибосистем качения подтвердило необходимость особого рассмотрения магнитного взаимодействия исследуемых объектов на доменном уровне.

*В.Г. Семёнов, к.т.н., доцент,
(Винницкий национальный аграрный университет, Украина, г. Винница)
А.И. Атамась, ассистент
(Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
(КНУ им. М. Остроградского), Украина, г. Кременчуг)*

СОХРАНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

Рассмотрена возможность восстановления эксплуатационных характеристик дизельных двигателей за счет применения корректора топливоподачи по виду применяемого топлива. Автоматическое изменение положения упора рейки топливного насоса высокого давления осуществляется с учетом относительной диэлектрической проницаемости используемого топлива.

В последнее время проблема необходимости экономии топлив нефтяного происхождения транспортными двигателями внутреннего сгорания (ДВС) обрела особую актуальность. Одним из альтернативных топлив для дизельных ДВС является биодизельное топливо (БТ) из возобновляемых сырьевых ресурсов. БТ представляет собой метиловые эфиры жиров растительного и животного происхождения. Такое топливо может использоваться в дизельных двигателях без существенных изменений в их конструкции и смешиваться со стандартным дизельным топливом (ДТ) в любых пропорциях.

При переводе дизельного двигателя на БТ или его бинарные смеси с ДТ имеет место проблема, связанная с невозможностью развития двигателем номинальной мощности. Это обусловлено некоторыми различиями в физико-химических свойствах ДТ и БТ, которые приведены в таблице.

Таблица 1.

Физико-химические показатели ДТ и БТ

Физико-химические показатели	ДТ Л [1]	ДТ З [1]	БТ [2]
Низшая теплота сгорания Q_H , МДж/кг	42,5	42,5	37,2 – 37,5
Плотность ρ , кг/м ³	≤ 860	≤ 840	≈ 880
Кинематическая вязкость ν , мм ² /с	3,0 – 6,0	1,8 – 6,0	6,5 – 8,0

Снижение эффективной мощности при фиксированном положении рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД) связано, в первую очередь, с меньшим значением низшей теплоты сгорания у БТ на 11 – 12 %.

Кроме того, при работе двигателя на БТ может наблюдаться дополнительное снижение номинальной мощности, которое вызывается

ухудшением параметров впрыскивания, распыливания и выгорания топлива, что связано с его повышенной плотностью и кинематической вязкостью.

Таким образом, для обеспечения возможности развития номинальной мощности при переводе двигателя на БТ или его бинарные смеси с ДТ необходимо перемещать положение упора рейки в сторону увеличения максимальной цикловой порции топлива (ЦПТ). Известно, что максимальная ЦПТ классических топливных систем может в 1,15 – 2 раза превышать номинальную подачу [3].

Известны топливные системы, которые содержат неавтоматические (ручные) двух или трёхпозиционные механизмы (упоры), которые позволяют соответственно увеличивать выход рейки ТНВД при работе на менее энергоёмком БТ или его бинарных смесях с ДТ [4].

Недостатком таких топливных систем является то, что ручной упор рейки ТНВД позволяет устанавливать необходимую ЦПТ только при работе на заранее предусмотренных видах топлива. Кроме того, ручное изменение положения упора затрудняет обслуживание двигателя в процессе эксплуатации и может привести к выходу его из строя при несанкционированном форсировании таким образом.

Существуют также топливные системы, содержащие автоматические устройства, которые осуществляют коррекцию максимальной ЦПТ в зависимости от вида топлива и реагирует на изменение таких физических свойств топлива как плотность или вязкость [4].

Недостатком таких автоматических устройств во время использования БТ и его бинарных смесей с ДТ является их незначительная чувствительность из-за того, что плотность и вязкость смесей БТ и ДТ мало отличаются от своих значений для 100 % БТ и ДТ. Кроме того, при использовании такой системы необходимо осуществлять температурную коррекцию, поскольку плотность и вязкость ДТ и БТ изменяются в зависимости от температуры.

Данную задачу можно решить, если в качестве показателя для определения состава бинарной смеси использовать относительную диэлектрическую проницаемость.

БТ представляет собой смесь метиловых эфиров жирных кислот масел, которые относятся к сложным эфирам и имеют значительный дипольный момент ($5,67 \cdot 10^{-30}$ – $6,66 \cdot 10^{-30}$) [5]. Таким образом, БТ является полярным диэлектриком.

Углеводороды, которые входят в состав ДТ, являются в основном неполярными диэлектриками, которые тяжело поддаются поляризации [6].

Нами были проведены измерения относительной диэлектрической проницаемости ДТ, БТ и их смесей. Измерения для ДТ и БТ проводились при разных температурах. Относительная диэлектрическая проницаемость определялась путём измерения электрической ёмкости плоского конденсатора, погружаемого в тот или иной образец топлива с последующими пересчётами.

Значение относительной диэлектрической проницаемости для ДТ составляет 2,18 – 2,26, а для БТ соответственно 3,1 – 3,2.

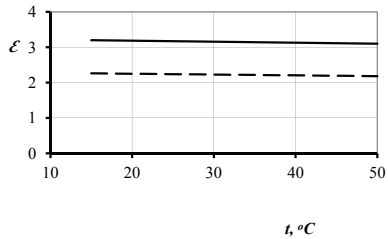


Рис. 1. Зависимости диэлектрической проницаемости ДТ и БТ от температуры

На рис. 1 показаны зависимости диэлектрической проницаемости ДТ и БТ от температуры; на рис. 2 – зависимость диэлектрической проницаемости бинарной смеси ДТ и БТ от концентрации БТ.

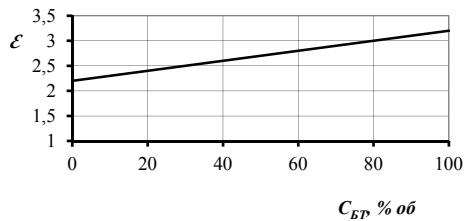


Рис. 2. Зависимость диэлектрической проницаемости бинарной смеси ДТ и БТ от концентрации БТ

Из графиков, приведенных на рис. 1 и 2 видно, что относительная диэлектрическая проницаемость ДТ и БТ незначительно изменяется в зависимости от температуры, и имеет довольно близкую к линейной зависимость от концентрации БТ в бинарной смеси с ДТ. Таким образом, относительная диэлектрическая проницаемость является оптимальным показателем для определения состава бинарной смеси ДТ и БТ. При проектировании топливной системы дизельного двигателя для работы на БТ, ДТ и их бинарных смесях можно использовать простой по конструкции емкостный датчик.

Схема топливной системы дизеля для работы на биодизельном, дизельном топливах и их бинарных смесях показана на рис. 3 [7].

В зависимости от вида топлива или состава смеси топлив, которые подводятся к ТНВД 1, изменяется их относительная диэлектрическая проницаемость, что вызывает соответствующее изменение электрической ёмкости датчика 3. Изменение электрической ёмкости датчика преобразуется и усиливается электронным блоком управления 4 к виду и уровню сигнала, на который рассчитан электромеханический привод 5, к которому он подводится. Электромеханический привод изменяет положение упора 2, при помощи которого ограничивается максимальная ЦПТ.

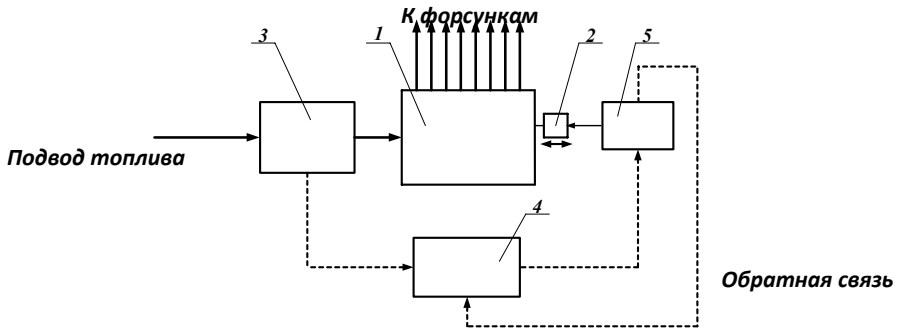


Рис. 3. Схема топливной системы дизеля для работы на биодизельном, дизельном топливах и их бинарных смесях

В случае использования топлива с меньшей нижней теплотой сгорания упор 2 электромеханическим приводом 5 автоматически перемещается в сторону увеличения максимальной ЦПТ, и, наоборот, в случае использования топлива с большей теплотой сгорания упор перемещается в сторону уменьшения максимальной ЦПТ. Для четкой работы электронного блока автоматического управления с электромеханическим приводом между ними установлена обратная связь.

Блок управления питается от бортовой сети транспортного средства, на котором установлена топливная система.

Список литературы

1. ДСТУ 3868 - 99. Топливо дизельное. Технические условия. Киев. Госстандарт Украины. 1999. - 11 с.
2. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей - Х.: Новое слово, 2007. - 452с.
3. Грехов Л.В. Ивашенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для ВУЗОВ / 2-е изд. - Г.: Легион-Автодата, 2005. - 344 с.
4. Марков В.А., Козлов С.И. Топлива и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей. - Г.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. - 296 с.
5. Химическая энциклопедия: в 5 т.: т. 5: Три - Ятр / Редкол.: Кнунянц И.Л. (гл. ред.) и др. - М.: Сов. Энцикл., - 1988. - 783 с.: ил.
6. Органическая химия. Под ред. А.А. Петрова. Изд 3-е, испр. Учебник для вузов. Г.: Высш. школа, - 1973. - 624 с. :ил.
7. Патент 53453U UA, МПК(2009) F02M 43/00. Бюл.№ 19, 2010. Шапко В.Ф., Семенов В.Г., Атамась А.І. Паливна система дизеля для роботи на біодизельному, дизельному паливах та їх сумішах.

*І.В. Морозова, доцент, В.І. Морозов, к.т.н., доцент,
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

ВПЛИВ ПОДВІЙНОГО ЯДЕРНОГО РЕЗОНАНСУ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Розглянуто спосіб підвищення октанового числа бензинів шляхом зміни енергетичного стану протонної системи рідини

З огляду літератури впливає, що проблема електрофізичного впливу на рідкі системи актуальна. Якщо раніше вона зводилася до вишукування і раціонального використання магнітної обробки води та водяних розчинів, то тепер з повною підставою можна розглядати питання спрямованої зміни властивостей вуглеводневих рідин (ПММ) і інших різних рідких систем за допомогою зовнішніх електрофізичних впливів.

Розглянуто теоретичні аспекти магнітного впливу на вуглеводневі рідини, які доводять зміну енергії взаємодії магнітного моменту ядра зі спіновою системою електронів. Залежно від способу впливу, тобто одержання сигналу абсорбції в неоднорідних магнітних полях або при сигналі емісії з використанням ефекту подвійного ядерного резонансу з'являється можливість управляти електрофізичним способом впливу протонною системою вуглеводневої рідини. Це дозволяє, як збільшувати, так і зменшувати енергетичний стан вуглеводневої рідини і тим самим впливати на фізико-хімічні та експлуатаційні властивості пально-мастильних матеріалів. Вплив електрофізичним способом на протонну систему вуглеводневої рідини, з метою одержання подвійного ядерного резонансу, між поляризуючим магнітом і височастотною котушкою сигналу абсорбції поміщена додаткова радіочастотна котушка нутації, яка підключена до генератора синусоїдальних коливань. Котушку нутації поміщають в неоднорідне магнітне поле і орієнтують так, що рідина тече вздовж градієнта, а силові лінії осцилюючого поля спрямовані перпендикулярно зовнішньому магнітному полю. При цьому встановлення поздовжньої компоненти ядерної намагніченості відбувається в результаті обміну енергії між системою ядерних спінів і молекулярною системою. Швидкість цього обміну, отже і встановлення поздовжньої складової визначається інтенсивністю спин-граткової взаємодії.

Потужність P , що поглинається спінами із змінного електромагнітного поля, дорівнює

$$P = \hbar \omega W_n = \hbar \omega W \frac{n_0}{1 - (\gamma H_1)^2 T_1 T_2}.$$

Таким чином, вимірюючи втрати на резонансній частоті ω в котушці індуктивності, через яку протікає рідина, можна виявити ядерне магнітно-резонансне поглинання, обумовлене переходами між магнітними підрівнями. В кінцевому рахунку, при резонансному поглинанні спини

переносять енергію від змінного електромагнітного поля до молекулярної системи рідини.

З різниці заселеностей рівнів випливає, що речовина має магнітну сприйнятливість і комплексну сприйнятливість зразка

$$\chi = \chi' - j\chi'',$$

де уявна частина якої $j\chi''$ визначає поглинання потужності змінного електромагнітного поля на одиницю об'єму зразка. При цьому зв'язок між мікроскопічними і макроскопічними властивостями можна встановити, обчислюючи середнє значення енергії, що поглинається ω в одиницю часу, P змінного електромагнітного поля $H_1 \cos \omega t$

$$P_\omega = 2\omega\chi'' H_1^2 \cos \omega t.$$

Ця рівність встановлює просту залежність між потужністю P , що поглинається, сприйнятливостю χ'' і амплітудою змінного магнітного поля H_1 .

Величина χ'' різко зростає поблизу резонансу і викликає сильне резонансне поглинання енергії з коливального контуру високочастотного генератора. При цьому спостерігається сигнал абсорбції енергії, тобто енергія, що поглинається ядром при переході з одного енергетичного рівня на інший $\Delta E = h\gamma H_0$.

Рідина, що знаходиться досить тривалий час у постійному магнітному полі, має рівномірну намагніченість ядер, спрямовану паралельно полю. Повільна зміна напрямку магнітного поля призводить до повороту разом з ним і намагніченості ядер. Якщо ж поворот магнітного поля здійснюється за час t , набагато менший періоду прецесії ядер то намагніченість ядер не встигає повернутися і відхиляється від напрямку магнітного поля. Вперше цей ефект був виявлений Пурселлом і Паундом. Відхилення намагніченості ядер від напрямку магнітного поля в проточній рідині, що попередньо поляризувалася в сильному магнітному полі, здійснювалося за рахунок протікання рідини усередині котушки нутації. При цьому котушка нутації знаходиться в неоднорідних магнітних полях. Потім рідина надходила в котушку високочастотного впливу і на виході пристрою змінювалася амплітуда сигналу абсорбції. Вплив осцилюючого електромагнітного поля з частотою, рівній частоті прецесії ядер у даному неоднорідному магнітному полі, відхиляє намагніченість ядер від напрямку поля H_0 на деякий кут θ (кут нутації), що визначається виразом.

$$\theta = \gamma H_1 \Delta t,$$

де H_1 – напруженість змінного електромагнітного поля, А/м.

Намагніченість M ядер в рідині, що втікає в котушку високочастотного впливу, пропорційна проекції намагніченості ядер в рідині, яка витікає з котушки нутації, і залежить від часу руху рідини між котушками

$$M = M_{\text{вх}} e^{-\gamma T / q \eta}.$$

Величина M пропорційна амплітуді сигналу абсорбції (емісії) у котушці високочастотного впливу.

При резонансних умовах у котушці нутації відбувається поглинання енергії електромагнітного поля, що приводить до переходу ядерних спінів з нижнього рівня енергії на верхній. Якщо в котушку високочастотного впливу (що стоїть після котушки нутації) надходить рідина, що має у верхньому стані населеність більше, ніж у нижньому, то результуюче поглинання буде негативно, тобто система віддає енергії більше, чим одержує. При цьому відбувається зміна сигналу абсорбції по амплітуді і по знаку. Таким чином, збудження в датчику нутації осцилюючого поля, при установці резонансної частоти по максимуму ефекту нутації та підборі амплітуди коливач на котушці нутації у високочастотному коливальному контурі з'являється негативний сигнал абсорбції. Це означає, що при надходженні в котушку високочастотного впливу негативно поляризованої рідини в ній замість сигналу абсорбції спостерігається сигнал емісії, тобто спінова система ядер випромінює енергію в радіочастотний коливальний контур і спостерігається сигнал емісії, який говорить про зменшення енергетичного стану протонної системи і рідини в цілому. Завданням, на рішення якої спрямовано розгляд ефекту подвійного ядерного резонансу є спрощення способу підвищення октанового числа бензинів при збереженні його швидкодії і якості.

Реалізацію способу здійснюють таким чином. Для створення подвійного ядерного резонансу вуглеводну рідину (бензин), що знаходиться в паливній системі машин та механізмів, пропускають через магнітну систему з неоднорідним постійним магнітним полем, в якому розташовують послідовно дві котушки індуктивності, які підключені до високочастотних генераторів, що налагоджені на частоті прецесії протонів водню, які визначаються величинами напруженості магнітного поля в даному місці розташування котушок.

Висновки

Отримані дані, підтверджуються в результаті проведення експериментальних досліджень оцінки детонаційної стійкості бензинів, за допомогою універсальної установки УИТ-85 при стандартних умовах випробувань. Встановлено, що використання способу подвійного ядерного резонансу дозволяє збільшити детонаційну стійкість бензинів на 1,5-3,0 одиниці.

Список літератури

1. Абрагам А. Ядерний магнетизм / А. Абрагам – М. : Иностранная література, 1963. – 590 с.
2. Джеффрис К. Динамическая ориентация ядер / К. Джеффрис – М. : Мир, 1965. – 321 с.
3. Сликтер Ч. Основи теорії магнітного резонанса / Ч. Сликтер – М. : Мир, 1967. – 326 с.

*Є.В. Кобилянський, д.х.н. (УкрНДІ НП "МАСМА", Київ, Україна)
М.М. Захарчук, аспірант, С.В. Бойченко, д.т.н., професор
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

ЕКОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПЛЕКСНОГО НАДЛУЖНОГО ФЕНОЛЯТНОГО МАСТИЛА

Розглянуто проблему покращення екологічних властивостей комплексного надлужного фенолятного мастила

В умовах глобальної екологічної кризи, що є наслідком викидання в атмосферу продуктів згорання палив, та забруднення суші й світового океану нафтою й нафтопродуктами (10-20% видобутку), що потрапляють у довкілля через аварії та звичайну недбалість, а також внаслідок щорічного скидання у навколишнє середовище ~ 30 млн тонн зужитих і через високий вміст ксенобіотиків особливо небезпечних для біоценозу нафтопродуктів шкідливий вплив пластичних мастил, здавалося б, є не більше, як маргінальним.

Однак, враховуючи, що в останні десятиріччя замість інших мастильних матеріалів пластичні мастила все ширше використовуються у всіх галузях економіки, зокрема, в авіації, водному транспорті, у побутовій техніці і в харчовій промисловості, пріоритетними стають саме екологічні характеристики мастил.

У цьому відношенні особливої уваги заслуговує новий тип мастил – комплексні надлужні, такі як алкілсаліцилатне і, особливо, фенолятне, що, маючи виключні експлуатаційні характеристики, всупереч притаманному рукотворним об'єктам антагонізму між техногенними й екологічними властивостями, завдяки кальційовій природі та високим екологічним і експлуатаційним характеристикам іманентно можуть використовуватися в різних галузях економіки – від техногенно жорстких металургійної й хімічної, транспортної до галузі з підвищеними екологічними вимогами – харчової.

*І.О. Шкільнюк, С.В. Бойченко, д.т.н., професор
(Національний авіаційний університет, Київ, Україна)
Т.О. Кондратюк, к.б.н. (ННЦ «Інститут біології», Київський
національний університет імені Тарас Шевченка)
А.О. Новак (Національний авіаційний університет, Київ, Україна)*

ВИДОВИЙ СКЛАД МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ФАЗИ У ПАЛИВАХ ДЛЯ ПОВІТРЯНО-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ

*Мікроскопічні міцеліальні гриби *Alternaria sp.*, *Aspergillus sydowii*, *Cladosporium sp.*, *Penicillium brevicostatum* можуть активно розвиватися в паливі для ПРД та призводити до загрози пониження рівня надійності роботи авіаційної техніки.*

Нафтові палива зазнають мікробіологічного ураження як під час зберігання і транспортування, так і під час експлуатації. Особливо нестійкі до мікроорганізмів палива, що використовуються у реактивній авіації. За наявності в паливах води (0,01–0,02% або навіть менше) та різноманітних мінеральних забруднень відбувається розвиток різних груп мікроорганізмів, що можуть окиснювати вуглеводні. Цей процес проходить з утворенням слизистих скупчень, студнеподібних згустків, які мають поверхнево-активні властивості. Накопичення мікроорганізмів та продуктів їхньої життєдіяльності призводить до змін експлуатаційних показників палива та, як наслідок, порушення роботи паливних систем літаків [1].

Мікроорганізми, здатні розвиватися за рахунок палив, були виявлені в різноманітних зразках палива для повітряно-реактивних двигунів (ПРД), стерильно відібраних з підземних та надземних ємностей, а також в паливі з фільтрів та баків літаків, що прибули з рейсів в країни з субтропічним та тропічним кліматом [1-5]. В 1 мл палива може міститися до 9500 колонієутворюючих одиниць бактерій та грибів [2].

Більше 100 видів різноманітних мікроорганізмів можуть існувати в паливних системах літаків і за сприятливих умов дуже швидко розмножуватися. Мікроорганізми-деструктори вуглеводнів відомі серед представників родів анаеробних і аеробних бактерій (*Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Brevibacterium*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Desulfovibrio*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Micromonospora*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Thiobacillus* та ін.); мікроскопічних міцеліальних грибів (родів *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhodotorula*, *Trichoderma*, *Cladosporium resinae*, *Paecilomyces variotii* та ін.); дріжджеподібних грибів (родів *Candida*, *Debaryomyces*, *Endomycopsis*, *Saccharomyces*, *Torula*, *Torulopsis*) та актиноміцетів [5, 6, 9].

Вважається, що присутність в паливі мікроорганізмів в незначній кількості (до 10^4 клітин/м³) є безпечною, тому що вони представляють невелику частину від тієї кількості забруднень, яка може бути в паливі [1, 6]. Небезпека виникає лише тоді, коли в паливній системі або ємності для

зберігання виникає ряд умов, які сприяють швидкому розвитку мікроорганізмів.

Усі реакції мікробіологічного перетворення вуглеводнів є окисними процесами. Для біодеградації необхідна наявність у середовищі акцепторів електронів: в аеробних умовах – кисню, в анаеробних – нітратних і сульфатних сполук. Біохімічні процеси деградації палива для ПРД за участю мікроорганізмів включають у себе декілька типів ферментних реакцій на основі ферментів оксигеназ, дегідрогеназ і гідролаз, які здійснюють ароматичне та аліфатичне гідроксилування, окисне дезамінування, гідроліз та інші біохімічні перетворення вихідних нафтових речовин і проміжних продуктів їхнього розпаду [6, 7]. Ріст мікроорганізмів в паливі обумовлений вуглеводневим складом, відношенням палива і водної фази, ступенем змішування цих фаз, вмістом мінеральних речовин, вихідною кількістю мікроорганізмів, залежить від температури. У випадку відсутності води і за низької температури мікроорганізми не розвиваються, хоча можуть залишатися життєздатними дуже тривалий час (до появи сприятливих умов для розвитку). Розвиток мікроорганізмів починається в водній фазі палива або на межі поділу водної і паливної фаз. Саме в цьому шарі виникають оптимальні умови для життєдіяльності мікроорганізмів [6].

В забрудненнях мінерального походження завжди багато сульфатів. За відсутності вільного кисню сульфатвідновлюючі анаеробні бактерії роду *Desulfovibrio* перетворюють сульфати в сульфіти. Солі металів, продукти їх корозії, в тому числі Fe, Mg і Al, стимулюють діяльність бактерій. Аеробні бактерії роду *Thiobacillus* (тіонові) поглинаючи O_2 , розчинний в паливі, окиснюють сірчані сполуки палива. Розвиток бактерій цієї групи призводить до утворення значної кількості сірчаної кислоти. Отже, в результаті життєдіяльності сульфатвідновлюючих бактерій утворюється H_2S і продукт його окислення – елементарна сірка, при розвитку тіонових бактерій утворюється сірчана кислота. Ці речовини є корозійно-агресивними, що призводять до деструкції металів [7].

Активний розвиток в паливі та в паливних системах мікроскопічних грибів (*Hormoconis resinae*, видів р. *Penicillium*, *Aspergillus fumigatus*, *Paecilomyces variotii* та ін.) визнано найнебезпечнішим, оскільки гриби утворюють щільний міцелій, скупчення якого не тільки забивають трубопроводи та паливні фільтри, але і створюють численні локалізовані ділянки корозії на поверхнях паливних систем. Серед мікроскопічних грибів найактивнішим деструктором палив для ПРД до останнього часу було визнано *Cladosporium resinae* (сучасна назва *Hormoconis resinae* або *Amorphoteca resinae*). Це так званий гасовий («керосиновий») грибок. На сьогодні до цієї групи субстратспецифічних грибів віднесено також *Monascus floridanus*, якому притаманна здатність активно розвиватися в авіаційному паливі [8].

Середні розміри бактерій та спор грибів складають зазвичай 0,5-5 та 2,5-10 мкм, відповідно. Повне їх відділення від палива за допомогою фільтру є неможливим, оскільки тонкість фільтрації фільтроматеріалів, що використовуються в авіації, починається від 10 мкм.

Вагомим наслідком розвитку мікроорганізмів у паливі є зміна його кислотності, яке зростає у зв'язку з тим, що продуктами метаболізму біодеструктори палива є кислоти. Кислотність палива обумовлена наявністю органічних чи неорганічних кислот або їх похідних. Тому за зміною значення кислотності в паливах опосередковано можна визначати динаміку розвитку мікроорганізмів у паливі. У Випробувальному центрі продукції «УЦАХ-СЕПРО» Національного авіаційного університету було проведено дослідження зміни значення показника кислотності ураженого палива для ПРД з плином часу. В результаті проведених досліджень встановлено, що в ураженому паливі кислотність збільшується (рис. 1).

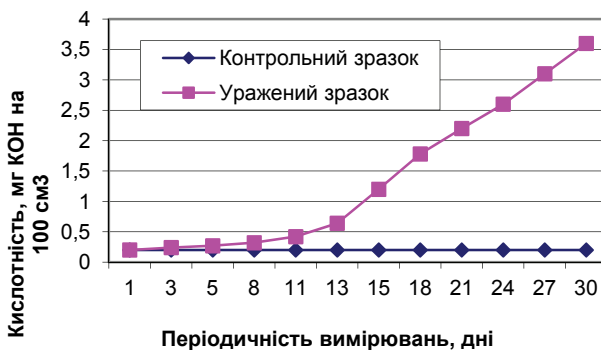


Рис. 1. Динаміка зміни кислотності ураженого палива для ПРД марки ТС-1

Дослідження ураженого палива для ПРД на наявність в ньому мікроорганізмів проводили в Діагностичній лабораторії ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Використовували тверді (агаризовані) та рідкі поживні середовища для мікроорганізмів (із пониженим вмістом джерела вуглецю). Із 3-х зразків ураженого палива, наданого Випробувальним центром продукції «УЦАХ-СЕПРО», ізолювано два види бактерій та п'ять видів мікроскопічних грибів, які в подальшому досліджували на здатність розвиватися у чистому (неураженому) паливі ТС-1. Для цього ізолювані чисті культури мікроорганізмів висівали в мінеральне середовище (у відповідності ГОСТ 9.023-74) та додавали чисте паливо для ПРД у співвідношенні 1:1. В результаті проведених досліджень встановлено, що ізолювані із ураженого палива бактерії не зазнали подальшого розвитку в ході експерименту в паливі ТС-1. Щодо мікроскопічних грибів, то всі ізолювані мікроміцети (*Acremonium cf. fusidioides*, *Alternaria sp.*, *Aspergillus sydowii*, *Cladosporium sp.*, *Penicillium brevicompactum*) розвивалися як в мінеральному середовищі, так і на розділі фаз «мінеральне середовище – паливо», формували на вказаному розділі фаз плівку, на поверхні якої спостерігали утворення дрібних пухнастих колоній (*Aspergillus sydowii*, *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.*). Розвиток *Acremonium cf. fusidioides* супроводжувався утворенням колоній у мінеральній фазі у вигляді щільних згустків (пелет). Розвиток *Aspergillus sydowii* та *Cladosporium sp.* окрім плівки та грибних колоній на розділі фаз

характеризувався також візуально добре помітним непрозорим міцеляльним нальотом на стінках пробірок у фазі «паливо». Дослідження мікроскопічних грибів, які розвивалися у паливі, показали, що деякі структури грибів (клітини, спори, гіфи) зазнали певних морфологічних змін. Останнє підтверджує здатність цих мікроміцетів адаптуватися до умов розвитку на субстратах, які містять складні вуглеводні.

Висновки

Отримані нами результати свідчать, що мікроорганізми, зокрема мікроскопічні гриби можуть активно розвиватися в паливі для ПРД та призводити до збільшення показників кислотності палива, що в комплексі може викликати забруднення регулювальної апаратури та нестабільну роботу паливної системи і як наслідок – виникнення аварій і вимушених посадок літаків.

Список літератури

1. Яновский Л.С., Дубовкин Н.Ф., Галимов Ф.М., Шигаев Т. Н., Гортьшов Ю. Ф., Горячев В. В., Кондратьев В. А., Аляев В. А. Инженерные основы авиационной химмотологии. – Казань: Изд-во Казанск.ун-та, 2005.- 714 с.
2. Кучма Н. М., Бойченко С. В., Тітова О. С., Турчак В. М. Вплив мікробіологічного забруднення вуглеводневих палив на хімотологічну надійність паливних систем // Вопросы химии и химической технологии. – 2006. – № 1. – С. 107–109.
3. Вишнякова Т. П., Власова И. Д., Мыльникова С. И. и др. Поражаемость микроорганизмами нефтяных дистиллятных топлив в условиях хранения и эксплуатации и их защита // Биологические науки. 1990. № 10. С. 138–144.
4. Кондратюк Т.А., Харкевич Е.С., Захарченко В.А. и др. Биоповреждение авиационного топлива ТС-1 микроскопическими грибами // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41. Вып. 5. С. 442–448.
5. Carlos E. Rodriguez-Rodriguez, Evelyn Rodriguez-Cavallini, Rigoberto Blanco Bacterial contamination of automotive fuels in a tropical region: the case of Costa Rica //Revista de Biología Tropical 2009. v.57 n.3 San José sep. P. 1-7.
6. Скрибачилин В.Б., Лантмева Е.А., Михайлова Л.К. О биоповреждении топлив // Химия и технология топлив и масел. – 1983, № 12, с. 29-30.
7. К проблеме биологического окисления нефти и нефтепродуктов углеводородокисляющими микроорганизмами / Тимергазина И.Ф., Переходова Л.С. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – №1. – С. 15 – 19.
8. Кривушина А.А. Микромицеты в авиационном топливе. Автореф. дис. к.б.н. 03.02.12. М., 2012. 24 с.
9. Gaylarde, C.C., F.M. Bento, J. Kelley Microbial contamination of stored hydrocarbon fuels and its control //Rev. Microbiol. 1999.30. P. 1-10.

*О.Б. Шевченко, к.т.н., О.В Циба
(ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Україна, м. Дніпропетровськ)
Г.В.Тарасова
(Національний горний університет, Україна, м. Дніпропетровськ)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУМІШЕВИХ ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ

Розглянуті властивості метилових ефірів курячого жиру як компонента сумішевих дизельних палив. Визначено вплив біодизельного палива на густину, в'язкість, фракційний склад та інші показники дизельного палива. Показано, що названі показники сумішевих дизельних палив знаходяться в межах норм стандарту.

У зв'язку із виникненням глобальних енергетичної та економічної світових криз, людство активно здійснює пошук альтернативних мінеральним джерел енергії. Особливо велика увага приділяється пошукам заміників світлих нафтопродуктів, адже без автомобілів, літаків, поїздів людство не бачить свого подальшого існування. Велика частина автомобілів, більшість тракторів та інших мобільних та стаціонарних машин мають привід від дизельних двигунів, які на сучасному етапі, в основному, працюють на мінеральному дизельному паливі.

Перспективною альтернативою мінерального дизельного палива можуть бути біодизельні палива, до яких відноситься диметиловий ефір, рослинна олія та біодизель. За показниками густини та в'язкості біодизельна ближчається до мінерального дизельного палива. Малий вміст сірки в вихлопі (0,001% проти 0,05% в мінеральному дизельному паливі) не погіршує змащувальні властивості біодизеля.

При цьому між ремонтний термін експлуатації двигуна збільшується приблизно на 50%. Біодизель має хороші показники самозаймання (його цетанове число становить 51, тоді як в мінерального дизпалива близько 45), що покращує запуск двигуна. Висока температура спалаху (не менше 110 °С) робить його одним з найбільш пожегобезпечних видів палива. Біодизель відноситься до екологічних видів палива. Кількість викидів шкідливих сполук і твердих часток при роботі двигуна на біодизелі зменшується на 20–25%, чадного газу на 10-12%, ніж при роботі на мінеральному дизельному паливі. За технологічними принципами отримання біопалива воно поділяється на три групи: першого, другого та третього покоління.

Виробництво біопалива першого покоління потребує значних орних земель, які в більшості використовуються для виробництва продуктів харчування, а також переведення значної частки харчових продуктів рослинництва в сировину для біопалива [1,2].

Така тенденція призвела до зменшення об'ємів продовольчого виробництва та здорожчання продуктів харчування, що відмічають в усьому світі. Це в свою чергу може призвести до серйозної нестачі продовольства,

зокрема для країн, що розвиваються, де вже більше 800 мільйонів чоловік страждають від голоду і недоїдання. Тобто посилюється проблема голоду та продовольства – одна із глобальних на планеті.

Головним завданням технологій біопалива другого покоління – є збільшення кількості виробленого екологічностійкого біопалива, використовуючи чибіомасу, що складається з залишкових нехарчових частин рослин, таких як стебла, листя, лушпиння, що залишаються після вилучення харчової частини. Також годяться нехарчові рослини (дикоростуче просо, ятрофа, міскантус, агава) і виробничі сміття: деревна стружка, шкірка і м'якоть від пресування фруктів і т.п.

Технології біопалива другого покоління покликані витягувати корисну сировину з деревної або волокнистої біомаси, яка містить корисні цукри у вигляді целюлози і лігніну.

Як показали дослідження, перетворення деревної біомаси шляхом бродіння в цукри вимагає дорогих технологій, пов'язаних з попереднім обробітком сировини за участі спеціальних ферментів та значних витрат енергії. А це означає, що виробництво біопалива другого покоління у великих масштабах покищо залишається економічно збитковим і неконкурентним з існуючими традиційними видами палива. Окреслені труднощі визначають той факт, що ринок біопалива 2-го покоління на даний час не сформувався. Запущені поодинокі виробництва носять експериментальний характер. Основні ж зусилля зосереджені на дослідних проектах.

Також не у всіх випадках вирішується проблема екології середовища з виробництвом біопалива другого покоління. Так виробництво і використання біодизелю з пальмової олії може зменшити шкідливі викиди на 80%. Однак, якщо сировина для цього виробництва буде вироблятися на землях, за рахунок вирубки тропічних лісів, то парниковий ефект може зрости на 800 % і більше [3]. Головною перевагою біодизельного палива, яке робить його «привабливим» з точки зору заміни існуючих видів палива, є його екологічна чистота. На відміну від пального, виробленого із нафтопродуктів, біодизель при попаданні в землю чи воду піддається повному біологічному розкладу, а рівень викидів вуглекислого газу в атмосферу при згоранні значно нижчий, порівняно із звичайним дизельним паливом, покращується мастильна властивість дизельного пального і підвищується цетанове число по відношенню до мінерального пального. Для стимулювання розвитку виробництва біодизелю Уряди багатьох країн запроваджують механізми підтримки виробництва і подальшого розвитку галузі на коротко- чи довгострокову перспективу.

В Україні розвиток виробництва біодизелю знаходиться на стадії становлення, проте основною причиною стримування його поширення можна назвати відсутність комплексної стратегії, яка включала б механізми державного регулювання галузі, економічні преференції для виробників, споживачів біопального, соціальні та екологічні аспекти.

Розвиток ринку біодизелю поки стримує неформована законодавча база, фінансово-економічна обґрунтованість виробництва, технічні і технологічні проблеми. У контексті цих питань важливо перейняти

іноземний досвід в технологічних розробках, залучити висококваліфікованих спеціалістів у дану галузь. Проте, головними критеріями при розробці стратегії розвитку біоенергетичної галузі та нормативно-правової бази повинні стати її комплексність і економічна обґрунтованість.

Використання сумішевих біопалив на базі олій та жирів дозволить не тільки забезпечити заміщення нафтових палив паливом рослинного походження та покращити екологічні показники дизеля.

Вивчалися сумішеві дизельні палива біодизельного палива на основі курячого жиру з прямогонним дизельним паливом до гідроочищення (вміст сірки-0,5 %) та після гідроочищення (вміст сірки -50 ppm). Для забезпечення якісного сумішоутворення палива з повітрям, крім густини та в'язкості, паливо повинно мати заданий фракційний склад, що є важливим показником експлуатаційних властивостей палив для двигунів внутрішнього згорання. При визначенні фракційного складу традиційного дизельного палива виділяють температури начала википання 10, 50, 90% та кінець кипіння. Температура кипіння дизельного палива безперервно зростає з 190 до 360 °С. Для біодизельного палива межі википання складають 320-330°С. Таким чином, діапазон википання ефірів жирних кислот значно вужче, ніж діапазон температур википання традиційних дизельних палив. Для забезпечення якісного сумішоутворення палива з повітрям, крім густини та в'язкості, паливо повинно мати заданий фракційний склад, що є важливим показником експлуатаційних властивостей палив для двигунів внутрішнього згорання. При визначенні фракційного складу традиційного дизельного палива виділяють температури начала википання 10, 50, 90% та кінець кипіння. Температура кипіння дизельного палива безперервно зростає з 190 до 360 °С. Для біодизельного палива межі википання складають 320-330 °С. Таким чином, діапазон википання ефірів жирних кислот значно вужче, ніж діапазон температур википання традиційних дизельних палив.

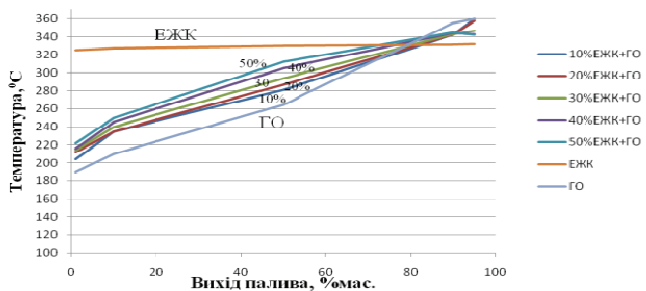


Рис.1- Фракційний склад гідроочищеного дизельного палива в суміші з ЕЖК

Стійкість до окислення є одним з найбільш важливих властивостей оскільки біодизель окислюється легше в порівнянні з нафтовим дизельним паливом і виробляє продукти реакції, які можуть зашкодити двигуну або

автомобілю. Вивчалась окиснювальна стабільність різних композицій сумішевих дизельних палив. Паливо з великим числом молекул метиленових груп, прилеглих до подвійних зв'язків, особливо сприйнятливі до окислення. Процес окислення починається, як тільки рослину олію створюється і триває до початку переетерифікації. Окислення виробляє пероксиди (гідрпероксиди), які піддаються подальшій реакції з утворенням кислоти. Молекули можуть також полімеризуватися і утворюють смоли, осад і інші нерозчинні сполуки. На відміну від пероксидів, які зазвичай зникають в якийсь момент під час переетерифікації, полімери, що утворюються при окислення не зникають і залишаються в суміші. Загальне кислотне число (не більше 0,50 мг КОН / г). Кислотне число є мірою кислот в паливі. Ці кислоти виходить із двох джерел: (I) кислоти, що використовуються у виробництві біодизельного палива, які не повністю видаляються в процесі виробництва, і (II) кислоти, що утворюються в якості побічного продукту в процесі окислення. Кислотне число вимірюється кількістю КОН (гідроксиду калію), необхідного для нейтралізації одного грама біодизельного палива. Кислотне число біодизелю буде змінюватися внаслідок нормального процесу окислення з плином часу, і наші дослідження показали, що ця зміна є хорошим індикатором стабільності сумішевого дизельного палива. Наявність кислот в паливі може завдати шкоди системам впорскування та іншим металевим деталям.

Висновок

Приведені дані досліджень підтверджують можливість застосування у дизелях біодизельного палива. Сумішеві дизельні палива, що вміщують метилові ефіри жирних кислот мають найбільш близькі показники з нафтовим дизельним паливом.

Список літератури

1. Поліщук В.М. Застосування біопалив для дизельних двигунів (Узагальнення досвіду) / В.М. Поліщук, С.В. Драгнев, І.І. Убоженко, М.Ю. Павленко, О.В.Поліщук // Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, № 125. 2008. – 315-319.
2. Мироненко В.Г. Технології виробництва біодизеля: [курс лекцій для студ.сільськогосп. вищ. навч. закл.] / Мироненко В.Г., Дубровін В.О., Поліщук В.М., Драгнев С.В. – К.: ХОЛТЕХ, 2009. – 100
3. Я. Подгурський Особливості розвитку біопаливної галузі в Україні (Узагальнення досвіду) / Я. Подгурський, Б. Кочірко, Н. Красільнікова, О. Золотарева // Український науково-дослідний інститут нафтопереробної промисловості “МАСМА”. Київ

Т.О. Кондратюк, к.б.н. (Діагностична лабораторія, ННЦ «Інститут біології», Київський національний університет імені Тарас Шевченка, Україна, м. Київ)

О.В. Мирошник (ННЦ «Інститут біології»), Київський національний університет імені Тарас Шевченка, Україна, м. Київ)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МІКРОСКОПІЧНИХ МІЦЕЛІАЛЬНИХ ГРИБІВ В АВІАЦІЙНОМУ ПАЛИВІ

Охарактеризовано особливості розвитку 17-и тест-культур міцеліальних грибів на суміші мінерального середовища та палива ТС-1. Гриби, використані в дослідженнях (види родів Alternaria, Aspergillus, Cladosporium, Penicillium та Hormoconis resinae) ізольовані з ґрунту, забрудненого авіаційним паливом, відпрацьованого палива ТС-1 та палива ТС-1 із паливозаправника.

В резервуарах для авіаційних палив (як в наземних сховищах, так і бензобаках літаків, трубопроводах) можуть розвиватися різноманітні мікроорганізми, які призводять до деградації вуглеводнів та пошкодженню резервуарів. Багаточисельні літературні дані свідчать, що в зразках палив часто трапляються представники бактерій (*Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus* та ін.), дріжджі. Найнебезпечнішим визнано активний розвиток в паливі та в паливних системах мікроскопічних грибів, зокрема так званих газових («керосинових») грибів *Cladosporium resinae* (сучасна назва *Hormoconis resinae* або *Amorphoteca resinae*) та *Monascus floridanus*, а також *Aspergillus fumigatus*, *Paecilomyces variotii*, мікроміцетів родів *Penicillium* та ін. Гриби здатні продукувати такі біологічно-активні сполуки, як ферменти, кислоти, пігменти. Розвиток мікроміцетів в авіаційному паливі може призводити до утворення щільного міцелію, який забиває паливні системи, зокрема фільтри, численних локалізованих ділянок корозії на поверхнях паливних систем. Небезпека біопшкодження палив підвищується в умовах високої температури та вологості, особливо в тропічних і субтропічних кліматичних зонах. Формування міцелію грибів розпочинається, як правило, на межі паливо-повітря або на стінках паливних ємкостей. Розвиток мікроорганізмів в паливі, їх агресивні метаболіти призводять до зміни складу та властивостей палива, викликають корозію обладнання, що в свою чергу, є причиною аварій паливних насосів, фільтрів та вимірювального обладнання [1 – 9].

Мікроскопічні гриби характеризуються широким діапазоном адаптивних стратегій, що проявляються в умовах дії різноманітних екологічних факторів. В результаті адаптації до різних субстратів в авіаційному паливі можуть з'являтися види мікроскопічних грибів, які раніше там не відмічали [3]. Отже питання біопшкодження палива для повітряно-реактивних двигунів (ПРД) залишається актуальним.

Нами проведено дослідження щодо здатності 17 тест-культур мікроскопічних грибів розвиватися в авіаційному паливі для ПРД. Вказані тест-культури були відібрані із 36 чистих культур грибів, які були ізольовані із ґрунту, забрудненого паливом (25 ізолятів); із зразка відпрацьованого палива

ТС-1 (8 ізолятів) та палива із паливозаправника (3 ізоляти). Для виділення культур грибів використовували агаризоване середовище Чапека-Докса з різним вмістом сахарози (як джерела вуглецю). В низці дослідів в поживне середовище додавали 80%-й розчин молочної кислоти для пригнічення бактеріальної складової досліджуваних зразків. Для визначення особливостей розвитку ізольованих чистих культур мікроміцетів в паливі ТС-1 суспензію тест-культур вносили в мінеральне середовище (у відповідності до ГОСТу 9.023–74) та додавали чисте паливо для ПРД у співвідношенні 1:1. Пробірки струшували і культивували у термостаті з температурою $+28^{\circ}\pm 1\text{C}$.

В результаті проведених досліджень встановлено, що в пробах ґрунту, забрудненого паливом для ПРД, розвивалися бактерії, дріжджеподібні та міцеліальні гриби. У зразках відпрацьованого палива ТС-1 та палива із паливозаправника домінували мікроскопічні міцеліальні гриби. Із зразка відпрацьованого палива ТС-1 нами ізольовано, зокрема, газовий («керосиновий») гриб *Hormoconis resiniae* (*Cladosporium resiniae*) (Рис.1).

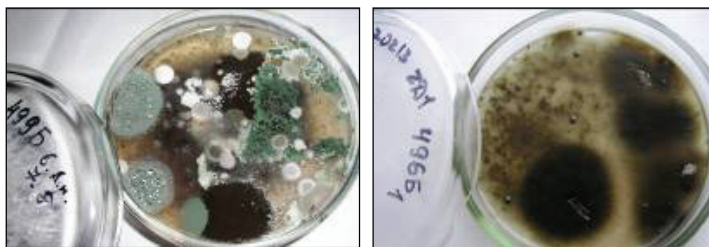


Рис. 1. Мікроскопічні гриби ізольовані із ґрунту, забрудненого паливом для ПРД (зліва), та *Hormoconis resiniae* в пробі відпрацьованого палива (справа)

Візуальну оцінку росту тест-культур грибів в паливі ТС-1 в умовах експерименту проводили за такими ознаками: прозорість та зміна кольору мінерального середовища, наявність плівки на межі мінеральне середовище–паливо, наявність осаду, розташування колоній грибів (у мінеральному середовищі, на розділі фаз або у паливі) (табл.). Використані тест-культури мікроскопічних грибів проявили різну здатність щодо росту в чистому паливі ТС-1 в умовах експерименту. Більшість з них розвивалися як в мінеральному середовищі, так і на розділі фаз «мінеральне середовище – паливо», формували плівку на вказаному розділі фаз, утворювали окремі колонії або суцільне міцеліальні кільце (рис. 2).

Розвиток частини тест-культур грибів в умовах проведеного дослідження супроводжувався утворенням колоній грибів у мінеральній фазі у вигляді щільних згустків (пеллет). Кілька тест-культур мікроміцетів окрім плівки та грибних колоній на розділі фаз формували також візуально добре помітний непрозорий міцеліальний нальот на стінках пробірок у фазі «паливо» (табл.). Окрім цього спостерігали зміну кольору мінерального середовища під час розвитку мікроскопічних грибів *Trichoderma* 498/Б5 та *Cladosporium* 497/А1 (рис. 2). Розвиток *Aspergillus niger* 498/Б4 характеризувався наявністю дрібних (до 1,5 мм) білих колоній на межі розподілу фаз паливо – мінеральне середовище; *Penicilium sp.* 499/Б2 – утворенням великих (до 4 мм) щільних

колоній сіруватого кольору з фіолетовим відтінком, які не руйнувалися при інтенсивному струшуванні пробірки.

Таблиця 1.

Характеристика особливостей росту тест-культур грибів

Ізоляти мікроскопічних грибів, № ізоляту	Прозорість мінерального середовища	Зміна кольору мінерального середовища	Ріст грибів у мінеральному середовищі	Плівка на межі фаз*	Колонії грибів на розділі фаз*	Ріст грибів у паливі	Наявність осаду
<i>Hormoconis resinae</i> 496/Б1	–	–	+	+	+	+++	+
<i>Alternaria</i> sp. 497/А2	+	–	+	+	–	–	+
<i>Alternaria</i> sp. 497/А3	–	–	+	+	+	+++	+
<i>Alternaria</i> sp. 497/А5	–	–	+	+	+	+++	+
<i>Cladosporium</i> sp. 497/А1	–	+	+	+	+	+	+
<i>Cladosporium</i> sp. 497/А4	–	–	+	+	+	+	+
<i>Cladosporium</i> sp.497/А6	+	–	–	+	+	–	+
<i>Aspergillus oryze</i> 498/Б2	+	–	+	+	+	+++	+
<i>Aspergillus niger</i> 498/Б4	–	–	+	+	+	–	+
<i>Penicilium purpurogenum</i> 498/Б1	+	–	+	+	+	–	+
<i>Penicilium</i> sp.498/Б3	+	–	–	+	–	+++	+
<i>Trichoderma</i> sp. 498/Б5	–	+	–	+	+	–	+
<i>Aspergillus niger</i> 499/Б6	+	–	+	+	+	+	–
<i>Aspergillus</i> sp. 499/Б8	+	–	–	+	–	+++	+
<i>Penicilium</i> sp. 499/Б2	+	–	+	+	–	+++	+
<i>Penicilium</i> sp. 499/Б3	–	–	–	+	–	–	+
<i>Penicilium</i> sp. 499/Б7	±	–	+	+	+	+++	–

Примітка: * – межа між фазами «мінеральне середовище» та «паливо»;

** – обростання міцелієм грибів стінок пробірок у фазі «паливо»

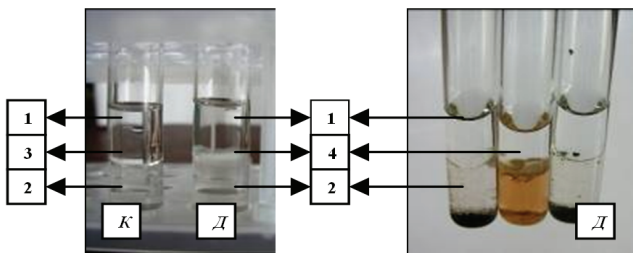


Рис. 2. Розвиток мікроскопічних грибів в умовах експерименту: 1 – фаза «паливо», 2 – фаза «мінеральне середовище», 3 – межа розділу фаз «паливо – мінеральне середовище», 4 – колонії грибів на розділі фаз «паливо – мінеральне середовище» та у паливі; Д – дослідні варіанти експерименту (із додаванням суспензії тест-культур грибів), К – контрольний варіант експерименту (без суспензії тест-культур грибів).

Висновки

Отже, результати проведених нами досліджень свідчать, що використані нами тест-культури мікроскопічних грибів можуть активно розвиватися в паливі для ПРД. Серед мікроміцетів, що ізолювані із забрудненого авіаційним паливом ґрунту, більша частина тест-культур проявили здатність в умовах експерименту рости у паливній фазі, що свідчить про певну адаптацію цих грибів до існування в присутності такого джерела вуглецю, як складні вуглеводні. Клітини, спори, гіфи мікроскопічних грибів, які розвивалися у паливі, зазнали певних морфологічних змін (змінювалась товщина гіф, розміри спор та міжсептових відстаней, формувалися різноманітні нетипові структури тощо). Це також є підтвердженням здатності мікроміцетів адаптуватися до умов розвитку на субстратах, які містять складні вуглеводні. На особливу увагу при проведенні подальших досліджень заслуговують використані нами тест-культури мікроскопічних грибів, які розвивалися у фазі «паливо».

Використана література

1. Вишнякова Т. П., Власова И. Д., Мьльникова С. И. и др. Поражаемость микроорганизмами нефтяных дистиллятных топлив в условиях хранения и эксплуатации и их защита // Биологические науки. 1990. № 10.
2. Кондратюк Т.А., Харкевич Е.С., Захарченко В.А. и др. Биоповреждение авиационного топлива ТС-1 микроскопическими грибами // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41. Вып. 5.
3. Кривушина А.А. Микромицеты в авиационном топливе. Автореф. дис. ... к.б.н. М., 2012.
4. Матвеева, Е.Л., Васильченко О.А., Демянко Д.А. Микробиологическое поражение авиационных топлив // Системи озброєння військова техніка, 2011, №2 (26).
5. Михайлова Л. К., Лантева Е.А., Скрибачилин В. Б., Прохоров В. П. Микромицеты нефтяных топлив // Микология и фитопатология. 1986. Т. 20, Вып.6.
6. Нгуен Ван Хуе Исследование изменения качества реактивного топлива ТС-1, хранящегося в условиях тропического климата Вьетнама. Автореф. дис. ... к.техн.н. М., 2002.
7. Gaylarde, C.C., F.M. Bento, J. Kelley Microbial contamination of stored hydrocarbon fuels and its control // Rev. Microbiol. 1999.30.
8. Gardner A. C., Williams G. R. The growth of *Pseudomonas putida* in fuel samples containing 2-methoxyethanol (2-ME) // Int. Biodeterior. Bull. 1982. Vol. 18, N. 3.
9. Hideaki N., Hiroshi H., Toshio O. Bacterial degradation of aromatic compounds via angular dioxygenation // J. Gen. Appl. Microbiol., 2001. N. 47.

*С.В. Бойченко, д.т.н., профессор, И. А. Шкильнюк, Л.Н. Черняк, к.т.н.
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

*Казимир Лейда, д.т.н., профессор,
(Жешувский технологический университет, Польша)*

*А.В. Яковлева, аспирант
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)*

МОДИФИКАЦИРОВАНИЕ СОСТАВА АВИАЦИОННОГО КЕРОСИНА ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРИСАДКАМИ

Проанализировано современные требования к авиационным топливам. Рассмотрены основные типы присадок, что используются для улучшения эксплуатационных и экологических характеристик авиационных топлив.

Производство топлив для авиационных двигателей является одним из развивающихся направлений нефтеперерабатывающей отрасли мира. В первую очередь это связано с увеличением парка воздушных судов. По данным World Airfleet, в мире насчитывается около 2 тыс. авиакомпаний, которые располагают 50 тыс. самолетов.

В период с 1992 по 2002 уровень потребления реактивного топлива вырос на 21%, в то время как объём авиационных перевозок увеличился на 53%.

Кроме этого, стоит вопрос защиты окружающей среды. В этом смысле резолюция Европарламента об уменьшении последствий деятельности авиации для климатических изменений (INI/2005/2249) ясно говорит о том, что: «Европейский парламент настоятельно призывает содействовать введению авиационного биотоплива, способствуя таким образом уменьшению последствий для климатических изменений».

Качество топлив для реактивных двигателей в сравнении с другими нефтепродуктами в наибольшей степени зависит от природы нефти и пределов выкипания фракций, выделяемых при атмосферной перегонке. Фракции прямой перегонки очищают разными способами, обусловленными составом нефти и требованиями, предъявляемыми к качеству топлива. Некоторое количество топлив для реактивных двигателей получают каталитической деструктивной переработкой в присутствии водорода дистиллятов атмосферной или вакуумной перегонки и продуктов каталитического крекинга. Режим каталитической переработки зависит от качества сырья и, в свою очередь, практически полностью определяет качество топлива.

Одним из способов улучшения как эксплуатационных так и экологических свойств авиационных топлив, является ведение в их состав полифункциональных присадок.

В состав топлив для ВРД вводятся антистатические, противодоокрасталлизационные, антиокислительные и противоизносные присадки.

Использование присадок в авиатопливах тщательно контролируется и ограничивается по причине потенциальной возможности нежелательных

побочных эффектов. При некоторых обстоятельствах присадки могут оказывать на поддержание чистоты топлива в процессе транспортировки, хранения и перекачки или неблагоприятно воздействовать на топливную систему самолета и на работу или техническое обслуживание газотурбинного двигателя.

Могут использоваться только допущенные к применению присадки в количестве и составе, одобренными самолетостроителями и изготовителями двигателей, и указанные соответствующими органами – разработчиками спецификации.

Использование присадок должно быть сообщено покупателю в сертификатах качества на партию или как-нибудь иначе направлено покупателю и/или оговорено в контракте. Как правило, нет доступных методов определения концентрации допущенных к применению присадок в топливах и грамотного контроля над добавлением присадок, поэтому большое значение имеет ведение учетной документации.

Спецификации определяют требования к присадкам, следующим образом:

- **Обязательное использование** – должны присутствовать в установленных минимальном и максимальном пределах или в пределах свойств.
- **Использование по усмотрению** – можно добавлять до максимальной концентрации или в пределах свойств.

Использование по соглашению – можно добавлять только по соглашению с потребителем/покупателем в установленных пределах.

Выводы

Производство топлив для авиационных двигателей является одним из развивающихся направлений нефтеперерабатывающей отрасли мира. С каждым годом увеличивается рост потребления топлив для ВРД и, соответственно, повышаются требования к качеству топлив.

Качество топлив в большой степени зависит от сырья и применения процессов его переработки. Для повышения эксплуатационных свойств топлив сегодня применяют ряд присадок (антиокислительные, противоизносные, ПВК жидкости, антистатические и т.д.), количество введение которых в топливо строго нормируется.

*О. Запорожець, д.т.н., професор
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)
B. Bluykher, професор (Indiana State University, Indiana, USA),
О. Коновалова, к.т.н., доцент, І. Государська, асистент,
К. Синило, асистент
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНІ ЗАГРОЗИ ТА ЇХ ОБМЕЖЕННЯ НАВКОЛО АЕРОПОРТУ

До суттєвих осередків виникнення техногенних небезпек слід віднести наявність на території України близько 40 аеропортів та аеродромів цивільної авіації. Розміщення і функціонування на окремій території потужних різно-профільних господарських комплексів, транспортних засобів обумовлює несприятливе сусідство значної кількості чинників безпеки. На основі аналізу розширено ієрархічну структуру техногенної безпеки.

Проблеми техногенно-екологічної безпеки набули в Україні надзвичайної гостроти. Загрози екологічній сфері національної безпеки України становлять майже 50% [1]. До суттєвих осередків виникнення техногенних небезпек слід віднести наявність на території України близько 40 аеропортів та аеродромів цивільної авіації (ЦА). Саме в околиці аеропортів людина перебуває у природно-техногенному середовищі, яке на сучасному етапі характеризується підвищеною екологічною небезпекою. Закон України [2] серед пріоритетів національних інтересів окреслює екологічний аспект забезпечення екологічно та техногенно-безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства, збереження довкілля.

Суттєву локальну техногенно-екологічну небезпеку спричиняють об'єкти ЦА, рівні впливу яких на довкілля час від часу перевищують допустимі величини вітчизняних і міжнародних нормативів. Країни та міжнародне суспільство, їх аеропорти і авіакомпанії багато зробили для попередження і зниження екологічних втрат, зумовлених застосуванням авіації, проте безпеки та ризику, під час прояву яких втрачаються матеріальні ресурси, погіршується стан навколишнього середовища і навіть гинуть люди в околиці аеропортів, залишаються на небажано високому рівні. Оцінити ступінь наявних техногенних загроз, визначити ймовірність їх реалізації, виявити їх конкретні наслідки та оцінити ризик для населення в околиці аеропортів є важливою проблемою, вирішення якої дозволяє зменшити техногенний вплив на об'єкти навколишнього середовища і встановити прийнятні рівні цього впливу.

Екологічна безпека - відсутність дій, станів та процесів, які прямо чи непрямо призводять до суттєвих збитків для навколишнього середовища, населення та матеріальних об'єктів [3]. Ефективно управляти системою забезпечення екологічної безпеки можна тільки на основі дослідження умов формування та проявів екологічної небезпеки, аналізу конкретних небезпечних

чинників для виявлення регіонально значимих складових небезпеки та її джерел. Екологічна небезпека має складну ієрархічну структуру [4]. Основними елементами сучасного регулювання системою забезпечення екологічної безпеки є оцінка ризику через облік ймовірності негативного впливу різних техногенних факторів [5]. Тому першочерговим завданням дослідження є проведення ідентифікації техногенних чинників, здатних призвести до порушення екологічної безпеки.

Аеропорти та аеродроми ЦА призводять до надмірного техногенного навантаження, де має місце одночасна присутність складових небезпеки різного генезису, несприятливе позиціонування їх джерел. Розміщення і функціонування на окремій території потужних різнопрофільних господарських комплексів, стаціонарних об'єктів (механічні та гальванічні дільниці, сховища пально-мастильних матеріалів, фарбувальні дільниці, насосні для перекачування нафтопродуктів, бойлерні і котельні установки), транспортних засобів обумовлює несприятливе сусідство значної кількості чинників небезпеки (табл. 1). Одночасна присутність декількох складових екологічної небезпеки □ взаємодіючих між собою чинників □ суттєво підсилює негативний вплив на населення навколо аеропортів.

Таблиця 1

Чинники екологічної небезпеки на території розміщення аеропортів ЦА

Чинники екологічної небезпеки	Основні джерела техногенних чинників
1. Шумове забруднення атмосферного повітря	Авіаційна техніка, спеціальний технічний наземний транспорт, пасажирський автотранспорт
2. Хімічне забруднення атмосферного повітря. 3. Хімічне забруднення ґрунту та поверхневих вод	Авіаційна техніка, спеціальний технічний наземний транспорт, бойлерні і котельні установки, сховища пально-мастильних матеріалів, фарбувальні дільниці, пасажирський автотранспорт, технологічні ділянки авіаційно-технічної бази аеропорту
4. Електромагнітне забруднення атмосферного повітря	Радіотехнічні засоби та засоби посадки (дальній приводний радіомаяк, ближній приводний радіомаяк, система посадки), азимутально-далекомірний радіолокатор, радіолокаційний комплекс
5. Біологічне забруднення ґрунту та поверхневих вод	Аеровокзали, авіаційно-технічні бази, інфраструктура навколо аеропорту
6. Відведення земель	Аеровокзали, авіаційно-технічні бази, аеродром, злітно-посадкові смуги
7. Ризик третьої сторони та інші несприятливі чинники	Катастрофи та авіаційні події під час експлуатації ПК

Основними джерелами екологічної небезпеки є транспортні засоби: повітряні кораблі (ПК), спеціальний технічний наземний та пасажирський транспорт. Специфічною домінантою екологічної небезпеки аеропортів є транспортні події, зокрема авіаційні події (АП), що обумовлено несприятливою позиційністю цих техногенних чинників (в кожній катастрофічній ситуації, як правило, проявляються декілька несприятливих чинників для довкілля) відносно об'єктів довкілля, на які вони чинять вплив. На основі аналізу нами розширено ієрархічну структуру [4] техногенної небезпеки (рис.1).

Класифікуючи екологічні чинники, пов'язані з авіатранспортними процесами, ІКАО розглядає АП як чинники екологічної небезпеки навколо аеропортів [6]. Важливе питання екологічної безпеки полягає в розробці заходів зі зниження ризику впливу чинників під час експлуатації ПК в околиці аеропортів, оскільки вони спричиняють не тільки загибель людей в околиці аеропорту, але й механічне порушення ландшафту території, знищення рослинності, утворення відвалів, хімічне забруднення атмосфери, повеневих вод та ґрунтів внаслідок розливання паливно-мастильних матеріалів, а також руйнують і/або пошкоджують основні фонди, знищують майно.

Висновки

На основі аналізу розширено ієрархічну структуру техногенної небезпеки. Збалансований підхід ІКАО є основою розроблення комплексу заходів із зниження впливу техногенно-екологічних чинників на довкілля: зниження чинника в джерелі утворення; зонування території навколо аеропорту; експлуатаційні процедури; експлуатаційні обмеження.

Список літератури

1. *Ю. В. Єгоров.* Державно-управлінські механізми здійснення політики екологічної безпеки України. Державне управління: удосконалення та розвиток, Електронне наукове фахове видання, 2011 р.
2. Закон України “Про основи національної безпеки” // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – С. 351.
3. ДСТУ 2156–93 Безпечність промислових підприємств. Терміни та визначення. Чинний від 01.01.95
4. *Шмандій В.М., Шмандій О.В.* екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави // Екологічна безпека 1/2008 – С. 9-15.
5. *Бек, У.* Общество риска. На пути к другому модерну /У. Бек – М.: Прогресс – Традиция, 2000. – 384 с.
6. Руководство по проектированию аэропортов. Часть 2. Использование земельных участков и контроль над окружающей средой. - ИКАО, Doc. 9184-AN/902.

*О. Запорожець, д.т.н., професор, І. Государська, асистент
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)
В. Blyukher, професор
(Indiana State University, Indiana, USA)*

ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ НАВКОЛО АЕРОПОРТУ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВПЛИВУ АВІАЦІЙНИХ ПОДІЙ

Дослідженні чинники порушення екологічної безпеки в районі розташування аеропортів. Встановлено, що специфічною домінантою техногенно-екологічної небезпеки аеропортів є транспортні події, зокрема авіаційні події. Наведена розрахункова формула ризику, що дозволяє оцінити величину очікуваного наслідку від несприятливої події.

Закон України [1] серед пріоритетів національних інтересів окреслює екологічний аспект забезпечення екологічно та техногенно-безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства, збереження довкілля. Аеропорти та аеродроми ЦА призводять до надмірного техногенного навантаження, де має місце одночасна присутність складових небезпеки різного генезису і несприятливе позиціонування їх джерел.

Тому в околиці аеропортів людина перебуває у природно-техногенному середовищі, яке на сучасному етапі характеризується підвищеною екологічною небезпекою.

Основними джерелами екологічної небезпеки в аеропортах є транспортні засоби: повітряні кораблі (ПК), наземний спеціальний технічний та пасажирський транспорт. В умовах експлуатації, технічного обслуговування та ремонту (на ділянках авіаційно-технічних баз) вони є джерелами випромінювання акустичних та електромагнітних хвиль, викиду забруднюючих речовин (емісії двигунів), утворення відходів, скиду забруднюючих речовин у поверхневі води та ґрунти, тощо. Специфічною домінантою техногенно-екологічної небезпеки аеропортів є транспортні події, зокрема авіаційні події (АП).

АП ніколи не буває наслідком якої окремої причини, а відбувається в результаті взаємодії кількох різних чинників. Структура чинників скоєння АП повністю відповідає прийнятій загальній структурі екологічної небезпеки [2], яка включає техногенні, соціогенні та сап'єнтні класи антропогенного типу небезпек. Техногенна складова екологічної небезпеки характеризує вплив на людину та довкілля, пов'язаний з технічними засобами та технологіями господарської діяльності, і включає види, що визначаються різноманітними чинниками, та відповідні підвиди.

Екологічна безпека, безумовно, все ще вимагає більш глибокої розробки методологічних аспектів і її теорії, опрацювання наукових основ управління нею на базі всебічного дослідження процесів та умов формування

небезпеки, потребує уточнення та деталізації понятійно-термінологічного апарату [2].

Екологічна безпека розглядається як динамічна складова регіональної системи, що забезпечує її гармонійний розвиток в умовах захищеності від реальних та потенційних антропогенних та природних впливів. Рівень безпеки, в основному, визначається ймовірністю проявів небезпеки. Це потребує всебічного вивчення умов формування екологічної небезпеки.

Транспортні події та зокрема АП можуть бути джерелом таких наслідків для довкілля: ризику третьої сторони (фатальних наслідків для населення, що мешкає навколо аеропортів); екологічного ризику для об'єктів дикої природи, в першу чергу для птахів (зі зворотнім ризиком для безпеки польотів в результаті зіткнення з повітряними кораблями (ПК)); ризику небезпек, пов'язаних з інфраструктурою прилеглих до аеропорту районів (сховища небезпечних речовин, трубопроводи, потенційно-небезпечні підприємства, тощо); ризику екологічних наслідків від прямого забруднення атмосферного повітря, вод та ґрунтів в результаті скиду авіаційного палива перед аварійною посадкою, тощо. Крім того, чинниками АП, зокрема катастроф, можуть бути такі явища, як вибухи паливних баків, пожежі, несприятливі наслідки яких на землі також здатні спричинити суттєві екологічні збитки.

Оцінка ризику здійснюється для визначення очікуваних величин збитків від експозиції окремого стресора ризику і оцінювання, чи ці наслідки є достатньо вагомими, щоб в ситуації, що розглядається, вимагати посилене («збільшене») управління (або регулювання). Складність проблеми управління екологічним ризиком в окремій системі полягає у тому, що кожна вихідна координата стану системи, яка впливає на ризик її функціонування, є функцією всіх впливів.

Ризик завжди асоціювався з імовірністю несприятливих подій і їх наслідків. Його розрахункова формула виражається, як правило, в мультиплікативній формі, що дозволяє оцінити величину очікуваного наслідку:

$$R = \{ < s_i, p_i, x_i > \}, i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

де R – ризик, що оцінюється;

s_i – сценарій події, що оцінюється;

p_i – імовірність того, що станеться нещасний випадок;

x_i – можливі наслідки нещасного випадку, якщо він станеться за i -м сценарієм.

Шкода природному середовищу включає кількісні і якісні втрати в оточуючому нас природному середовищі існування. Вони виявляються у забрудненні навколишнього середовища, тобто фізико-хімічній зміні складу повітря, води, земель, що створює загрозу для здоров'я (смертності) населення, рослинного і тваринного світу, у псуванні (приведенні у непридатність), пошкодженні, знищенні природних об'єктів і екосистем. Змінена унаслідок заподіяної шкоди якість природного середовища, у свою чергу, негативно впливає на соціальне середовище — завдається шкода здоров'ю людей, матеріальним цінностям.

Таким чином, у загальному понятті шкоди природному середовищу розрізняють шкоду первинного і вторинного походження. Шкода здоров'ю і матеріальним цінностям у більшості випадків носить похідний характер, оскільки походить від вторинної шкоди, заподіяної природному середовищу.

Для індивідуального ризику R_i умова (1) може бути представлена як

$$R_i = P_f P_{d/f}, \quad (2)$$

де P_f – імовірність несприятливої події (НП), $P_{d/f}$ – імовірність наслідку (наприклад, смертельного) для індивіда від даної НП, передбачаючи відсутність захисту індивіда від небезпеки.

Для окремої особи, що є об'єктом первинного розгляду, з її особистою експозицією до небезпеки ризик (2) можна визначити за формулою:

$$R_i = p_{Sc} \cdot p_{Ex} \cdot k \cdot \lambda_k, \quad (3)$$

де p_{Sc} – ймовірність сценарію небезпеки;

p_{Ex} – ймовірність експозиції цієї небезпеки;

k – індикатор збитку (наприклад, фатальність, ушкодження, фізичні збитки, збитки доходів, тощо);

λ_k – вразливість різних збитків (як наприклад, вразливість особи може бути визначена як летальність).

Верхня межа індивідуального ризику R_i може бути визначена через статистичні обчислення. Як фоновий локальний ризик для нашої країни може бути прийнято значення 10^{-3} рік⁻¹.

Ймовірність сценарію небезпеки p_{Sc} , що створюється авіаційним шумом, визначається кількістю операцій ПК в районі аеропорту N , ймовірність його експозиції p_{Ex} – потужністю випромінювання та віддаленістю ПК від об'єкту експозиції. Для другого домінуючого чинника – емісії авіадвигунів – p_{Sc} визначається кількістю операцій ПК в районі аеропорту N , розою вітрів в районі аеропорту (тобто ймовірністю, що чинний напрямок вітру створює експозицію хімічним забрудненням на об'єкт), p_{Ex} – швидкістю емісії та віддаленістю (висотою на поверхнею) ПК від об'єкту експозиції. Для ризику третьої сторони p_{Sc} визначається кількістю операцій ПК в районі аеропорту N та ймовірністю АП f (катастроф) - fN , етапом польоту (зліт або посадка в районі аеропорту), а ймовірність його експозиції p_{Ex} – типом і масою ПК та його віддаленістю від об'єкту експозиції.

Для соціального ризику, який визначається кількістю несприятливих (наприклад, літальних) результатів $E(N)$ на досліджуваній поверхні A , можна використовувати формулу:

$$E(N) = \iint_A R_i(x, y) m(x, y) dx dy, \quad (4)$$

де R_i - індивідуальний ризик на досліджуваній поверхні;

$m(x, y)$ – щільність населення на досліджуваній поверхні.

Сприйняття громадськістю вкрай рідких подій з дуже важкими наслідками є оберненою функцією до очікуваних втрат.

Тому щоб перетворити соціальний ризик у ризик E_p , що сприймається, запроваджується функція ваги φ (штрафу), яка є оберненою функцією наслідків C :

$$E_p = E \cdot \varphi(C). \quad (5)$$

Для перетворення одиниць ризику у монетарні оцінки (наприклад, фатальності/рік у грн/рік) використовується принцип маргінальної вартості. Маргінальна вартість M_k визначається величиною коштів, що люди бажають вкласти задля зменшення ризику на певну його одиницю.

Для декількох індикаторів збитку в наслідок *k-го* ризику монетарний соціальний ризик E_m , що сприймається, визначається як:

$$E_m = \sum_{k=1}^n p \times C_k \times \varphi_k(C_k) \times M_k. \quad (6)$$

Для розрахунків збитку, пов'язаного із загибеллю людей (безворотніми втратами) при АП, тобто для ризику третьої сторони, є важливими оцінки ціни життя середньостатистичної людини (ЦЖСЛ), отримані на основі соціально-економічних досліджень і досліджень ринку праці [3].

Вони вкладаються в основному наступний діапазон від 3 млн. до 7 млн. дол. США (для економічно розвинутих країн). Рекомендація Європейської Комісії для ЦЖСЛ = 3,1 млн. євро. За результатами соціально-економічних досліджень в РФ ЦЖСЛ майже дорівнює 105 млн. руб. (до 4 млн. дол. США) [3].

Висновки

Дослідженні чинники порушення екологічної безпеки в районі розташування аеропортів. Встановлено, що специфічною домінантою техногенно-екологічної небезпеки аеропортів є транспортні події, зокрема авіаційні події. АП можуть бути джерелом економіко-екологічних наслідків для довкілля в околиці аеропортів.

Для розрахунків збитку, пов'язаного із загибеллю людей при несприятливій події, тобто для ризику третьої сторони, є важливими оцінки ціни життя середньостатистичної людини (ЦЖСЛ), отримані на основі соціально-економічних досліджень і досліджень ринку праці.

Список літератури

1. Закон України “Про основи національної безпеки” // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – С. 351.
2. Шмандій В.М., Шмандій О.В. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави // Екологічна безпека 1/2008 – С. 9-15.
3. Быков А.А. Экономическая оценка жизни среднестатистического человека. Центр стратегических исследований МЧС России.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЕМІСІЙ АВІАДВИГУНІВ В МЕЖАХ АЕРОПОРТУ

Розглянуто метод виявлення та визначення складової викидів авіадвигунів у загальному забрудненні атмосферного повітря в межах аеропорту

Забруднення атмосферного повітря (АП), обумовлене викидами авіадвигунів (АД), у межах території аеропорту є серйозною проблемою. Наведена проблема загострюється домінантністю викидів ЗР від повітряних суден (ПС) – 50% від загальної маси викидів у зоні аеропорту, зростаючою кількості ПС та їх різноманіття, внаслідок чого рівні локального забруднення АП не відповідають встановленим санітарно-гігієнічним стандартам. Актуальною є проблема впливу викидів авіатранспортних процесів на стан АП у прилеглих сельбищних зонах аеропорту (регіональне забруднення). Розв'язання наведених вище проблем зводиться до важливості організації та наявності системи моніторингу в межах та прилеглих територіях аеропорту.

Система моніторингу є першим етапом у стратегії регулювання якості АП, оскільки забезпечує отримання інформації для розробки, обґрунтування та прийняття рішення в напрямку регламентації антропогенної діяльності й упровадження заходів із зниження несприятливого впливу на АП та здоров'я населення.

Таким чином, організація системи моніторингу в межах аеропорту повинна бути зорієнтована відповідно до встановлених пріоритетів у регулюванні якості АП та спрямована на отримання достовірної, об'єктивної та своєчасної інформації щодо рівня забруднення АП.

На сьогодні діючі керівництва з моніторингу забруднення АП в межах аеропорту на національному (ОНД-90) [1] та міжнародному (ІКАО 9889) [2] рівнях не містять принципів та рекомендацій, спрямованих на виявлення та визначення складової емісії АД.

Інструментальний моніторинг емісій авіадвигунів

На базі аналізу результатів вимірювання концентрацій ЗР в струменях АД у провідних європейських аеропортах [3] та отриманих результатів моделювання основних механізмів утворення і викиду ЗР АД, переносу й розбавлення домішок ЗР струменем відпрацьованих газів, розсіювання домішок ЗР вітром й атмосферою турбулентністю були розроблені практичні рекомендації щодо організації інструментального моніторингу забруднення АП внаслідок експлуатації ПС в зоні аеропорту.

Аналіз формування поля забруднення АП внаслідок викидів ЗР від АД вказує на утворення максимальних миттєвих концентрацій в струменях відпрацьованих газів. Таким чином, інструментальний моніторинг необхідно спрямовувати на виявлення ЗР у струменях від АД за реальних експлуатаційних

умов з метою отримання об'єктивної інформації щодо складової викидів АД у локальному та регіональному забрудненні АП в межах аеропорту.

Інструментальна система моніторингу забруднення АП внаслідок емісій АД в межах аеропорту повинна щонайменше включати 3 станції вимірювання: пересувну та дві стаціонарні, рис. 1

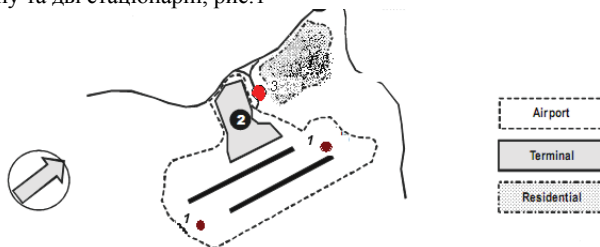


Рис.1. Інструментальний моніторинг забруднення АП внаслідок емісій АД в межах аеропорту: 1-пересувна станція, 2-стаціонарна станція фонового забруднення в межах аеропорту, 3-стаціонарна станція контролю СЗЗ аеропорту

Місце розміщення станції моніторингу

Місце розміщення станцій інструментального вимірювання визначається задачами інструментального моніторингу та вимогами безпеки аеропорту.

Так, пересувна станція моніторингу орієнтована на виявлення та визначення концентрацій ЗР у струмені відпрацьованих газів від АД за реальних експлуатаційних та метеорологічних умов. Місце розміщення пересувної станції визначається переважним напрямком вітру та домінантністю емісії АД у порівнянні з іншими джерелами викидів у досліджуваній зоні аеропорту.

Мобільність станції забезпечує виявлення максимальної концентрації, яка утворюється в струмені відпрацьованих газів від АД, з урахуванням домінуючого напрямку вітру та вимог безпеки аеропорту щодо дотримання відстані до ділянок експлуатації ПС (запуск та прогрівання АД, руління, розгін ЗПС).

Для оцінки тенденцій та впливу всіх джерел викидів на якість АП в зоні аеропорту необхідна наявність станції фонового забруднення АП. Місце розміщення станції має бути репрезентативним щодо безперервного вимірювання викидів ЗР внаслідок експлуатації стаціонарних та пересувних джерел забруднення. Для перевірки розміру санітарно-захисної зони аеропорту, з урахуванням емісій АД, необхідна наявність станції моніторингу на межі аеропорту. Місце розташування станції має також враховувати повторюваність напрямку вітру, який призводить до переносу забруднення АП з аеропорту на прилеглу сельбищну територію.

Інструментальна система моніторингу повинна обов'язково включати метеорологічну станцію, яка забезпечує безперервне вимірювання метеорологічних параметрів. Швидкість та напрямок вітру, температура АП та стійкість атмосфери мають суттєвий вплив на процеси розсіювання домішок ЗР від АД в межах аеропорту і, відповідно, є важливими умовами для організації

інструментального моніторингу, зокрема розробки схеми розміщення станцій та інтерпритації отриманих результатів вимірювання.

Методи інструментального контролю якості АП в межах аеропорту

Керівництво ІСАО з контролю якості АП в межах аеропорту пропонує активні та пасивні методи для здійснення моніторингу забруднення АП в межах аеропорту.

Досвід провідних європейських аеропортів вказує на поширеність оптичних методів – FTIR-метод, DOAS-метод та хемілюмінесцентний метод – для виявлення та визначення складової емісії АД у загальному забрудненні АП в межах аеропорту.

Для виявлення та визначення концентрацій ЗР у струменях від АД доцільно застосовувати газоаналізатори типу **AC32M** або TE42CL-95/96 (хемілюмінесцентний метод) для вимірювання об'ємної долі (масової концентрації) NO/NO₂/NO_x та систему **LICOR** для вимірювання CO₂.

Ці газоаналізатори забезпечують безперервний характер забору та вимірювання концентрації газової суміші NO/NO₂/NO_x та CO₂ у викидах АД та оточуючому АП (фонове забруднення) в автоматичному режимі.

Розглянуте вимірювальне обладнання відповідає основним характеристикам переносу та розбавлення домішок ЗР струменем відпрацьованих газів від АД і розсіювання вітром за наступними показниками:

1. Високий ступінь розділення (виявлення) концентрацій у часі (High time resolution) – 1 секунда. Високий ступінь виявлення концентрацій у часі забезпечує вимірювання максимальних концентрацій, які формуються у струмені від кожного АД досліджуваного ПС.

2. Високий рівень чутливості системи (±2 ppbv) забезпечує дотримання безпечної відстані до ПС, виявлення піків концентрацій від АД та їх відокремлення від інших джерел забруднення АП.

3. На відміну від DOAS та FTIR, розглянута система дозволяє здійснювати забір газової суміші на **різних висотах**, що є важливою перевагою для моніторингу викидів ЗР від АД, а саме можливості урахування ефекту плавучості струменя.

4. Комбінація систем AC32 M та LICOR для виявлення концентрацій NO/NO₂/NO_x та CO у струмені відпрацьованих газів від АД дозволяє визначати індекси емісії АД за реальних експлуатаційних умов у межах аеропорту відповідно до наведеної залежності [3]:

$$EI(X) = EI(CO_2) \times \frac{M(X)}{M(CO_2)} \times \frac{Q(X)}{Q(CO_2)}, \quad (1)$$

Де M – молекулярна маса домішки ЗР;

Q – виявлена концентрація домішки ЗР.

Результати такого інструментального моніторингу є важливими для вдосконалення процедури інвентаризації АД та для розрахункових моделей, оскільки забезпечують достовірні індекси емісії АД.

Комбінування інструментального моніторингу з розрахунковими моделями

Представлена система інструментального моніторингу забруднення АП внаслідок емісій АД у межах аеропорту на базі трьох зазначених станцій вимірювання вирізняється високою вартістю, зокрема – оптичні системи FTIR та DOAS. Тому доцільною альтернативою є **комбінування інструментального моніторингу з розрахунковими моделями** для виявлення та визначення складової емісії АД у локальному та регіональному забрудненні АП в межах аеропорту. Оптимальним варіантом інструментального моніторингу є наявність тільки пересувної станції з обладнанням: AC32M або TE42CL-95/96 та LICOR для вимірювання концентрацій відповідно NO/NO₂/NO_x та CO₂ у струмені відпрацьованих газів від АД. Результати безперервного вимірювання на базі пересувної станції моніторингу забезпечують вихідні дані для розрахункових моделей забруднення АП в межах аеропорту – **індекс емісії** за реальних експлуатаційних умов та **максимальну концентрацію домішки ЗР** у струменях відпрацьованих газів від АД. Розроблені моделі переносу домішок ЗР вітром та розсіювання їх атмосферною турбулентністю обчислюють поля осереднених концентрацій (максимально-разових з періодом 20-30 хвилин) для реальних експлуатаційних та метеорологічних умов у межах аеропорту та на прилеглих територіях. Отримані результати розрахунку забезпечують перевірку розміру СЗЗ аеропорту з урахуванням викидів ЗР від АД.

В свою чергу, результати інструментальних вимірювань на базі пересувної станції моніторингу можуть бути застосовані для перевірки достовірності та удосконалення розроблених *моделей розрахунку забруднення* атмосферного повітря в межах аеропорту.

Висновки

Таким чином, застосування **комбінованого підходу** для оцінки впливу експлуатації ПС на якість АП на підставі систем інструментального моніторингу (пересувна станція) та розрахункових моделей надає більш точного уявлення про роль викидів АД у загальному забрудненні АП аеропорту та забезпечує підвищення рівня достовірності отриманої інформації для реалізації наступних етапів стратегії регулювання якості АП.

Список літератури

- 1.Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90. – Санкт-Пetersбург.-1992.
- 2.Airport air quality Guidance Manual. Doc 9889. – Montreal: ICAO – 2007.
- 3.Klaus Schäfer, Carsten Jahn, Peter Sturm, Bernhard Lechner, Michael Bacher. Aircraft emission measurements by remote sensing methodologies at airports. – Atmospheric Environment 37, 2003. - 5261–5271pg.

*К.І. Кажан, асистент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ЕНТРОПІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АЕРОПОРТУ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ

*Представлено результати дослідження щодо побудови моделі
довготермінового прогнозування аеропорту, які враховують вимоги щодо
обмеження рівнів авіаційного шуму та емісії авіаційних двигунів*

Найбільш значущими екологічними чинниками, які визначають рівень екологічної безпеки аеропортів та їх околиць, є авіаційний шум (АШ) та емісія авіаційних двигунів (АД). Для розробки та впровадження заходів зниження АШ та емісії АД Повітряний Кодекс України рекомендує використовувати положення «Збалансованого підходу ІКАО» до вирішення екологічних проблем аеропортів. Одним з елементів цього підходу є запровадження експлуатаційних заходів під час зльоту і посадки ПС, організація повітряного руху з метою зменшення впливу АШ та емісії, що має ряд переваг технічного, правового та економічного характеру. В аеропортах такі заходи не реалізовані в повному обсязі через відсутність системного підходу, який повинен враховувати не лише вимоги екологічні, але, перш за все, вимоги безпеки польотів, експлуатаційні характеристики функціонування аеропортів.

В НАУ вже багато років працюють над комплексним підходом до вирішення екологічних проблем аеропортів, в межах якого забезпечення екологічної безпеки як на глобальному, так і на локальному рівнях, розглядається як пріоритетне завдання для подальшого розвитку цивільної авіації, одразу після дотримання вимог безпеки польотів та авіаційної безпеки.

В межах даного підходу велика увага приділяється ефективності застосування експлуатаційних способів зниження шуму та емісії АД, яка може відрізнитися для різних чинників, типів ПС, метеорологічних та експлуатаційних умов. Встановлено, що під час впровадження експлуатаційних заходів, слід враховувати тривалість їх виконання в порівнянні з стандартними режимами експлуатації (через безпосередній вплив на пропускну спроможність), а також залежності між рівнями АШ та обсягами емісії АД, оскільки, при зменшенні одного з цих чинників, імовірно збільшення іншого. Саме тому для вибору найбільш ефективних способів зниження техногенного навантаження в умовах експлуатації ПС, необхідним є комплексне дослідження екологічних та експлуатаційних чинників та взаємозв'язків між ними.

В межах запропонованого підходу досліджується складна система, основним елементом якої є парк ПС, експлуатація якого несприятливо впливає на довкілля. Вихідними умовами є: кількість ПС кожного типу Q_i ; сітка маршрутів, якою вони користуються в околицях аеропорту N_j ; набір можливих режимів експлуатації ПС N_k , які розглядаються як заходи зменшення техногенного навантаження в контрольних зонах N_l - залежно від

розташування житлової забудови. Припускається, що існує такий розподіл T , за реалізації якого рівень техногенного навантаження буде зменшено в порівнянні з існуючим станом. Загальне завдання формулюється як пошук максимальної кількості польотів ПС Q , яка ще не викликає стійкі зміни в стані здоров'я населення, що мешкає в околицях аеропорту. Такий обсяг авіаційних перевезень розглядається як ідеальний рівень екологічної пропускної спроможності аеропорту. Часткове ж завдання зводиться до визначення величини T – кількості ПС кожного типу на кожному маршруті, яка використовує відповідний режим. Пошук матриці T виконується на основі методу максимуму ентропії. Цільовою функцією є досягнення умовного максимуму монотонної функції S – еквіваленту ентропії системи, що відповідає найбільш імовірному стану системи:

$$S = \ln \sum_{i,j,k} T_{ij}^k \ln \sum_{i,j,k} T_{ij}^k \left(\ln \frac{v_{ij}}{T_{ij}^k} + 1 \right) \rightarrow \max$$

при дотриманні експлуатаційних та екологічних вимог, зокрема щодо рівнів шуму та емісії АД, в контрольних зонах: $\sum_{j,k} T_{ij}^k = Q_i$, $\sum_{i,j,k} T_{ij}^k \cdot Z_{ij}^{kl} = 1$,

$Z_{ij}^{kl} = f(T_0, L_{Aij}^{kl}, L_{Aeq}^l, \dots)$. Результат оптимізації – найбільш імовірний розподіл ПС:

$$T_{ij}^k = \frac{v_{ij} \cdot Q_i \cdot \exp(-\sum_l \beta^l \cdot P_{ij}^{kl} - \sum_r \alpha_r \cdot M_{ir}^k)}{\sum_{j,k} v_{ij} \cdot \exp(-\sum_l \beta^l \cdot P_{ij}^{kl} - \sum_r \alpha_r \cdot M_{ir}^k)}$$

Враховуються також експлуатаційні характеристики, так як: інформація про імовірність використання ПС та маршрутів протягом кожного періоду дослідження, вплив метеорологічних чинників на можливість застосування експлуатаційних процедур за допомогою параметру v_{ij} . Якщо екологічні та експлуатаційні обмеження не задовольняються, тоді досягнуто максимум екологічної пропускної спроможності, а для подальшого зниження техногенного навантаження слід розглядати альтернативні заходи.

Основними етапами алгоритму реалізації ентропійної моделі є (рис. 1) е: формування завдань моделювання; вибір критеріїв оцінки техногенного навантаження; на етапі підготовки вихідних даних відбувається інвентаризація джерел забруднення. В результаті оцінки впливу несприятливих чинників формуються матриці з інформацією про акустичні та емісійні характеристики ПС кожного типу на кожному режимі та маршрутів, а також про частку їх впливу в загальний рівень забруднення. Вони можуть бути отримані як інструментальними методами, так і використовуючи засоби чисельного моделювання – наприклад, для оцінки АШ системи моделювання INM, емісії – EDMS. Проте, слід адекватно оцінювати переваги та недоліки кожного з цих методів. Зокрема слід враховувати досить суттєві відмінності між реальними умовами експлуатації ПС та такими, що описані в базах даних систем моделювання, відсутність коректних акустичних та емісійних характеристик для ПС українського та радянського виробництва.

Одним з додаткових завдань реалізованого в 2012 році спільного українсько-німецького проекту була верифікація розробленого алгоритму та моделі, що і було виконано на основі результатів експериментальних досліджень в аеропорту «Бориспіль». Вони підтвердили адекватність запропонованих моделей для оцінки АШ в межах розробленого алгоритму. Коефіцієнт кореляції для отриманих даних більше 0,9, середньоквадратичне відхилення не перевищує 2,5 дБА. Також позитивну кореляцію було отримано для результатів моделювання та вимірювань концентрації забруднюючих речовин внаслідок руління ПС та розбігу злітно-посадковою смугою, хоча відхилення є достатньо високим, а коефіцієнти кореляції слабшими ніж для шуму. Хоча, в цілому запропоновані моделі адекватно описують процесі поширення шуму та емісії і можуть бути використані як вихідні дані для ентропійного моделювання.

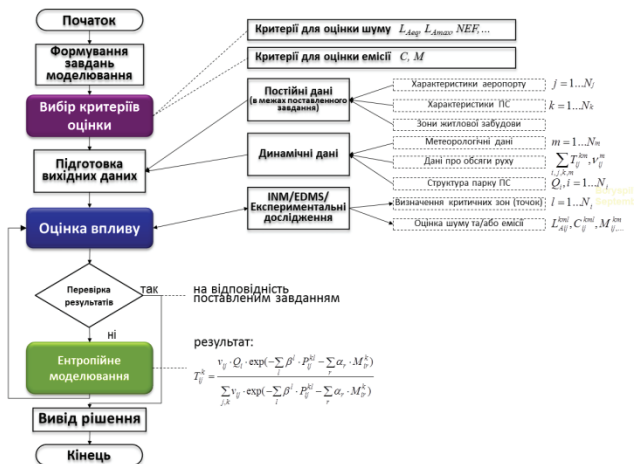


Рис. 1. Алгоритм застосування ентропійної моделі.

Запропонований підхід дозволив розробити кілька моделей: коротко та довготермінового прогнозування розвитку аеропорту з урахуванням екологічних чинників. Завданням моделі короткотермінового прогнозування є дотримання еколого-гігієнічних вимог при формуванні розкладу руху на період до одного року.

Модель довгострокового прогнозування призначена для обґрунтування екологічно ефективних стратегій розвитку аеропортів. Отримано рішення за допомогою методу максимуму ентропії, що враховує такі параметри: прогнозований загальний обсяг руху для кожного року прогнозування; маси викидів АД; сумарну акустичну характеристику парку ПС, яка оцінюється за допомогою критерію *NEF* - описано у вигляді обмежень; плани розвитку аеропорту, в тому числі щодо виведення з експлуатації застарілих типів ПС, які не відповідають вимогам ICAO щодо шуму та емісії та окремі характеристики ПС: кількість пасажирів, дальність польотів, максимальна злітна маса запропоновано враховувати у вигляді параметру апріорної оцінки.

О.Ю. Драч, інженер-еколог
(Міжнародний аеропорт Бориспіль, Україна, м. Бориспіль)
К.В. Синило, асистент, К.І. Кажан, асистент
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)

МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН В МЕЖАХ АЕРОПОРТУ

Розглянуто питання організації моніторингу атмосферного повітря для двох домінуючих чинників: емісії авіаційних двигунів та авіаційного шуму. Наведено результати реалізації українсько-німецького проекту, який присвячено моніторингу якості атмосферного повітря в Міжнародному аеропорту Бориспіль.

Зростання обсягів світових авіаційних перевезень на 4-5% щорічно супроводжуються посиленням навантаження на довкілля як на локальному, так і на глобальному рівнях, що нині стає одним із основних чинників, визначаючих розвиток авіаційної галузі. Для України проблема зростання техногенного навантаження при авіатранспортних процесах набуває особливої актуальності в зв'язку з подовженням експлуатації екологічно недосконалих типів повітряних суден (ПС); наближенням житлової забудови до території аеропортів; а також зростанням обсягів авіаперевезень. Авіаційний шум (АШ) та викиди забруднюючих речовин (ЗР) авіаційних двигунів (АД) стають головними факторами, що обмежують пропускну спроможність аеропортів цивільної авіації [1]. Загальна пропускну спроможність аеропорту може бути збільшена при впровадженні ефективної системи управління транспортом, яка буде здатна зменшити вплив техногенних чинників на довкілля та місцеве населення. Система управління транспортом повинна включати як можливість короткотермінового управління екологічною безпекою аеропортів та їх околиць, так і прогнозування розкладу руху, пропускну спроможності, структуру парку ПС на кілька десятиліть вперед.

Відповідно до аналізу результатів інвентаризації джерел викидів ЗР, складова викидів від АД ПС сягає 3% на глобальному рівні, в той час як на локальному рівні перевищує 50% від загальної маси викидів ЗР у зоні аеропорту [2]. Таким чином, ПС протягом виконання злітно-посадкового циклу в районі аеропорту є домінуючим джерелом забруднення атмосферного повітря (АП) в межах та околиці аеропорту. За останнє десятиріччя значна кількість досліджень сфокусована на проблемі несприятливого впливу викидів від АД на якість АП у локальному та регіональному масштабах. Особливо це стосується викидів оксидів азоту та зважених часток, які спричиняють виникнення відповідно фотохімічного смогу з наступними несприятливими наслідками для здоров'я населення.

Моніторинг забезпечує вимірювання забруднення АП і відповідну оцінку впливу ПС на якість АП в межах аеропорту (локальне забруднення) та довколишніх районах (регіональне забруднення). Вимірювання викидів ЗР від АД забезпечує об'єктивні вихідні та вхідні дані для перевірки і вдосконалення

розроблених моделей та відповідний контроль забруднення АП від ПС. Результати інструментального моніторингу можуть бути використані для вдосконалення процедури інвентаризації викидів АД і джерел АШ, перевірки розміру санітарно-захисної зони та зон обмеження житлової забудови [3].

Сьогодні в Україні інструментальний моніторинг локального та регіонального забруднення АП внаслідок авіатранспортних процесів, зокрема викидів ПС та АШ, відсутній.

На сьогодні діючі керівництва з моніторингу забруднення АП в межах аеропорту на національному (ОНД-90) [4] та міжнародному (ІСАО 9889) [5] рівнях не включають принципів та рекомендацій спрямованих на виявлення та визначення складової емісії АД. На базі аналізу результатів вимірювання концентрацій ЗР в струменях АД у провідних європейських аеропортах [6] та результатів моделювання основних механізмів утворення і викиду ЗР АД, переносу й розбавлення домішок ЗР струменем відпрацьованих газів, розсіювання домішок ЗР вітром й атмосферою турбулентністю (в рамках дисертаційної роботи) були розроблені практичні рекомендації щодо організації інструментального моніторингу забруднення АП внаслідок експлуатації ПС в зоні аеропорту.

В межах Міжнародного аеропорту Бориспіль були організовані двотижневі інструментальні вимірювання фізичного (рівні АШ) та хімічного забруднення (миттєві концентрації) АП внаслідок експлуатації ПС в льотній зоні №1. Співвиконавцями експериментальних досліджень були Інститут екологічної безпеки Національного авіаційного університету (НАУ) (м. Київ, Україна) та кафедра фізичної хімії Бергського Університету (м. Вупперталь, Німеччина).

Основні завдання дослідження були визначені наступні:

1. проведення інструментальних досліджень емісії ЗР в струменях двигунів ПС для оцінки емісійних індексів АД за реальних експлуатаційних умов в межах аеропорту та перевірки та достовірності розрахункової моделі забруднення АП (розробник НАУ);

2. розробка практичних рекомендацій щодо організації інструментального моніторингу забруднення АП внаслідок експлуатації ПС для отримання об'єктивної інформації щодо складової викидів ЗР від АД у загальному забрудненні АП в межах аеропорту;

3. проведення інструментальних вимірювань емісії АД та АШ для розробки методики вибору найбільш ефективних заходів комплексного зниження зазначених показників під час експлуатації ПС та вдосконалення моделі прогнозування екологічної пропускної спроможності (розробник НАУ).

Результати дослідження. Забруднення АП при експлуатації ПС утворюється унаслідок викиду ЗР від АД. Важливою особливістю даного джерела забруднення є наявність струменя відпрацьованих газів, перенесення яких може здійснюватися на достатньо великі відстані. Значення відстані перенесення домішок ЗР струменем визначаються режимом роботи двигуна, швидкістю і напрямом руху (або польоту) літака, значеннями метеорологічних параметрів. Виміряні параметри емісії АД в експлуатаційних умовах, які порівняні зі сертифікаційними даними з банку ІСАО [8], але вони ще не

відображають остаточні результати забруднення АП. Чинники, які впливають на різницю між рівнями емісії АД і вимірними значеннями концентрацій ЗР в АП, такі: тип АД в силовій установці ПС; компоновка силової установки в конструкції ПС; параметри газів АД, що відпрацювали, перш за все температура і швидкість струменя на зрізі сопла двигуна; етап руху ПС (стоянка, рулювання, розгін по злітно-посадковій смузі з утворенням вихрової пелени); метеорологічні параметри (швидкість і напрям вітру, атмосферна стійкість та ін.).

Отже, в результаті виконання українсько-німецького проекту були досягнуті такі наукові та практичні результати:

- розроблено підходи до оцінки емісійних характеристик АД в експлуатаційних умовах й основних властивостей переносу забруднень струменем відпрацьованих газів АД; визначення емісійних характеристик АД та вдосконалення процедур інвентаризації викидів АД за реальних експлуатаційних умов; оцінка складової викидів АД у загальному забрудненні АП в межах аеропорту та вдосконалення процедури встановлення санітарно-захисної зони аеропорту.

- обґрунтовано схеми розміщення систем вимірювання інструментального моніторингу для отримання максимально об'єктивної інформації щодо рівнів забруднень у викидах АД. Виявлений вплив земної поверхні на структуру струменя має бути обов'язково включений в оцінку та прогноз забруднення АП, зокрема при прогнозах несприятливих умов викиду;

- отримана об'єктивна інформація, необхідна для обґрунтування сплати аеропортових зборів за емісію АД та АШ;

- розроблено методика вибору найбільш ефективних експлуатаційних методів зниження АШ та емісії ЗР, враховуючи взаємозалежності, які існують між цими чинниками на різних етапах експлуатації ПС;

- виконано оцінку впливу АШ на довкілля та порівняння з фоновими значеннями (без експлуатації ПС); визначено етапи польоту ПС, які створюють надмірні рівні шуму на території аеропортів та в їх околицях; оцінено залежності між рівнями АШ та індексами емісії ЗР для наземних етапів руху ПС таких типів як: ВАЕ 147, А321, В 735, В 738, В 733, В 763, Е 190, Е 145;

- проведені вимірювання АШ та емісії ЗР підтвердили достовірність систем чисельного моделювання для оцінки техногенного навантаження на довкілля в околиці аеропорту (зокрема, Integrated Noise Modeling) та можливість використання їх результатів в якості вихідної інформації для ентропійної моделі (розробник – НАУ);

- проведена апробація ентропійної моделі на основі результатів чисельного моделювання; показала, що отримані рішення дозволяють визначати оптимальні режими експлуатації, структуру парку ПС, екологічну пропускну спроможність аеропорту, враховуючи вимоги безпеки польотів, екологічні вимоги, метеорологічні та експлуатаційні параметри.

Висновки

В результаті виконання проекту було розроблено рекомендації стосовно інструментального моніторингу емісії АД та забруднення АП викидами ЗР від АД, а також АШ в районі аеропорту під час злітно-посадкового циклу руху ПС в районі Міжнародного аеропорту Бориспіль. Отримані результати дослідження стануть підґрунтям для:

- розробки методів та принципів організації моніторингу якості АП в околиці аеропортів за критеріями емісії АД та АШ;
- розробки прикладного програмного забезпечення для прийняття обґрунтованих рішень щодо експлуатації аеропорту та врахування екологічних вимог при прогнозуванні розвитку: визначення оптимальних з екологічної точки зору типів ПС, маршрутів їх руху, експлуатаційних заходів зі зниження впливу на довкілля, структури парку ПС аеропорту та окремих авіакомпаній;
- визначення контрольних точок та зон в районі аеропортів ЦА, в яких рівні техногенного навантаження внаслідок експлуатації ПС потребують ретельного контролю (через можливість перевищення екологічних чи санітарно-гігієнічних вимог, або для обмеження несприятливого впливу ПС окремих авіакомпаній);
- подальшого дослідження залежностей між рінями АШ та обсягами емісії ЗР на наземних етапах ЗППЦ, а також їх інструментальна оцінка на повітряних етапах.

Список літератури

1. *Запорожець О.І., Коновалова О.В.* Визначення алгоритмів обґрунтування пропускну здатності аеропорту з обмеженнями по авіаційному шуму // Вісник НАУ. – 2005. – №5. – С. 148 – 153.
2. *Zaporozhets O., Sinilo K.* PolEmiCa – tool for air pollution and aircraft engine emission assessment in airports // 2-nd World Congress Proc.: “Aviation in XXI Century”, Environment Protection Symposium, September 19-21, 2005
3. Державні санітарні норми і правила планування та забудови населених пунктів. Наказ МОЗ України № 173 від 19.06.96.
4. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90. - Министерство природопользования и охраны окружающей среды СССР, 1992.
5. ICAO Doc 9889 Aircraft Air Quality Guidance Manual – 15.04.2007.
6. *Klaus Sc., Gregor Sch., Carsten J., Selina U.* Air quality monitoring campaign at Zurich airport from 30 June until 15 July 2004. – IMK-IFU, Garmisch-Partenkirchen, 2004.
7. *Klaus Sc., Stefan E., Carsten J. et al.* Airport air quality studies in Athens. First results of measurement campaign. – ECATS WP, 2007.
8. ICAO Aircraft Engine Emissions DataBank. Issue 15-C implemented on website, 08.04.2007.

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗЙОМКИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ПОКАЗНИКА РІВНЯ ЗВ'ЯЗАНОСТІ КЛЮЧОВИХ ТЕРИТОРІЙ

Матеріали аерофотозйомки допоможуть перевірити метричні показники зв'язаності ключових територій, як місць існування диких тварин, за допомогою екологічних коридорів по яким проходять їх міграційні шляхи.

Вступ

Матеріалів аерофотозйомки використовуються для дослідження зв'язаності ключових територій, які є місцем існування диких тварин, через екологічні коридори, які використовуються дикими тваринами для міграції і не мають в собі міграційних бар'єрів або інших факторів, які заважають їх міграції та розселенню [1, стр. 59]. Ключові території та сполучені території або екологічні коридори є структурними елементами екомережі і створюються для покращення міграції диких тварин. Вивчення ефективності використання дикими тваринами екокоридорів між двома ключовими територіями можна проводити за метричними показниками [1, стр. 66]. Одним з яких є показник рівня зв'язаності C (англ. – *degree of coherence*), визначає ймовірність того, що дві тварини, розміщених на різних ділянках однієї території можуть знайти один одного [2, стр.118].

Мета та постановка завдання

Перевірити показник рівня зв'язаності ключових території за допомогою матеріалів аерофотозйомки. Доказати або спростувати припущення, що показник рівня зв'язаності ключових території C має величин в межах $0 \leq C \leq 1$.

Матеріал та методика

Для проведення дослідження необхідно проаналізувати наукові данні, законодавчі та нормативні документи щодо екомережі у світі та в Україні. За допомогою матеріалів аерофотозйомки, які входять до складу програми Гугл Земля (Google earth), провести перевірку показника рівня зв'язаності для декількох контурів ділянок, які є ключовими територіями. При віддаленні між собою показник рівня зв'язаності має зменшуватися. За допомогою матеріалів аерофотозйомки готуються контури ділянок та вимірюється їх площа. Виконується розрахунок показника рівня зв'язаності для різних пар ділянок між собою та будується графічна залежність рівня зв'язаності для кожної пари ділянок.

Матеріали аерофотозйомки використовуються для складання контурів ділянок територій: ключових територій та екокоридорів, які мають достатньо високу точність прив'язки до місцевості і дозволяють проводити їх моніторинг з метою попередження погіршення екологічної обстановки. Дикі тварини

використовують ключові території та екокоридори для міграції і тому наявність будь-яких перешкод і бар'єрів погіршує їх стан екобезпеки [3].

Одним з прикладів матеріалів аерофотозйомки є програма Гугл Земля (Google Earth). В цей програмі можна створювати різноманітні контури як ключових територій так і екокоридорів. На знімках вибираються території які мають найбільш ймовірну наявність місць існування та міграції диких тварин: ліс, степ, водно-болотні угіддя. Вибрана територія обводиться на аерофотознімку об'єднуючим контуром, який розбивається на «n» різних ділянок, кількість яких визначається множиною натуральних чисел $N=\{1,2,3,4,5,6,7\}$, а кількість ділянок позначається номерами $n=\{1,2,3,4,5,6,7\}$, при цьому кожна ділянка має відповідну площу S_n . Показник рівня зв'язаності по [2, стр. 118] визначається за формулою (1):

$$C_n = \sum_{k=1}^n \left(\frac{S_n}{S_t}\right)^2 \quad (1)$$

де: n – кількість ділянок в об'єднуючому контурі, C_n - показник рівня зв'язаності між двома ділянками S_l та S_n , які складають пару ділянок $\{1,n\}$, S_n - площа ділянки, яка має відповідний номер n, S_t - площа об'єднуючого контуру, до якого входять площі ділянок $\{1,n\}$ та території всіх інших ділянок, які розташовані між ділянкам $\{1,n\}$. Для перевірки рівня зв'язаності готуються наступні данні: $n=\{1,2,3,4,5,6,7\}$, S_n – площа ділянки або контуру, яка розраховується за допомогою програми Гугл Земля (Google Earth), площа об'єднуючого конуру S_t розраховується за формулою (2) [2, стр. 118]:

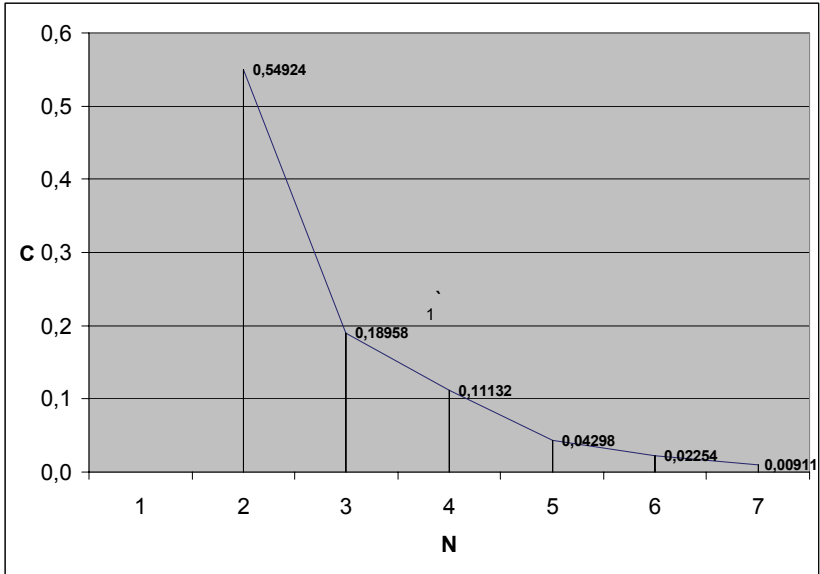
$$S_t = \sum_{k=1}^n S_n \quad (2)$$

Результати й обговорення

На підставі розрахунків були отримані наступні данні, які внесені до Таблиці 1 «Значення показника рівня зв'язаності C для пар ділянок $\{1,n\}$ » та до графіка 1 1 «Залежність показника рівня зв'язаності для пари ділянок $\{1,n\}$ »

Таблиця 1

Пари ділянок $\{1,n\}$	{1,2}	{1,3}	{1,4}	{1,5}	{1,6}	{1,7}
C	0,54924	0,18958	0,11132	0,04298	0,02254	0,00911



Графік 1. Залежність показника рівня зв'язаності для пари ділянок {1,n}



Рисунок 1. Пара ділянок «1» та «7»



Рисунок 2. Об'єднувальний контур $n=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ для пари ділянок «1» та «7»

Висновки

1. Показник рівня зв'язаності C для двох ділянок, контури яких включають до себе ключові території з різноманітними межами має значення $0 < C < 1$, а не $0 \leq C \leq 1$.

2. Показник рівня зв'язаності зменшується при збільшенні віддаленості між двома ділянками, що підтверджує поняття показника рівня зв'язаності C , що чим далі розташовані пари ділянки між собою тим менше ймовірність того, що дві тварини, розмішених на різних ділянках однієї території можуть знайти один одного.

Список літератури

1. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Концепція, методи и критерии создания экосети Украины / Ю.Р.Шеляг-Сосонко, М.Д.Гродзинский, В.Д.Романенко, К.: Фитосоцицентр, 2004. – 144 с., табл. 21. рис. 15, библиогр 76 назв.

2. Jaeger, J.A.G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. Landscape Ecology 15: 2000. p.115-130.

3. Про охорону навколишнього природного середовища// Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>

*В.В. Шаравара, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м.Київ)*

ЕКОЛОГО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ НА ТЕРИТОРІЯХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК

Проведена оцінка екологічного стану ґрунтів на територіях колишніх об'єктів ракетних військ стратегічного призначення в межах Хмельницької області. Виконані дослідження зразків ґрунту на вміст рухомих форм важких металів Cu, Zn, Co, Mn, Cd, Pb. Для обробки отриманих результатів використані коефіцієнт концентрації (K_c) і сумарний показник забруднення (Z_c).

На територіях скорочених і розформованих військових частин і ліквідованих об'єктів (шахтні пускові установки, сховища компонентів ракетного палива) ракетних військ стратегічного призначення (РВСП) зберігались боеприпаси, озброєння, технічні рідини, майно, паливно-мастильні матеріали і т.і., найбільш небезпечним з яких були компоненти ракетного палива (КРП), що використовувалось для заправки балістичних ракет. Повсякденне обслуговування і експлуатація озброєння, військової техніки, транспортних засобів, систем життєзабезпечення військових об'єктів супроводжувалось утворенням відходів і викидів, а відповідно забрудненням довкілля. Особливу екологічну небезпеку становили наслідки транспортних аварій при перевезенні рідинних КРП і розливів палива під час його зливу та заправки балістичних ракет. Причинами розливів були протоки при розстикуванні вузлів заправних систем і розгерметизація ємностей при зберіганні. В таких випадках в навколишнє середовище потрапляла значно більша кількість токсичних речовин, розміри зони забруднення при несприятливих умовах збільшувались до кількох кілометрів.

Аналіз особливостей геохімічної поведінки і характеру потрапляння КРП у довкілля показує, що найбільше техногенне навантаження припало на ґрунтове середовище. Забруднення ґрунту КРП призводить до значних фізико-хімічних перетворень – зміни мікроелементного складу ґрунту (зокрема, підвищення рухливості металів Cu, Zn, Co, Mn, Cd, Pb, їх перерозподіл в профілі та виніс за його межі), його повітряного і лужно-кислотного режимів та окисно-відновного стану, порушення усталеного геохімічного балансу в екосистемах (співвідношення вуглецю і азоту, дефіцит кисню, азоту, рухомого фосфору та обмінного калію, вплив на фітотоксичність ґрунтів і затримка росту рослин). Складові палива схильні до трансграничної міграції з ґрунтового у водне середовище, акумуляції у рослинах.

Тому звільнені території були і залишаються екологічно небезпечними. Важливим моментом у ситуації, яка склалась, є екологічне обстеження територій, що має включати відбір проб ґрунту і рослинного покриву. На основі обстеження необхідно провести оцінку стану середовища і природної компоненти, виконання чого становитиме підґрунтя для розробки заходів їх реабілітації.

Екологічні дослідження ґрунтів проводилися на територіях чотирьох бойових стартових позицій (БСП) РВСП в межах Хмельницької області. Відбір проб здійснювався на вміст у ґрунті рухомих форм важких металів (мідь, цинк, кобальт, марганець, кадмій, свинець) із дослідних і контрольних ділянок. Проби ґрунтового покриву відбирались пошарово на глибину 0-0,3 м і 0,31-0,6 м. Методи відбору та підготовки проб для визначення забруднення ґрунту і оцінки його якісного стану та показники, що підлягають контролю, встановлені ГОСТ 17.4.2.01-81, ГОСТ 17.4.3.01-83 і ГОСТ 17.4.4.02-84.

Перед обстеженням кожної БСП намічались дві ділянки: пробна (дослідна) і контрольна. Пробна ділянка – частина досліджуваної території, яка характеризувалась подібними умовами та однорідним ґрунтовим покривом. Розмір пробної ділянки становив близько 1 га. Контрольна ділянка – техногенно незабруднена територія, яка була розташована на відстані 500 м від пробної в ідентичних природних умовах. На цих ділянках відбирались фонові проби ґрунту на глибину 0-0,6 м.

З однієї дослідної ділянки відбиралась одна об'єднана проба – суміш п'яти точкових проб. Точкові проби відбирались з пробної ділянки методом “конверту” розміром 60x90 м. Перед відбором проби ґрунту в точці відбору наземна частина рослин зрізалась. Точкові проби відбирались інструментами, які не містили металів, згідно з ГОСТ 17.4.2.03-86. Для хімічного аналізу об'єднану пробу склали змішуванням з п'яти точкових проб, взятих з однієї пробної ділянки. Маса об'єднаної проби становила не менше 1 кг. Повітряно-сухі проби маркувались і поміщались в поліетиленові пакети. На етикетці вказувався номер і глибина відбору проби. Проби ґрунту після відбору доставлялись у лабораторію і відразу аналізувались.

Наступним етапом дослідження було проведення аналізів токсичності проб, що виконувались на базі лабораторії Хмельницького обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції. Визначення вмісту важких металів у пробах ґрунту виконувалось методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Рухомі форми важких металів в ґрунті вилучались ацетатно-амонійним буферним розчином з рН=4,8 за методом М.К. Крупського і О.М. Олександрової.

На територіях колишніх військових об'єктів зафіксоване забруднення ґрунтового середовища важкими металами, що перевищують допустимі концентрації. Зокрема, поблизу с.Бахматівці зафіксований підвищений вміст міді (в 1,9 раза), кадмію (в 1,2 раза) та свинцю (в 1,3 раза) на глибині 0-0,3 м, поблизу с.Верба Мурована – свинцю (в 1,1 раза) на глибині 0-0,3 м та 0,31-0,6 м. Усі інші значення концентрацій забруднювачів знаходились в межах гранично допустимих. Аналіз отриманих даних також дозволив прослідкувати ще одну негативну закономірність: рівні вмісту забруднюючих речовин як на глибині 0...0,3 м так і на глибині 0,31-0,6 м значно вищі за їх фонові значення (табл. 1). Такі рівні забруднення ґрунту важкими металами і перевищення фонових значень можна пов'язати виключно з техногенними факторами військового характеру, оскільки досліджувані об'єкти розташовані на територіях лісових масивів, сільськогосподарська та інша діяльність тут не здійснювалась.

Таблиця 1

Вміст важких металів у ґрунті на території колишніх БСП

№ зразка	Глибина відбору, м	Кислотність, рН	Рівень забруднення ґрунту, мг/кг					
			Cu	Zn	Co	Mn	Cd	Pb
с.Солобківці (Ярмолинецький район)								
1	0-0,3	7,1	0,31	0,87	0,50	38,2	0,10	1,33
2	0,3-0,6	7,5	0,39	0,79	0,29	21,5	0,09	1,00
Фон	0-0,6	5,0	0,36	2,58	0,29	53,1	0,13	1,49
смт.Ярмолинці (Ярмолинецький район)								
1	0-0,3	7,0	1,16	1,81	1,52	35,8	0,27	4,21
2	0,3-0,6	7,1	1,45	2,26	1,95	38,1	0,38	4,75
Фон	0-0,6	6,3	0,97	2,33	1,64	19,2	0,27	4,21
с.Вербка Мурована (Ярмолинецький район)								
1	0-0,3	7,3	1,32	1,60	3,18	17,8	0,42	6,46
2	0,3-0,6	7,5	1,43	2,15	3,08	13,9	0,44	6,54
Фон	0-0,6	6,2	0,28	1,47	0,25	24,9	0,12	1,31
с.Бахматівці (Хмельницький район)								
1	0-0,3	7,2	5,86	20,25	2,08	86,7	0,71	7,80
2	0,3-0,6	7,6	1,46	14,30	1,50	93,9	0,35	4,96
Фон	0-0,6	6,4	0,31	2,83	0,61	82,9	0,19	1,24

На підставі даних, отриманих в ході екологічних обстежень ґрунтів на вміст важких металів, проведено визначення коефіцієнту концентрації хімічної речовини (K_{ci}) і сумарного показника забруднення (Z_c) [1]. Коефіцієнт концентрації хімічної речовини визначається за співвідношенням:

$$K_{c_i} = \frac{C_i}{C_{i \text{ фон}}},$$

де C_i – реальний вміст і-того хімічного елемента в ґрунті;

$C_{i \text{ фон}}$ – фоновий вміст і-того хімічного елемента в ґрунті.

Сумарний показник забруднення дорівнює сумі коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів і виражений наступною формулою:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{c_i} - (n - 1),$$

де K_{ci} – коефіцієнт концентрації і-того хімічного елемента в ґрунті (>1);

n – число врахованих хімічних елементів.

Ранжування сумарного забруднення ґрунту важкими металами проводилось за градаціями, які наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Орієнтовна оціночна шкала безпеки забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення (Z_c)

Категорія забруднення ґрунтів	Величина Z_c
Допустима	Менше 16
Помірно небезпечна	16 - 32
Небезпечна	32 - 128
Надзвичайно небезпечна	Понад 128

Результати проведених розрахунків коефіцієнтів концентрацій важких металів і сумарних показників забруднення ґрунтів на ділянках дослідження наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати оцінки екологічного стану ґрунтів								
№ зразка	Глибина відбору, м	Коефіцієнти концентрацій хімічних речовин						Сумарний показник забруднення Z_c
		K_{Cu}	K_{Zn}	K_{Co}	K_{Mn}	K_{Cd}	K_{Pb}	
с.Солобківці (Ярмолинецький район)								
1	0-0,3	0,86	0,34	1,72	0,77	0,77	0,89	1,72
2	0,3-0,6	1,08	0,31	1,00	0,40	0,69	0,67	1,08
смт.Ярмолинці (Ярмолинецький район)								
1	0-0,3	1,20	0,78	0,93	1,86	1,00	1,00	2,06
2	0,3-0,6	1,49	0,97	1,19	1,98	1,41	1,13	3,20
с.Вербка Мурована (Ярмолинецький район)								
1	0-0,3	4,71	1,09	12,72	0,71	3,50	4,93	22,95
2	0,3-0,6	5,11	1,46	12,32	0,56	3,67	4,99	23,55
с.Бахматівці (Хмельницький район)								
1	0-0,3	18,90	7,16	3,41	1,05	3,74	6,29	35,54
2	0,3-0,6	4,71	5,05	2,46	1,13	1,84	4,00	14,20

Коефіцієнти концентрацій на різних ділянках дослідження суттєво відрізняються між собою. Найменші з них зафіксовані для БСП поблизу с.Солобківці і смт.Ярмолинці, відповідно і сумарні показники забруднення для цих ділянок є найнижчими і знаходяться в межах 1,72-3,20, що за табл. 2 відповідає допустимому рівню забруднення ґрунтів. Більш високі коефіцієнти концентрацій зафіксовані на ділянках поблизу с.Вербка Мурована і с.Бахматівці, відповідно і кратність перевищення фонових значень вмісту важких металів у ґрунтах цих територій є значно вищими – від 0,56 до 18,90. За сумарним показником забруднення ґрунт на території БСП поблизу с.Вербка Мурована є помірно забрудненим. Поблизу с.Бахматівці ґрунт колишньої БСП на глибині 0-0,3 м має допустимий рівень забруднення, а на глибині 0,31-0,6 м – небезпечний рівень забруднення.

Висновки. Аналіз ступеня техногенного забруднення ґрунтів на ділянках дослідження виявив різні рівні присутності важких металів у пробах. Отримані результати для різних БСП відрізняються між собою як за значеннями коефіцієнтів концентрацій для окремих хімічних елементів, так і за величиною цих показників для конкретного елемента на відмінних територіях. Розраховані значення сумарних показників забруднення ґрунту відображають різний екологічний стан районів дослідження, що може бути викликано відмінностями у надходженні забруднювачів і проведенні заходів при ліквідації військових об'єктів.

Список літератури

1. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. № 4266-87 / МЗ СССР; ГСЭУ. – М., 1987. – 25 с.

*О.Л. Матвеева, к.т.н.,
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)
О.В. Панова, асистент
(КНУБА, Україна, Київ)*

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЕКРАНИ З КЕРОВАНИМИ ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Розроблений гнучкий еластичний металополімерний матеріал, придатний для виготовлення електромагнітних екранів будь-якої конфігурації в залежності від частоти поля і геометричних характеристик екранованої поверхні, приміщення, тощо.

Актуальною задачею на теперішній час є захист працюючих та технічних засобів від електромагнітних полів та випромінювань, а також створення захисних екранів різноманітних конфігурацій, в залежності від властивостей екранованого поля.

Одним з таких екранів є композитні металополімерні електромагнітні екрани, які складаються з діелектричного матеріалу із рівномірно розподіленими в ньому провідними компонентами у вигляді металевих пелюстків, кульок, тощо.

Основною задачею розробки є створення захисних покриттів великих площ, технологічних у виготовленні та з незмінністю захисних властивостей при облицюванні поверхонь складних конфігурацій. У якості моделі було обрано матеріал на основі епоксидних олігомерів (наповнювач - Al у вигляді пелюстків; товщина 0,25-0,50 мкм; лінійний розмір 20-50 мкм).

Зміна захисних властивостей такого матеріалу і зміна співвідношення внеску у них поглинання та відбиття відбувається за рахунок зміни діелектричної проникності (провідності матеріалу) біля межі протікання електричного струму [1], що узгоджується з [2]. Рівні екранування електромагнітного поля з частотою 0,9-1,8 ГГц наведені на рис.1.

Підвищення екранувального ефекту порівняно з [3], досягнуто за рахунок більш рівномірного розподілу металевих пелюстків у тілі діелектрика та покращення режиму полімеризації матеріалу, який запобігав деформації пелюстків металу. Результат випробувань щодо відбивальних властивостей матеріалу та їх змін в залежності від концентрації металевих пелюстків наведено на рис.2.

Недоліки: складність технології та великі терміни виготовлення через повільність процесу полімеризації для отримання необхідних властивостей; велика вага та крихкість матеріалу. Подолання недоліків досягнуто розробленням та виготовленням еластичного захисного матеріалу.

За основу узято гранульований поліпропілен (клас 21, наповнювач-Al пелюстки). Матеріал виготовлявся охолодженням з прокаткою крізь вальці розплаву з різним співвідношенням (за вагою) полімерної та металевої компонент.

Перевага: можливість отримання суцільної стрічки, ширина якої обмежена тільки шириною вальців. (Товщина стрічки: 1,0-3,5мм; вміст провідного матеріалу до 35ваг.%). Відхилення за товщиною - не більше 0,3мм. Результати досліджень захисних властивостей матеріалів наведено на рис.3.

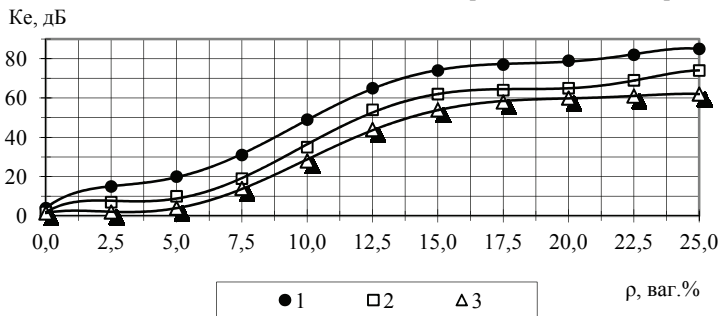


Рис.1. Залежність коефіцієнта екранування електромагнітного випромінювання частотою 0,9-1,8 ГГц в залежності від вагового вмісту металеві компоненти. Товщина: 1–15 мм; 2–10мм; 3– ,0 мм

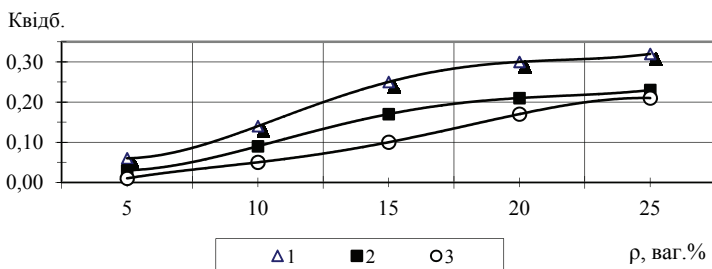


Рис.2. Залежність коефіцієнта відбиття композитного екрана від концентрації металеві компоненти. Товщина: 1–15мм; 2–10мм; 3–5,0мм

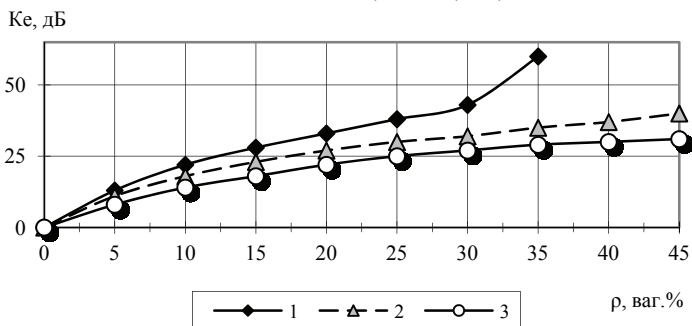


Рис.3 Залежність коефіцієнта екранування еластичного захисного матеріалу від вмісту провідної компоненти. Товщина: 1–5,0 мм; 2–3,0 мм; 3–1,0 мм

Випробування щодо внеску у коефіцієнти екранування відбивальної складової виконувалися за методикою та за розмірів екрана, аналогічних модельному матеріалу. Результати випробувань наведена на рис. 4.

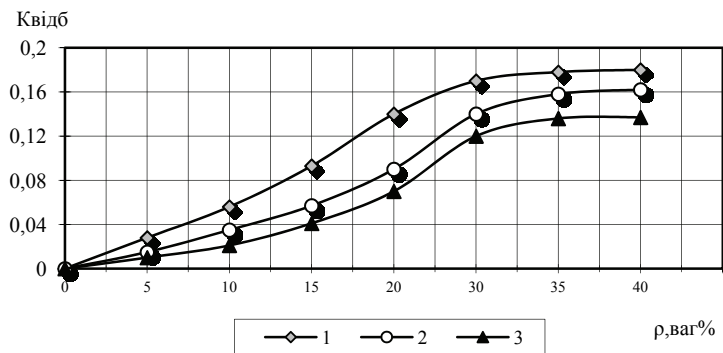


Рис.4 Залежність Кв еластичного захисного матеріалу від вмісту провідної компоненти товщини: 1–5,0 мм; 2–3,0 мм; –1,0 мм

Аналіз кривих рис. 3 та рис. 4 свідчить, що поріг значного зростання захисних властивостей припадає на вміст металевої провідної компоненти близько 15%.

Практичне використання розробленого матеріалу: зменшення негативного впливу електромагнітних полів та випромінювань на працюючих. Еластичність та висока ефективність цих матеріалів дає можливість захистити від електромагнітних впливів та випромінювань чутливу електронну апаратуру [4]. Це надає змогу досягти стабільності роботи обладнання робочих місць.

Ступені екранованості такого обладнання (перевіреного за допомогою [5]) визначається нормативами з електромагнітної сумісності технічних засобів (у частині стійкості до зовнішніх електромагнітних впливів) [5-11]. Вимоги цих стандартів дозволяють розрахувати параметри і виготовити електромагнітний екран з необхідними захисними властивостями.

Висновок

Розроблений гнучкий еластичний металополімерний матеріал має вагомі переваги порівняно з металічними та жорсткими металополімерними матеріалами, а саме: придатність для виготовлення електромагнітних екранів будь-якої конфігурації в залежності від геометричних характеристик екранованої поверхні, технічного засобу тощо.

Випробування щодо зміни магнітних властивостей матеріалу в наслідок механічних впливів показали їх незмінність (у межах похибки), принаймні до стадії незворотної деформації розтягу. За деформації на згин - суттєвих змін не зафіксовано. Практичне використання довели їх високу ефективність у реальних виробничих умовах.

Список літератури

1. *Думанський Ю.Д.* Гігієнічні аспекти електромагнітної сумісності базових станцій стільникового мобільного зв'язку та медичних приладів/ Ю.Д. Думанський, С.В. Біткін//Гігієна населених місць.–2007.–Вип.50.–С.193–201.
2. *Назаренко В.М.* Розрахункові методи визначення електромагнітних захисних властивостей/ В.М. Назаренко, О.М. Гончарова, О.В. Панова//Проблеми охорони праці в Україні: Зб.н.пр.-К.: ДУ «ННДІПБОП», 2012.–В. 23.- С.84.
3. *Глива В.А.* Моніторинг та нормалізація фізичних факторів виробничого середовища при експлуатації автоматизованих систем: дис...докт.техн.наук: 05.26.21; Глива Валентин Анатолійович. – Київ. – 2012. – 320с.
4. *Панова О.В.* Дослідження захисних властивостей новітніх екрануючих матеріалів/О.В.Панова, О.А.Маруда//72 наук.-практ. конф., зб.тез доповідей: –К.: КНУБА, 2011. – Ч. 1, – С.103.–С. 103-104.
5. Патент 58604 Україна, МПК G01L9/00 Пристрій контролю захисних властивостей електромагнітних екранів/Глива В.А., Левченко Л.О., Панова О.В., Азнаурян І.О., Подобед І.М. – заявники і патентоотримувачі; заяв. 15.03.2011; опубл. 11.04.2011, Бюл. № 7.
6. *Панова Е.В.* Оценка защитных свойств различных материалов для экранирования эл'м полей./В.А .Глыва, В.И .Клапченко, Е.В. Панова//«АВІА-2011»:Х міжнар.наук.-техн.конф.,19-21.04–К.:2011.–т.IV–С.27.39-27.40.
7. Електромагнітна сумісність. Ч.2. Електромагнітне оточення. Секція 4. Рівні сумісності для промислового обладнання щодо низькочастотних кондуктивних завод (IEC61000-2-4:1994, iDT). ДСТУ IEC 61000-2-4:2002.–[Чинний від 2003-10-01].–К.: Держспоживстандарт України,–2004.–11с.
8. Системи безперебійного електроживлення. Частина 2. Вимоги до електромагнітної сумісності (EN50091-2:1995, iDT): ДСТУ EN50091-2:2003.–[2004-07-01].–К.: Держспоживстандарт України,–2004.–27с.
9. Електромагнітна сумісність. Загальний стандарт емісії. Частина 2. Промислове устаткування (EN50091-2:1993, iDT): ДСТУEN50091-2:2003.–[2004-10-01].–К.: Держспоживстандарт України,–2005.–5с.
10. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационной техники. Нормы и методы испытаний: ГОСТ 29216-91.–[1993-01-01].–М.: Госстандарт СССР,–1992.–22с.
11. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань: ДСТУ2465-94.–[Чинний від 1995-01-01].–К.: Держспоживстандарт України,–1995.–29 с.

*В.А. Глива, д.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ),
Х.В. Паньків (Львівська політехніка, Україна, м. Львів)*

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З КОНТРОЛЮ ТА ДОПУСТИМИХ РІВНІВ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

Проаналізовано сучасний стан чинної нормативної бази з контролю та гранично допустимих рівнів фізичних факторів виробничого середовища. Виявлено розбіжності у вимогах різних документів та невідповідності їх міжнародним стандартам. Запропоновані основні напрямки робіт з їх усунення.

Вступ. Зростання насиченості виробничого та побутового середовища технічними засобами різноманітного призначення, складні та потужні системи енергозабезпечення та вентиляції споруд сучасної забудови висуває задачу більш жорсткого контролю та нормування рівнів фізичних факторів, джерелами яких вони є. Особливо це стосується систем керування повітряним рухом, підприємств електронної промисловості тощо. Як свідчить попередній аналіз нормативно-правових актів з промислової безпеки та охорони праці ці документи мають низку суперечностей та частково застаріли. Крім того, мають місце невідповідності національних санітарних норм міжнародним. Гармонізація деяких міжнародних нормативів виконана на недостатньому науково-методичному рівні, що ускладнює їх використання у практичній діяльності.

Найбільш критичним фізичним фактором негативного впливу на людей є електромагнітні поля та випромінювання (за виключенням іонізуючих випромінювань)

Чинна в Україні нормативно-правова база електромагнітної безпеки перебуває, в цілому, на сучасному рівні. Проте є низка недоліків, які потребують усунення. Так, санітарні норми з експлуатації електронно-обчислювальної машини [1] посиляються як на обов'язковий міждержавний стандарт (ГОСТ) з виконання робіт в умовах впливу електромагнітних полів частотою 50 Гц, хоча цей стандарт було скасовано ще у 1997р. зі введенням в дію санітарних норм [2]. Крім того у нормах [1] закладено посилання на стандарти, скасовані пізніше розробленими санітарними нормами [3]. Останні, формально, не стосуються роботи з комп'ютерною технікою, проте сучасні програмно-технічні комплекси передбачають велику кількість силового електрообладнання та персоналу з ремонту і налаштування технічних засобів, тому такі обмеження вважаються недоцільними.

Норми [1] не розглядають (нормують) електромагнітні поля навколо моніторів, хоча, як показали дослідження, такі монітори, особливо великих діагоналей (Wide-монітори) іноді створюють електричні поля гігієнічно значущих рівнів. Такі норми існують у міжнародному стандарті ТСО'03. Хоча

він має рекомендаційний характер, більшість виробників комп'ютерного обладнання дотримуються його вимог.

На сьогоднішній день в Україні існує низка нормативів щодо випромінювальних властивостей та стійкості до зовнішніх впливів структурованих комп'ютерних мереж та низьковольтних систем електроживлення [4, 5], проте наказом Держспоживстандарту від 16.08.2006 р. № 251 ці нормативи не є обов'язковими для виконання і застосовуються виробниками добровільно для підтвердження високої якості продукції. За визначених умов це можна суттєво впливати на стан охорони праці персоналу. Гармонізація міжнародних документів повинна проводитися з урахуванням сучасних досліджень у галузі електромагнітної безпеки.

Так, у настанові з обмеження впливу змінних електричних, магнітних та електромагнітних полів, розробленому міжнародною комісією з захисту від неіонізуючих випромінювань (ICNIRP), допустимий рівень змінного магнітного поля промислової частоти 50 Гц для населення складає 100 мкТл, а національний норматив [2] передбачає 1,5 мкТл. Щодо високочастотних випромінювань (30-300 МГц), то, наприклад, допустимі напруженості електричного поля складають, відповідно, 28 В/м та 3 В/м. Таким чином, гранично допустимі рівні, встановлені вітчизняними санітарними нормами набагато жорсткіші і є прийнятнішими. Не випадково, що вищезгаданий документ піддається обґрунтованій критиці у багатьох публікаціях. Проте для низькочастотного діапазону контролювані амплітудні значення, наприклад, магнітних полів у національному нормативі [3] суттєво вищі (рис. 1).

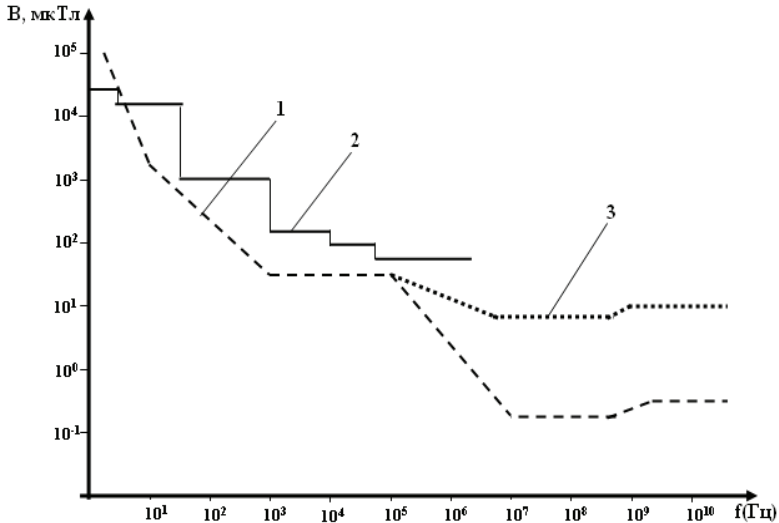


Рис.1 Контрольовані рівні електромагнітних полів у виробничих умовах:
1 – граничні рівні згідно з ICNIRP,
2 – граничні амплітудні рівні згідно з національним нормативом,
3 – амплітудні рівні згідно з ICNIRP

Деякі, навіть нещодавно розроблені національні нормативи, мають недоліки, які за визначених умов є причиною зниження електромагнітної безпеки людей. Так, норматив щодо проектування електрообладнання будівель [6] у п. 2.12 містить вимогу, щоб напруженості електричних полів не перевищували гранично допустимих рівнів. При цьому не згадуються магнітні та електромагнітні поля. Таким чином, формально ці величини даним документом не регламентуються і не повинні братися до уваги при виконанні проектних та електромонтажних робіт.

У п. 6.16 зазначено, що сторонні струмопровідні частини не повинні використовуватися в якості єдиного РЕ N- провідника. Цей пункт відповідає останній редакції Правил улаштування електроустановок, але є хибним з точки зору електромагнітної безпеки. За наявності двох або більше заземлювачів через їх різний опір виникають незбалансовані струми витоку, які створюють додаткові магнітні поля промислової частоти та її гармонік.

Крім того таке явище негативно впливає на роботу комп'ютерного обладнання, особливо інформаційних мереж.

Рівні шуму на робочих місцях регламентуються сучасними національними санітарними нормами [7]. Ці норми докладно висвітлюють методи і правила розрахунків шумового навантаження на працюючих, проте мають низку недоліків.

Норми щодо шуму у приміщеннях з експлуатації комп'ютерного обладнання узгоджуються зі спеціалізованим нормативом [1]. Проте у інших позиціях розглядаються переважно рівні шуму на залізничному та водному транспорті, сільському господарстві, а такі важливі ланки, як шум на робочих місцях працівників цивільної авіації (крім робочих місць екіпажів та бортпровідників) лишаються поза увагою. Таким чином, при впровадженні заходів зі створення належних умов праці інших працівників (наприклад персоналу з керування повітряним рухом) керуються дещо застарілими міждержавними стандартами, які частково суперечать нормативам міжнародної організації цивільної авіації (ICAO).

Аероіонний склад повітря виробничих та житлових приміщень є важливим показником якості середовища. Доведено, що деякі концентрації аероіонів (недостатні або дуже великі) можуть негативно впливати на здоров'я людей. Як вже зазначалося, особливістю нормування іонного складу повітря є наявність оптимальної концентрації аероіонів (а також мінімально та максимально допустимої). При цьому слід враховувати наявність у повітрі як легких, так і важких аероіонів, процес генерації яких докладно розглянуто у [6]. Проте у нормативі [1] регламентується тільки концентрація легких аероіонів, при цьому коефіцієнт уніполярності дорівнює 1,5 – 2,0, що викликає сумніви в його обґрунтованості.

Об'єктивним чинником суперечливості накопичених даних є недосконалість вимірювальної апаратури. Так, наприклад, дуже поширений малогабаритний лічильник аероіонів MAC-01 має паспортну похибку вимірювань у 50-40% (в залежності від піддіпазону вимірювань), що не зовсім прийнятно для контролю аеропонного стану повітря у обмежених

просторах, таких, як приміщення з експлуатації комп'ютерного обладнання, автоматизованих систем керування тощо.

Висновки

Впровадження санітарно-гігієнічних та організаційно-технічних заходів з нормалізації фізичних параметрів виробничого середовища потребує суттєвої корекції чинних нормативних актів з контролю фізичних факторів та їх гранично допустимих рівнів.

Спеціалізовані санітарні норми, зокрема з експлуатації засобів обчислювальної техніки, повинні бути перероблені з урахуванням сучасних національних і міжнародних нормативів та вилученням посилань на скасовані стандарти.

Зміни у чинні нормативи треба виконувати з урахуванням сучасних науково-технічних напрацювань у відповідних галузях та специфіки вітчизняних будівельних норм. Нормативні документи з контролю та допустимих рівнів фізичних факторів виробничого середовища доцільно доповнити переліком рекомендованої сучасної вимірювальної апаратури.

Вимоги до приладів контролю випромінювань радіочастотного діапазону та рівнів аероіонізації повітря слід доповнити вимогами до точності вимірювань, що виключить різночитання і суперечливості при проведенні відповідних досліджень.

Список літератури

1. ДНАОП. 00-1.31-99. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.
2. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань (затверджено наказом МОЗ України від 01.08.1996р. за №239).
3. ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
4. ДСТУ EN 50081-2:2003 Електромагнітна сумісність. Загальні стандарти щодо емісії. Ч.2. Промислове устаткування.
5. ДСТУ ІЕС 6100-2-2:2002 Електромагнітна сумісність. Ч.2. Електромагнітне оточення. Р.2. Рівні сумісності для низькочастотних кондуктивних завод та сигналів систем передавання в низьковольтних електропостачальних системах загального призначення.
6. ДБН В.2.5-23-2003. Державні будівельні норми України. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
7. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

В.А. Глива, д.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ),
Л.О. Левченко, к.е.н.
(НТУУ «КПІ», Україна, м. Київ)

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Розглянуто можливості створення коректних моделей просторових та часових змін кількісних значень шкідливих факторів виробничого середовища, особливості моделювання розподілу кількох фізичних факторів та принципи його реалізації. Надано рекомендації щодо практичного використання отриманих результатів.

Збільшення кількості і ущільнення розміщення технологічного обладнання у виробничих приміщеннях, підвищення його потужностей вимагає розроблення організаційно-технічних заходів з забезпечення нормативних параметрів виробничого середовища за усіма шкідливими і потенційно шкідливими факторами.

Останнім часом отримало поширення моделювання рівнів шкідливих факторів виробничого середовища як у просторі, так і у часі. Таке моделювання виконується на стадіях проектування первинного монтажу та модернізації засобів виробництва. В той же час наукові дослідження та прикладні розробки у цій галузі мають поодинокий характер і вирішують якусь одну вузьку задачу без урахування особливостей формування та поширення як конкретного фактора, так і сумісного впливу кількох шкідливих факторів, що дає значні розбіжності з контрольними експериментальними дослідженнями. Так, моделювання просторових розподілів електромагнітних полів здійснюється зазвичай у одній площині, що не надає повної інформації відносно електромагнітної обстановки у суміжних приміщеннях і будівлі в цілому.

Моделювання динаміки концентрацій аероіонів, пилу та аерозолів здійснювалося у тестових приміщеннях, що дає значні розбіжності з реальними виробничими умовами.

Моделювання динаміки кожного із шкідливих факторів виробничого середовища має свої особливості. Доцільно зупинитися на основних принципах моделювання розподілу найбільш несприятливого фактора – моделювання розподілу електромагнітних полів та випромінювань і найменш дослідженого – зміни концентрацій аероіонів.

Особливостями моделювання електромагнітної обстановки є те, що математичні функції їх поширення і просторі відомі з електродинаміки (у повітрі) та з електродинаміки суцільних середовищ (у провідній речовині). В той же час при проведенні моделювання необхідно враховувати частоту поля (полів). Так, електромагнітні поля промислової частоти 50 Гц та її вищих

гармонік є квазістаціонарними (ближня зона), а поля частотами від 300 МГц у приміщеннях мають характер випромінювань (хвильова зона), тому при визначенні сумарного поля у кожній точці приміщення необхідно керуватися не тільки принципом суперпозиції, а ц визначити густину потоку енергії.

Враховуючи, що електрична складова електромагнітного поля промислової частоти екранується будь-якою металевою поверхнею (корпуси технічних засобів, оплітка силових кабелів тощо) доцільно розглядати магнітну складову, яка практично не екранується. Основними функціями для здійснення моделювання є рівняння Максвела. Так, магнітне поле системи квазістатичних струмів, які розподілені у об'ємі V і обмежені поверхнею S у довільній точці однорідного непровідного середовища (поза об'єму джерела) задовольняє однорідним рівнянням Максвела

$$\text{rot } \mathbf{B} = 0, \quad \text{div } \mathbf{B} = 0$$

та закону Біо-Савара
$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{[\mathbf{j}(\mathbf{r}') \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')]}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3} \cdot dV,$$

де \mathbf{B} – вектор магнітної індукції у точці спостереження з координатами $\mathbf{r} = (r_x, r_y, r_z)$, \mathbf{j} – вектор густини струму у точці $\mathbf{r}' = (r'_x, r'_y, r'_z)$; μ_0 – магнітна стала.

В точці простору, де $r \gg r'$ для опису магнітного поля можна використати дипольну модель джерела. У цьому випадку індукція магнітного поля визначається як

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{3(\mathbf{m}\mathbf{r})\mathbf{r} - m r^2}{r^5} = \frac{\mu_0}{4\pi r^5} \begin{pmatrix} 3r_x^2 - r^2 & 3r_x r_y & 3r_x r_z \\ 3r_x r_y & 3r_y^2 - r^2 & 3r_y r_z \\ 3r_x r_z & 3r_y r_z & 3r_z^2 - r^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_x \\ m_y \\ m_z \end{pmatrix},$$

де \mathbf{m} – вектор магнітного моменту диполя.

Наведені співвідношення надають можливість отримання тривимірної моделі розподілу кількісних значень магнітних полів як у статичному вигляді, так і їх зміни у часі (за рахунок змін густин електричних струмів \mathbf{j}).

Моделювання доцільно здійснювати з використанням методу кінцевих елементів, який дає можливість якісного унаочнення отриманих результатів.

На сьогоднішній день для розв'язку відповідних рівнянь та реалізації тензорних співвідношень існують кілька програмних пакетів: AnsoftMaxwell, JMAGStudio та ін. Різниця усіх програм полягає у особливостях геометричних побудов та побудові вихідної сітки кінцевих елементів, а також у адаптивному її ущільненні для зниження похибки розрахунків.

Реалізація запропонованого моделювання дає тривимірне уточнення, проте на паперовому носії чорно-біле зображення не завжди добре зрозуміло, тому цьому випадку доцільно використовувати проєкції на горизонтальні або вертикальні площини.

Слід враховувати, що метод кінцевих елементів є одним з найбільш ресурсоемних, тобто потребує великих обсягів комп'ютерної оперативної пам'яті. Граничними умовами для розрахунків, крім випромінювальних властивостей джерел магнітного поля, є геометричні параметри приміщень, для яких здійснюється моделювання.

Важливим аспектом моделювання просторових розподілів магнітних полів є виділення на візуальній реалізації моделі зон перевищення гранично допустимих рівнів.

Оскільки частоти джерел високочастотних випромінювань близькі за значеннями і не розділяються вимірювальними приладами, то їх сумарне значення у конкретному приміщенні порівнюється з гранично допустимим рівнем і додається до візуалізації моделі з виділенням окремим кольором.

Перевірка коректності запропонованого підходу до моделювання просторових розподілів магнітних полів показала розбіжності з натурними вимірюваннями у 7-9%, що обумовлене, на нашу думку, впливом неврахованих джерел магнітного поля у будівлі. Це підтверджується тим, що змодельовані магнітні поля нижчі за рівнем від фактичних на вказану величину.

Більш складним є моделювання динаміки концентрацій аероіонів, пилу та аерозолів у повітрі виробничих приміщень. Це обумовлене низкою чинників:

- одночасною генерацією та рекомбінацією іонів;
- залежністю їх концентрацій від мікрокліматичних параметрів;
- наявністю у приміщеннях як джерел іонізації, так і деіонізації повітря.

Враховання цих чинників для отримання адекватних моделей є обов'язковим. Досвід показав, що розглядання окремих випадків дає великі розбіжності з натурними вимірюваннями.

Крім того, необхідною є побудова відповідних рівнянь, які враховують особливості джерел іонізації повітря у даному приміщенні (типу приміщень) з урахуванням наявності спрямованих рухів повітря. Так, цілком коректне є рівняння:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = g(x, t) - D \left(\frac{\partial^2 n}{\partial x^2} \right) - \frac{n - n_0}{\tau_n},$$

де n – концентрація аероіонів, n_0 – фонові концентрація аероіонів,

D – коефіцієнт дифузії аероіонів, $g(x, t)$ – функція генерації аероіонів, τ – середній час життя аероіонів за даної концентрації, x – відстань від джерела іонізації) дає прийнятні за точністю результати у дуже обмеженому об'ємі, що обумовлене розгляданням одного напряму розповсюдження аероіонів.

Найбільш прийнятним рівнянням для здійснення моделювання просторових та часових змін концентрацій аероіонів у виробничих

приміщеннях є рівняння, записане у полярних координатах з урахуванням коефіцієнта рекомбінації

$$\frac{\partial n}{\partial t} = g(r, t) + D \left(\frac{\partial^2 n}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial n}{\partial r} \right) - \gamma n^2,$$

де n – концентрація аероіонів, g – генерація іонів, D – коефіцієнт дифузії, r – відстань до точки визначення концентрації n , γ – коефіцієнт рекомбінації.

За умови наявності у приміщенні спрямованого руху повітря це рівняння приймає вигляд

$$\frac{\partial n}{\partial t} = g(r, t) + D \left(\frac{\partial^2 n}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial n}{\partial r} \right) - \gamma n^2 + \frac{\partial n}{\partial r} V,$$

де V – швидкість руху повітря.

Візуалізація розв'язку наведеного рівняння показала, що отримані результати прийнятно збігаються з експериментом, тому його слід використовувати для моделювання динаміки аероіонного складу повітря.

Наведені приклади методологічних підходів до моделювання динаміки кількісних значень деяких факторів виробничого середовища довели, що реалізація моделей для різних факторів суттєво відрізняється, тому визначенню сумарного впливу шкідливих факторів на працюючих повинне передувати створення адекватної моделі кожного з них. При цьому слід враховувати ієрархію факторів, що присутні у приміщенні за їх шкідливістю для працюючих.

Висновки

Моделювання просторових та часових змін кількісних характеристик шкідливих факторів виробничого середовища можливе і доцільне. Моделювання просторових розподілів магнітних полів як одиночного, так і багатьох джерел доцільно виконувати з використанням універсального методу кінцевих елементів та стандартних пакетів програм його реалізації. Моделювання просторових та часових змін аероіонного складу повітря виробничих приміщень виконується, виходячи з рівняння неперервності слабо іонізованої плазми з урахуванням процесів рекомбінації іонів, сферичності їх поширення від джерела та спрямованого руху повітря у приміщенні. Реалізація попереднього моделювання просторових та часових змін рівнів шкідливих факторів у приміщеннях на стадіях проектування і модернізації технологічного обладнання сприятиме визначенню переліку та вмісту працезохоронних заходів при його експлуатації та загальному підвищенню рівня охорони праці та промислової безпеки.

*О.М. Антонів, магістр, В.А. Гроза, к.ф.-м.н., доцент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ГАЗОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ (НА ПРИКЛАДІ БІЛОУСІВСЬКОГО РОДОВИЩА)

Проаналізовано дані про важливість газодобувної промисловості для України та її вплив на навколишнє середовище.

Обов'язок держави та кожного громадянина зберігати природу, що закріплено в Конституції України, у Земельному, Водному, Лісовому кодексах України, Кодексі про надра.

Сьогодні, як ніколи діяльність людства, озброєного досягненнями науки призвела до глобальної екологічної кризи. Ця діяльність залишається спрямованою на задоволення суспільного споживання, яке дедалі збільшується у зв'язку зі зростанням чисельності населення Землі та «споживацьких апетитів» суспільства. Світова спільнота вже усвідомила, до якої загрозової межі воно дійшло – це виснаження природних ресурсів, порушення екологічної рівноваги, скорочення біорізноманіття, порушення родючості сільськогосподарських угідь і зменшення запасів питної води.

У народному господарстві України газова промисловість відіграє дуже важливу роль. Вона є невід'ємною частиною економічного і суспільного добробуту населення держави. Газова галузь – найважливіша складова вітчизняного ПЕК. Адже її частка у наповненні державного бюджету перевищує четверту частину, а природний газ становить 45% всіх енергоносіїв, що споживаються в Україні.

Україна володіє значними доведеними запасами та потенційними ресурсами природного газу. Потенційні ресурси природного газу складають 5,4 трлн.куб.м, газового конденсату – понад 400 млн. тонн.

У межах України зараз виділяється дев'ять нафтогазоносних областей, розміщення яких дозволяє об'єднати їх в три нафтогазоносні регіони: Східний — Дніпровсько-Донецька газонафтоносна область; Західний — Передкарпатська, Складчаті Карпати, Закарпатська і Волино-Подільська та Південний — Передобруджинська, Причорноморсько-Кримська, Індоло-Кубанська, Азово-Березанська область.

Щороку зростають обсяги видобутку природного газу, нафти, вугілля. Разом з цим зростає і вплив на довкілля при розвідуванні, видобуванні, транспортуванні, переробці і використанні паливно-енергетичних ресурсів.

Прямі дії на ґрунтовий покрив пов'язані з проведенням підготовчих земельних робіт і виражаються в наступному:

- порушенні форм природного рельєфу, що склалися, в результаті виконання різного роду земляних робіт (риття траншей і інших виїмок, відсіпання насипів, планувальні роботи і ін.);

- погіршенні фізико-механічних і хіміко-біологічних властивостей ґрунтового шару;

- знищенні і псуванні посівів сільськогосподарських культур і сінокісних угідь;
- засмічення ґрунтів відходами будівельних матеріалів, порубковими залишками і ін.

- техногенним порушенням мікрорельєфу, викликаних багатократним проходженням важкої будівельної техніки.

До негативних дій на земельні ресурси під час експлуатації газових об'єктів відносяться:

- прямі втрати земельного фонду, що вилучається під розміщення постійних наземних споруд;

- незручності в землекористуванні із-за розділення сільськогосподарських угідь трасами інженерних комунікацій і автодоріг;

- скорочення сільськогосподарської продукції, пов'язане з довгостроковим вилученням орних земель і погіршення родючих властивостей ґрунту на землях, що тимчасово відводяться.

Джерелом забруднення повітряного басейну при будівництві є:

- вихлопні гази будівельних машин і механізмів, автотранспорту, котельних і пересувних електростанцій на рідкому і газовому паливі;

- дим від двигунів, спалювання залишків деревини і будівельних матеріалів;

- зварювальні аерозолі від трубозварювальних установок і ручної зварки.

Джерелом забруднення водних об'єктів при будівництві є побутові, промислові і зливові стоки з майданчиків тимчасового житлового селища, тимчасових об'єктів, з майданчиків технологічних об'єктів.

Всі стадії видобутку, підготовки, транспортування вуглеводневої продукції є небезпечними в зв'язку з її пожежо- та вибухонебезпечністю.

Екологічні проблеми в газовій промисловості мають свою специфіку, яка визначається в основному відчуженням та забрудненням земель в районах промислової експлуатації газових родовищ та проведенням геолого-пошукових робіт на нафту й газ. Щодо використання природного газу в різних секторах економіки та галузях народного господарства, то цей вид ресурсу є найбільш екологічно чистим порівняно з такими енергетичними ресурсами, як вугілля, мазут, торф.

У майбутньому газова промисловість повинна стати однією з галузей з надзвичайно високим ступенем концентрації капіталу й виробництва.

Білоусівська установка попередньої підготовки газу (УППГ) розміщена в Чорнухинському районі Полтавської області, розташована на відстані 650 м на захід від с. Білоусівка, в 880 м – на південь від с. Синяківщина та в 850 м - на північний схід від с. Суха Лохвиця. У тектонічному відношенні вона знаходиться у приосьовій зоні північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини. В 25 км з заходу і 35 км з півдня від площі проходить автотраса Пирлуки – Пирятин – Чорнухи– Лохвиця.



Рис.1. Пошуково вертикальна свердловина №2 Білоусівсько-Чорнухинської ліцензійної площі

Площа Білоусівської УППГ становить— 0,94 га.

Процес підготовки газу на УППГ є безперервним.

Конденсат, отриманий після стабілізації до атмосферного тиску і відділений від підтоварної води, відвантажується з ємностей конденсатого парку в автоцистерни.

Білоусівська (УППГ) призначена для вилучення з природного газу Білоусівського газоконденсатного родовища (ГКР) конденсату, пластової води та забезпечення транспортування газу до магістрального газопроводу «Курськ-Київ».

Підготовка газу здійснюється на двох технологічних лініях проектною продуктивністю по 0,5 млн.м³/добу по газу. Підключені 4 свердловини — №№ 13, 110, 111, 3-А.

Загальна продуктивність УППГ становить 1 млн.м³/добу по газу та 50 т/добу по конденсату.

Проект облаштування Білоусівської УППГ виконано ТОВ «Айренг» м. Полтава в 2006 році. УППГ введено в експлуатацію в 2007 році .

Вперше на наявність перспективних нафтогазових об'єктів вказали висновки геохімічних досліджень 1964 – 1965 рр. У 1975 р. розпочалось буріння параметричної свердловини № 110, при випробуванні якої в 1977 р. з нижньовізейських утворень. До Державного балансу родовище прийняте в 1978р. Всього на площі пробурено 16 пошукових та розвідувальних свердловин. Ними розкритий розріз карбонатно-теригенних відкладів від четвертинних до девонських. В 1980 р. на родовищі спостерігалось зменшення пластового тиску, дебіт свердловин суттєво знизився, початкові дебіти зменшились, внаслідок чого в 1984 г. Видобуток вуглеводнів на родовищі був припинений.

У 2001 р. бурова компанія "Рудіс" отримала дозвіл (ліцензію) №1797 на геологічне вивчення, в тому числі дослідно-промислово розробку Білоусівсько-Чорнухинської площі.

Корисні копалини родовища: газ природний вільний, супутні – конденсат, етан, пропан.

Основними екологічними аспектами Білоусівського родовища, що здійснюють вплив на НС є:

- забруднення повітря (викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, використання метилового спирту, використання ламп люмінесцентних, вибух газової хмари, витік газу, викид газу на свічку, спалювання газу на амбар та ін.);

- забруднення землі (пролив дизпалива, використання акумуляторів свинцевих, використання масла та мастила моторного трансмісійного, масний пісок, масна ганчірка, відпрацьовані маслофільтри, шини відпрацьовані, макулатура паперова і картонна, відходи комунальні, змішані, розлив конденсату, розлив пластової води, розлив метанолу та ін.);

- забруднення водного басейну (наявність пластової води, господарсько-побутові стічні води, промислово-зливові води, отримання газоконденсату,

- виснаження природних ресурсів (споживання води на господарчо-побутові та промислово-технічні потреби, спалювання газу, використання електроенергії);

- вплив на природне середовище(шумова вібрація) тощо.

Висновки

Білоусівське родовище є частиною природно-промислового комплексу, сформованого під впливом пошуково-розвідувальних робіт, і, як результату, послідуючого видобутку газу і конденсату. Природне середовище зазнало техногенного впливу через проведення бурових робіт, сітка доріг до бурових внесла зміни в ландшафт, змінено геомагнітне поле, внаслідок обсадження стволів свердловин, частина земель, що відведені під свердловини і перебувають в промислово-дослідній експлуатації, виведено з природного стану. Оскільки Білоусівське родовище функціонує на даний час, то головне завдання дослідження полягає в тому, щоб звести до мінімуму небажані наслідки для навколишнього середовища.

Список літератури

1. Інженерна екологія: Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін.; За заг. Ред. чл.-кор. НАНУ В.П. Бабака. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006.-492 с.

2. Промислова екологія: Навч. Посіб. / С. О. Апостол юк, В. С. Джиги рей, А. С. Апостол юк та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

3. Урбоекологія і техноекологія: Навчально-методичний посібник / Г. М. Франчук, В. М. Ісаєнко, О. І. Запорожець. – К.:НАУ, 2004. – 200 с.

*О.Г. Личманенко, студ., О.В. Лапань, студ., Є.О. Бовсуновський, доцент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ДЕПОНУВАННЯ ВІДХОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

*В роботі приведені результати проведених досліджень щодо десорбції хрому
(III) з будівельних сумішей та встановлено оптимальне співвідношення
компонентів.*

Використання природних дисперсних сорбентів для очищення стічних вод, забруднених важкими металами, достатньо повно обгрунтовано в багатьох наукових працях. Проте сьогодні для багатьох промислових підприємств дуже гострою є проблема обробки та утилізації осадів, які утворюються при очищенні стічної води.

Часто осади в необробленому вигляді протягом десятків років зливалися на переобтяжені мулові площадки, у відвали, кар'єри, що привело до порушення екологічної безпеки довкілля й умов життя населення. Вартість самих природних дисперсних сорбентів невелика, отже недоцільно планувати їх регенерацію, оскільки вартість регенерування буде на порядок вищою від вартості нового сорбенту [1]. Тому питання накопичення сорбентів, які використали свій сорбційний потенціал, їх регенерація або утилізація залишається актуальною і вимагає створення комплексних безвідходних технологій.

Застосування глинистих матеріалів як сорбентів важких металів досить поширено [2]. Для глибокого очищення стічних вод від розчинних органічних і неорганічних забруднюючих речовин, у тому числі й від іонів важких металів, використовують метод сорбції, ефективність якого коливається від 80 до 99,5 %, залежно від хімічної природи адсорбенту, величини адсорбуючої поверхні, структури і властивостей забруднюючих речовин і т.д. Основні труднощі при застосуванні сорбційної очистки стічних вод – це десорбція забруднень. Ця проблема сьогодні вимагає до себе підвищеної уваги фахівців [3].

Сорбція – це процес поглинання твердим тілом або рідиною речовини з навколишнього середовища. Речовина, яка поглинає, називається сорбентом, а яка поглинається – сорбатом. Розрізняють поглинання речовини всією масою рідкого сорбенту (абсорбція) або поверхневим шаром твердого або рідкого сорбенту (адсорбція) [4]. Вирізняють сорбцію у статичних умовах, яка здійснюється уведенням подрібненого сорбенту у стічну рідину та сорбцію в динамічних умовах, яка здійснюється фільтруванням води через шар сорбенту (вугілля, торф, каолін, тирса тощо).

Після цього в залежності від цінності речовин, що вилучаються, можуть бути прийняті два рішення:

- якщо речовина має високу вартість, то відпрацьований сорбент направляється на регенерацію;

- якщо речовина має невисоку цінність, то відпрацьований сорбент збирається в ємності і потім утилізується [5].

Проблему утилізації відпрацьованих сорбентів розглядає низка дослідників [1]. Вибір методу утилізації, знешкодження та поховання небезпечних відходів багато в чому має визначитися наступними обставинами:

- ефективністю методу з урахуванням забезпечення екологічної безпеки кінцевих продуктів утилізації чи знешкодження;
- їхньою економічною ефективністю;
- взаємозв'язком та взаємним доповненням вибраних технологічних рішень утилізації, знешкодження чи захоронення [6].

До основних небезпечних відходів, що підлягають першочерговій утилізації, знешкодженню чи похованню, належать шлами гальванічних виробництв [6], які утворюються в результаті очищення стічних вод, котрі містять у своєму складі широкий спектр важких металів, серед яких присутній і хром (III).

Можливість поховання відпрацьованих сорбентів на шламосховищах оцінюється на основі ступеню десорбції сорбата. Тому були проведені дослідження десорбції металу з необробленого осаду. В ході експерименту було встановлено, що при концентрації, 2 мг/л, хрому (III) в сорбенті, у воду через 14 діб переходить 0,166 мг/л металу. Отже вивезення на полігон осаду утвореного після очистки стічних вод, які містять важкі метали, неможливе – оскільки присутній ефект десорбції (табл. 1).

Таблиця 1

Десорбція хрому (III) з сорбенту суглинку темно-бурого

Вихідна концентрація хрому (III) в осаді	Концентрація хрому (III) у воді після десорбції протягом доби, мг/л
2 мг/л	0,166

Десорбція – видалення адсорбованої речовини з поверхні адсорбенту. Це зворотній процес адсорбції і відбувається при зменшенні концентрації адсорбату в середовищі, що оточує адсорбент. Десорбцію часто застосовують для вилучення із адсорбентів поглинутих ними газів, парів або розчинених речовин – регенерації адсорбенту. Швидкість десорбції залежить від температури, природи і швидкості потоку десорбуемого газу або розчинника, а також від особливостей структури адсорбенту [3].

Через те, що необхідною умовою утилізації відпрацьованих сорбентів є уникнення десорбції із них важких металів, то перспективним їх утилізації є іммобілізація. Існує чимало методів іммобілізації відходів серед них є: метод закладання відходів; компактування небезпечних відходів; депонування небезпечних відходів.

Одним з найбільш простих і надійних засобів знешкодження та поховання небезпечних відходів є їх депонування у процесі виробництва будівельних матеріалів (бетону, кераміки тощо). В основу методу покладено введення небезпечних відходів до сировинної суміші під час виробництва будівельних матеріалів.

Унаслідок фізико-хімічних процесів, що відбуваються при твердінні таких матеріалів, токсичні складові відходів «затискуються» в будівельному конгломераті. Кількість небезпечних відходів, що депонуються, у таких випадках визначається з розрахунку забезпечення необхідних фізико-хімічних характеристик та максимальної екологічної безпеки матеріалів, що отримуються. У зв'язку з цим кількість небезпечних відходів суміші не має перевищувати 3 – 5 %.

Використання для цих цілей спеціальних в'язучих речовин дає змогу довести кількість депонованих небезпечних відходів до 20 % маси виробу.[1].

За рахунок надійної механічної фіксації відпрацьованих сорбентів у композитних будівельних сумішах можна уникнути десорбції, із утворених осадів, важких металів, що відкриває широкі перспективи утилізації.

Були проведені експериментальні дослідження щодо десорбції важких металів з будівельної суміші (ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006 Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови), що була отримана шляхом поєднання таких компонентів як цемент і пісок у співвідношеннях 1:3 і 1:5 відповідно. Для збереження технологічних властивостей будівельної суміші тільки 5 % заповнювача (піску) були замінені на відпрацьований сорбент – суглинок темно-бурий.

Експерименти проводилися за наступною методикою: в ємність з дистильованою водою поміщали досліджуваний зразок (співвідношення за масою 20:1 відповідно), через добу відбиралися проби води в яких і визначався вміст досліджуваного елемента (хрому III).

У першій пробі початкова концентрація хрому (III) становила 0,1 мг/л, а суміш була приготована у співвідношенні 1:3, десорбція досліджуваного металу з суглинку темно-бурого за добу склала 0,048 мг/л.

У другій пробі коли початкова концентрація хрому (III) залишалася незмінною, по відношенню до першої проби, а суміш була приготована у співвідношенні 1:5, десорбція хрому (III) за добу дорівнювала 0,008 мг/л.

У третій пробі коли початкова концентрація хрому (III) становила 1 мг/л, а суміш була приготована у співвідношенні 1:3, десорбція металу з суглинку за добу становила 0,043 мг/л.

У четвертій пробі коли початкова концентрація хрому (III) залишалася незмінною, у порівнянні з попередньою пробою, а суміш була приготована у співвідношенні 1:5, десорбція металу за добу склала 0,007 мг/л.

У п'ятій пробі коли початкова концентрація хрому (III) становила 2 мг/л, а суміш була приготована у співвідношенні 1:3, десорбція досліджуваного металу з суглинку за добу склала 0,051 мг/л.

У шостій пробі коли початкова концентрація залишалася незмінною, по відношенню до попередньої проби, а суміш була приготована у співвідношенні 1:5, десорбція хрому (III) за добу дорівнювала 0,006 мг/л.

Колівання концентрацій у пробах (табл. 2) можна пояснити наявністю інших хімічних елементів, наприклад оксидів кременію, кальцію, заліза, алюмінію, магнію, які входять до складу цементу, котрі можуть впливати на дані експерименту.

Таблиця 2

Десорбція хрому (III) з суміші, через 24 години

№ п/п	Вихідна концентрація хрому (III) в осаді	Будівельна суміш і співвідношенні цемент пісок	Концентрація хрому (III) у воді після десорбції протягом доби, мг/л
1	2	3	4
1	0,1 мг/л	1:3	0,048
2	0,1 мг/л	1:5	0,008
3	1 мг/л	1:3	0,043
4	1 мг/л	1:5	0,007
5	2 мг/л	1:3	0,051
6	2 мг/л	1:5	0,006

Висновки

Порівнявши результати досліджень, можна зробити висновок, що оптимально прийнятна пропорція суміші при додаванні в розчини сорбенту – суглинка темно-бурого становить співвідношення 1:5 (цемент:пісок відповідно). Оскільки десорбція в цих розчинах незначна і становить значно менший відсоток переходу хрому (III) у воду в порівнянні з іншим досліджуванам розчином – 1:3 (цемент:пісок відповідно).

Проведені експериментальні дослідження та отримані результати підтвердили ефективність використання механічної фіксації суглинку темно-бурого в будівельних сумішах.

Список літератури

1. *Сорокіна К. Б., Козловська С. Б.* Технологія переробки та утилізації осадів: навч. посібник. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 226 с.
2. Вплив параметрів кислотної активації суглинку темно бурого на його сорбційні властивості щодо іонів хрому (III) / Є.О. Бовсуновський, О.В. Рябчевський, Ю.Я. Годовська, О.Г. Личманенко // Вісник НАУ. – 2012. - №4. – с. 123 – 125.
3. *Долина Л.Ф.* Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов: Монография. – Днепропетровск: Континент, 2008. – 254 с.
4. *Долина Л.Ф.* Сорбционные методы очистки производственных сточных вод. Учебное пособие по проектированию локальных станций очистки производственных сточных вод (часть 4). Днепропетровск, 2000. – 84 с.
5. *Современные методы обезвреживания, утилизации и захоронения токсичных отходов промышленности: учеб. пособие / И.В. Глуховский, В.В. Глуховский, В.М. Овруцкий и др.; ГИПК Минэкобезопасности Украины. – К., 1996. – 100с.*

*В.А. Гроза, к. ф.-м. н., доц., Є.Г. Борисенко, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ХАОТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Розглянуто підходи до моделювання та прогнозування небезпечних явищ природного характеру. Проаналізовано суть R/S-аналізу як методу дослідження складних екологічних процесів. Наведені приклади та характеристики часових рядів, які доцільно аналізувати методами фрактальної статистики.

Математичне моделювання складних процесів, які характеризуються циклічністю, хаотичністю, невизначеністю, причиною виникнення яких є впливи великої кількості зовнішніх та внутрішніх чинників, завжди було складною задачею. На сьогоднішній день можливості розв'язання цієї проблеми розширюються, зокрема завдяки розвитку такого розділу математики, як фрактальний аналіз.

Динамічні природні процеси не завжди мають лінійний характер. Яскравим прикладом є небезпечні ситуації природного походження, а саме геофізичні, геологічні, метеорологічні, гідрологічні, медико-біологічні явища, пожежі в природних екологічних системах. Як правило, такі процеси описуються і досліджуються як часові (динамічні) ряди.

Проявлення надзвичайних ситуацій природного характеру спричинюється багатьма різними природними й техногенними впливами. Це безумовно робить ряди даних на перший погляд хаотичними.

Враховуючи закономірності часових рядів, які часто є хаотичними, стає проблематичною побудова та використання якісних регресійних моделей з метою отримання прогнозу на основі традиційного методу найменших квадратів. А процес прогнозування таких рядів вимагає використання нових методів, які б найбільш адекватно відображали всю складність природних процесів [4].

Фрактальний аналіз пропонує складніший інструментарій, але його результати вважаються більш точними. Базовим інструментом для фрактального аналізу часових рядів є запропонований Херстом R/S-аналіз, або метод нормованого розмаху. Гідрогеолог Херст займався проблемою контролю рівня води у водосховищі в районі старої нільської плотини (1907 р.).

Якщо розмах ряду $R(N)$, який залежить від періоду N поділити на стандартне відхилення $S(N)$ за той самий період N , то отримуємо безрозмірну величину R/S , яка і називається нормованим розмахом. Формула (1) називається емпіричним законом Херста:

$$R / S = (aN)^H, \quad (1)$$

де, H – показник Херста, a – деяка константа (наприклад, для випадкових

процесів з некорельованими значеннями та кінцевою дисперсією $H=1/2$, $a=\pi/2$).

При $0.5 < H < 1$ спостерігається стійкий тренд та ряд має так звану пам'ять. Показник Херста реагує на довгострокову або довгу пам'ять, коли недавні події можуть мати вплив на поточний стан (коротка пам'ять), але вагомий вплив вносять і віддалені події (довга пам'ять). Такі ряди називають стійкими або персистентними, тобто є тенденція, яка зберігається і в майбутньому. Чим показник Херста ближче до одиниці, тим більша персистентність. Ряди з показником H в межах від 0.0 до 0.5 називають антиперсистентними. Вони демонструють повернення до середнього, тобто якщо на даний момент існує в ряді деяка тенденція, то існує імовірність її повернення на протилежну тенденцію. При цьому імовірність тим більша, чим менший показник H [7].

Вплив теперішніх явищ на майбутні може бути виражений кореляційною залежністю:

$$C = 2^{2H-1} - 1, \quad (2)$$

де C – міра кореляції. Звідси слідує, що для випадкового процесу, при $H=1/2$, міра кореляції дорівнюватиме нулю. Тобто теперішні процеси не впливають на майбутні.

Показник Херста визначається тангенсом кута нахилу прямої, яка апроксимує дані. При цьому завжди необхідно контролювати достовірність такої апроксимації [7]. Метод можна використовувати для параметризації та класифікації часових рядів. Візуальна оцінка часових реалізацій процесу – залежність певної величини від часу, зображена на рис.1 [1].

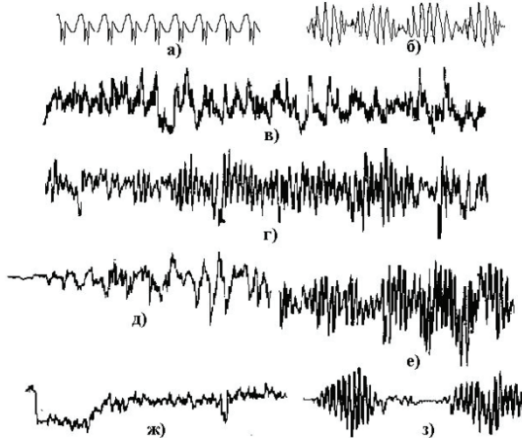


Рис. 1. Часові реалізації регулярних (а, б) та нерегулярних (в-з) процесів: а) періодичний; б) квазіперіодичний; в) широкополосний стаціонарний; г) вузькополосний стаціонарний; д) широкополосний, нестационарний за дисперсією; е) вузькополосний, нестационарний за математичним сподіванням; ж) широкополосний, нестационарний за математичним сподіванням; з) вузькополосний періодично нестационарний за дисперсією

Необхідно розглядати часові реалізації достатньо великої протяжності, щоб в ній з'явилися особливості руху, що дозволяють його ідентифікувати. Так, для періодичних рухів (рис.1, а) такою особливістю є повна повторюваність через період T . Рух є квазіперіодичним, якщо є два або більше характерних часових масштабів (періодів гармонійних складових, рис.1, б), для яких відношення T_i/T_j ірраціональне.

Періодичні та квазіперіодичні рухи називають регулярними на відміну від варіантів, чії реалізації представлені на рис.1, в-з, –хаотичних, без видимої закономірності, тобто нерегулярних [1].

Верхню половину рис.1 складають тимчасові реалізації стаціонарних процесів, які якісно і кількісно не змінюються з часом - варіанти (а-г), нижню – нестаціонарних, варіанти (д-з). Нестаціонарні рухи розпізнаються у простих випадках візуально за наявністю в тимчасовій реалізації якісно або кількісно неоднорідних етапів.

Моделювання фракталів базується на побудові самоподібних структур, тобто форм які складаються з певної кількості частин які подібні всій фігурі в цілому. Таким чином фрактали можуть визначати структуру хаосу [6]. Математичний та візуальний опис хаосу дозволяє аналізувати структуру і навіть виявити певний порядок [3]. Фрактальна структура часових рядів породжує тренди обмеженої тривалості та квазіцикли або квазіперіоди.

Характерною рисою квазіциклів є те, що його початкова та кінцева точки не обов'язково повинні співпадати. Отже, така структура надає значну інформацію про тенденції, що є властивими для часових рядів. Такий алгоритм дає можливість виявити та чисельно оцінити такі фундаментальні характеристики як наявність пам'яті та її глибини, персистентності або антиперсистентності [4]. Слід зазначити, що фрактальні моделі слід застосовувати не просто для опису неправильних форм, зокрема й динамічних моделей, а як компонент еволюційних алгоритмів для вивчення можливих етапів становлення.

За допомогою описаної методики було досліджено сейсмічну активність на території Каліфорнії (США) у період з 1850 по 199 рік на базі даних Southern California Earthquake Data Center (SCEDC) [2]. Було показано, що в ряді динаміки присутня ознака персистентності, що дає перспективи у прогнозуванні землетрусів на основі фрактального аналізу.

Надалі планується провести аналіз гідрологічних процесів річок України. Такі природні явища як паводки та повені є характерними для поверхневих вод нашої країни, переважно на Закарпатті, зокрема річок, які перебувають у фазі підвищеної водності. Повені є регулярними розливами водойм, а паводки нерегулярними, короткочасними та непередбачуваними. Причини їх виникнення можуть залежати від кліматичних (опадів, випаровування, температура повітря), фізико-географічних (особливості поверхні річкового басейну і його геологічна будова), антропогенних (господарська діяльність людини в річкових басейнах, руслах, заплавах і долинах), морфометричних (будова річкового русла, заплави і долини) та гідравлічних факторів (форма русла, що визначає пропускну здатність останнього).

Врахування вище зазначених факторів дасть можливість врахування імовірності настання надзвичайної ситуації. Тому використання при прогнозуванні таких явищ фрактальних методів є досить перспективним. Потрібно знати значно менше вхідних даних, оскільки зміна рівня води вже є результатом впливу даних факторів.

Висновки

Часові ряди природних, зокрема, небезпечних процесів, як правило мають складну локальну будову, складні внутрішні властивості і характеристики, тому їх вивчення класичними математичними методами не завжди приводить до адекватних результатів і прогнозів. У таких випадках доречно застосовувати теорію нелінійної динаміки, зокрема фрактального аналізу.

Практика показує, що застосування відповідних методів, зокрема до вивчення економічних процесів, дає можливість робити досить достовірні прогнози. У майбутньому використання фрактальних методів в екологічних науках буде безперечно розширятися.

Список літератури

1. *Безручко Б.П.* Математическое моделирование и хаотические временные ряды / Б.П. Безручко, Д.А. Смирнов. – Саратов: ГосУНЦ «Колледж», 2005. – 320 с.
2. *Гроза В.А., Горбачова О.М., Тихонова В.В., Гай А.С.* Дослідження фрактальних властивостей рядів динаміки часових показників реєстрації сейсмічної активності // Теоретичні та прикладні аспекти моделювання соціоекологоекономічних процесів в економічній системі регіону на прикладі Міжнародного центру миро творчості та безпеки та Яворівської вільної економічної зони. Тези науково-практичної конференції. – Київ: ДУІКТ, 2009. – С.6-9.
3. *Леонов А.М.* Фракталы, природа сложных систем и хаос, Якутский госуниверситет, Институт математики и информатики / Материалы V Всероссийского постоянно действующего научного семинара «Самоорганизация устойчивых целостностей в природе и обществе». Томск: ИОМ СО РАН, 2001. – С.9-12.
4. *Олешко Т.И., Марусич О.В., Лециньский О.Л.* Квазіциклічний передпрогнозний аналіз світових цін на нафту//Науковий вісник Інституту міжнародних відносин НАУ. Серія: економіка, право, політологія, туризм (фахове видання), 2011 – Том 2, №4., – 33.
5. *Петерс Э.Э.* Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике. М.:Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.
6. *Хищенко В.Е.* Хаотический режим как становление поведения самоорганизующейся системы// Порядок и хаос в развитии социально-экономических систем. Томск, ИОМ, 1998.
7. *Чумак О.В.* Энтропии и фракталы в анализе данных. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. – 164 с.

*Я.І. Мовчан, д.б.н., О.П. Рибчак, студент, А. М. Зінчук, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА РОСЛИННИЙ ПОКРИВ КИЄВА

Дослідженням міста та міських ландшафтів завжди приділялася значна увага. На сьогодні ж особливого значення набуває вивчення ландшафтів зелених зон сучасних великих міст. Такі зони проявляють значний позитивний вплив на якість атмосферного повітря і кліматичні умови міського середовища, підвищують його привабливість, сприяють збереженню біорізноманіття.

Знання загального сучасного стану та таксономічного складу міських зелених насаджень, чинників та умов місцезростання рослин в урбанізованому середовищі, є однією з важливих передумов успішного вирішення комплексу питань, пов'язаних з формуванням міського ландшафту і поліпшення його еколого-естетичної цінності. Зелені насадження — це сукупність деревних, чагарникових і трав'янистих рослин на визначеній території. До них належать дерева, кущі, газони, квітники в парках, скверах, лісових масивах, вздовж вулиць і доріг, а також на земельних ділянках приватних будинків, підприємств, навчальних і лікувальних закладів, військових частин. Зелені насадження забезпечують захист від промислових і автотранспортних викидів, шуму, пилу, снігових заметів, ерозії. Вони пом'якшують незручності міського життя, служать формуванню урбаністичних систем, допомагають організувати простір, додають містам індивідуальний і неповторний характер.

Ліси, парки і сади становлять більш ніж половину площі Києва з майже 80 000 гектарів. На одного киянина припадає 22,1 м² зелених насаджень. Зелена зона Києва відзначається високим ступенем взаємозв'язку озелених територій і забудови, високою концентрацією її окремих елементів (парків, лісопарків, лісів). Але на відміну від зелених зон багатьох європейських міст для неї характерний значно нижчий ступінь використовуваності для короткочасового відпочинку та менша зв'язність біоцентричної мережі. Для Києва показник рекреаційного використання зеленої зони становить лише 27%. В межах зеленої зони Києва виділяються чотири ландшафтно-екологічні райони майже концентричної конфігурації – центральний, внутрішній кільцевий, серединний і зовнішній лісопарковий. З півночі на південь через усе місто простягається Дніпровський заплавно-острівний район. Крім того, можна виділити також два райони, в розміщенні яких не простежується “зональних” закономірностей – зелені насадження промислових територій і транспортної мережі, а також крупні масиви зелених насаджень в межах забудови. На підставі висновків спеціальних комісій за участю спеціалістів лісовпорядкування, спеціалістів лісозахисту та охорони природи в Київській області проводяться лісовідновні та суцільно-санітарні рубки (внаслідок впливу антропогенних, кліматичних та лісопатологічних факторів) в об'ємі 0.2-0.3 тис. га щорічно, об'єм лісовідновлення по області зараз проводиться в

об'ємі біля 3.0 тис. га. Таким чином, зрубані площі повністю відновлюються з деяким перевищенням за рахунок не покритих лісовою рослинністю земель.

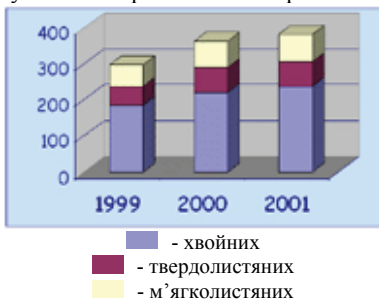


Рис. 1. Динаміка спеціального використання лісових ресурсів (тис.куб.м.).

Загальний стан і видовий склад вуличних насаджень міста Києва потребує значного покращення. За загальним станом тільки половина дерев відповідає вимогам з точки зору виконання ними фітомеліоративних і декоративних функцій. На зелений покрив міста Києва впливають такі типи чинників:

1. Абіотичні: кліматичні - річна сума температур, середньорічна температура, вологість, тиск повітря; едафічні - механічний склад ґрунту, повітропроникність ґрунту, кислотність ґрунту, хімічний склад ґрунту; орографічні - рельєф, висота над рівнем моря, крутизна та експозиція схилу; хімічні - газовий склад повітря, сольовий склад води, концентрація, кислотність; фізичні - шум, магнітні поля, теплопровідність і теплоємність, радіоактивність, інтенсивність сонячного випромінювання. Абіотичні фактори мають визначальний вплив на рослинний покрив Києва, бо саме від них прямо залежить процес синтезу органічних сполук з вуглекислого газу – фотосинтез. Сонячна енергія, вологість, рух повітряних мас (вітер), тиск атмосфери та температура – одні з найважливіших абіотичних факторів, які прямо або непрямо впливають на життєдіяльність рослин, визначаючи їхню активність і характер існування в конкретних умовах.

2. Біотичні: фітогенні - вплив рослин; мікогенні - вплив грибів; зоогенні - вплив тварин; мікробіогенні - вплив мікроорганізмів.

3. Антропогенні: фізичні - використання атомної енергії, вплив шуму і вібрації; хімічні - використання мінеральних добрив і отрутохімікатів, забруднення відходами промисловості та транспорту; біологічні - продукти харчування; організми, для яких людина може бути середовищем існування чи джерелом живлення; соціальні - пов'язані з відносинами людей і життям в суспільстві.

Біотичні фактори середовища - це вплив, що надається на рослини іншими організмами. Кожна рослина існує не ізольовано, а у взаємодії з іншими рослинами, мікроорганізмами, грибами, тваринами. Відповідно, виділяють фітогенні, мікробіогенні, мікогенні та зоогенні біотичні екологічні фактори. Взаємовідносини між організмами різних видів, які співіснують на

одній території, дуже різноманітні: вони можуть бути корисні всім організмам або тільки одному з них, бути шкідливими, тощо.

Серед чинників довкілля, що завдають шкоди здоров'ю населення та росту рослинного компоненту виділяють в першу чергу забруднення атмосферного повітря. В умовах техногенного середовища, зокрема в районах розміщення масивних забруднювачів атмосфери міста, високий рівень забрудненості повітря лімітує створення озеленювальних і санітарно-захисних насаджень. На сьогодні головними забруднювачами атмосфери м. Києва є пересувні джерела – автотранспорт (82%). Другорядну роль відіграють теплоелектроцентралі, будівельна індустрія, машинобудівна, хіміко-фармацевтична та харчова промисловість. Від 769 підприємств та організацій Києва в атмосферу надходить близько 43 тис. тон забруднювальних речовин. Систематичні спостереження за вмістом шкідливих речовин в атмосферному повітрі міста проводяться Центральною геофізичною обсерваторією. У грудні 2012 р. концентрації трьох забруднювальних речовин (третього та другого класу небезпеки) перевищували середньодобову ГДК: діоксиду азоту – у 2,5 рази, фенолу та формальдегіду – у 1,7 рази. Вміст діоксиду азоту за середньомісячними концентраціями перевищував рівень в усіх районах міста. Найбільші концентрації діоксиду азоту відмічені: на Бесарабській площі – 4,0 середньодобової ГДК, на проспекті Перемоги – 3,3 середньодобової ГДК, на вулиці Попудренка – 3,0 середньодобової ГДК. При створенні насаджень в умовах техногенного середовища з постійно високим рівнем забрудненості повітря вирішальна роль належить добору деревних порід з високою стійкістю проти диму і газів. Газо- і димостійкість як видоспецифічна особливість значною мірою зумовлюється здатністю рослин до швидкої перебудови обміну речовин, до зміни рівня і спрямованості біохімічних процесів в ході зміни умов місцезростання. Пристосувальна реакція в рослинах завершується формуванням такого типу обміну речовин, котрий характеризується підвищеною інтенсивністю фотосинтезу, пониженою інтенсивністю дихання, збільшується вміст білка і ступінь гідратації біоколіїдів, рослини набувають активних еколого-біологічних реакцій, що посилюють їхню стійкість.

Важливою складовою ландшафтно-екологічного дослідження природних компонентів міського середовища є їх ландшафтно-геохімічний аналіз. Він дає змогу дослідити рівень і характер антропогенного навантаження на міське середовище, локалізувати найбільш забруднені ділянки міських територій, обґрунтувати оптимальні заходи з охорони, раціонального використання і відтворення природних ресурсів міст і приміських зон. Результати ландшафтно-геохімічного аналізу зеленої зони Києва свідчать про те, що концентрації деяких елементів значно перевищують зональний природний фон (міди – майже в 4 рази, свинцю – в 6 разів, кадмію – у 18 разів, цинку – в 5 разів, миш'яку приблизно в 2 рази). Оскільки вказані рівні забруднення зеленої зони міста з часом можуть зростати і впливати на стан і зовнішній вигляд рослинності, важливого значення набувають попереджувальні заходи, спрямовані на захист ґрунтів зеленої зони столичного міста від їх забруднення сполуками важких металів.

Основними радіонуклідами, які визначають радіаційну обстановку зелених зон Києва є Cs^{137} і Sr^{90} , проте їх радіаційне забруднення не перевищує встановлених норм. Значний вплив на рослинний покрив міста мають водні ресурси. Слід відзначити, що в порівнянні з минулими роками вміст забруднювачів р. Дніпро дещо змінився: зменшився вміст фенолів; поряд з цим дещо збільшились концентрації амонійного азоту, нітритного азоту, сполук марганцю, заліза загального. Головною причиною неблагополучного стану насаджень є відсутність нормальних умов живлення у ґрунтового просторі – бідність і сухість ґрунтів, засоленість, грубі пошкодження кореневих систем в процесі ремонтних і будівельних робіт, ігнорування елементарних вимог агротехніки утримання насаджень.

Серед антропогенних факторів забруднення навколишнього середовища шумове забруднення, може, і не виглядає настільки очевидним, але свою частку шкоди все ж завдає. Шум від автомагістралей, від промислових об'єктів впливає на рослини, або змушує їх пристосовуватися до нових умов. Антропогенний шум на рослини впливає часто опосередковано, через запилювачів. Деякі рослини від цього виграють, деякі - навпаки. Правда, дослідники уточнюють, що негативний ефект більш небезпечний тим, що його наслідки проявляються протягом дуже тривалого часу, якщо врахувати, наскільки повільно ростуть рослини. В міських зелених насадженнях Києва значного поширення набула омела біла. За спостереженнями, список рослин-господарів налічує 30 видів та 12 родин. Із заходів боротьби з омелою найбільш надійним в умовах міста залишається механічне видалення уражених омелою гілок, а при дуже сильному ураженні - повне видалення дерев. У майбутньому можуть бути задіяні і біологічні методи, зокрема, використання грибів –надпаразитів, які виявлені на омелі білій і віднесені до роду *Russinia* sp. Проте, цей захід потребує подальших досліджень.

Висновок. Отже, основними урбогенними негативними факторами впливу на рослинний компонент є теплові, хімічні, радіаційні, електромагнітні, світлові, звукові, вібраційні тощо. Часто в містах вони діють одночасно, особливо це стосується транспортних магістралей із високою інтенсивністю руху. Антропогенні едафічні і кліматичні фактори витісняють природну рослинність, збіднюють тваринний світ, обстежують діяльність мікроорганізмів-деструкторів. Тому екосистеми великих міст та індустріальних центрів є енергетично субсидовані, їх діяльність часто залежить від втручання людини (газони, квітники, сади, сквери, захисні смуги, агрокультури). На нашу думку, з метою оптимізації зелених насаджень та поліпшення загального стану зеленого компоненту міста Києва потрібно: постійно проводити моніторинг за зеленими насадженнями в м. Києві; зупинити негативні процеси зменшення площ міських зелених насаджень; для посилення фітомеліоративної ролі насаджень на вулицях міста ширше використовувати в посадках кущі, особливо в смузі між тротуаром і проїжджою частиною; запровадити відповідальність власників за ландшафтне формування закріплених територій.

*О.В. Рябчевський, асистент, Ю.Я. Годовська, студентка
(Національний авіаційний університет, Україна, м.Київ)*

МОДИФІКОВАНІ ПРИРОДНІ СОРБЕНТИ В ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД АВІАПІДПРИЄМСТВ

Проаналізовано сорбційні способи очистки стічних вод від важких металів з використанням модифікованих природних сорбентів. Наведені результати експериментальних досліджень з покращення сорбційних властивостей суспензії темно-бурої за допомогою кислотної активації для очищення стічних вод від іонів хрому (III).

Зростання масштабів виробництва та посилення вимог до якості води зумовлює необхідність пошуку нових ефективних, економічних та екологічних методів очищення природних та стічних вод від забруднень з метою повторного використання.

Організація замкненого водопостачання авіапідприємств стикається з істотними проблемами у зв'язку неможливістю видалення переважної частини забруднень лише механічними або біологічними методами очистки. Незважаючи на постійне удосконалення старих і створення нових технологій, до числа найменш екологічних виробництв авіаційної галузі відноситься гальванічне. Воно відрізняється споживанням великої кількості води високої якості і скиданням великої кількості відходів. Середній обсяг стічних вод, що утворюються тільки на одному гальванічному виробництві, становить 600-800 м³/добу. Склад і концентрації забруднюючих речовин у розчинах, що надходять на знешкодження, обумовлюють склад і властивості шламів, що утворюються після нейтралізації, а також вміст у них важких металів.[1]

У процесі роботи гальванічних ліній на авіапідприємстві утворюються два види стоків: технологічні стічні води і відпрацьовані гальванічні розчини. У цих стоках міститься цілий ряд надзвичайно токсичних домішок, але найбільшу небезпеку для навколишнього середовища становлять іони важких металів - кадмію, міді, цинку, хрому, нікелю, свинцю тощо.

Частина відпрацьованих гальванічних розчинів після їх регенерації використовуються повторно. Однак регенерація відпрацьованих розчинів являє собою складне, дороге, і не завжди здійсненне завдання. Тому в більшості випадків відпрацьовані гальванічні розчини направляються на очисні споруди авіапідприємств для знешкодження разом із технологічними стічними водами, що збільшує навантаження на очисні споруди при доведенні концентрацій іонів металів до нормативів скидання стічних вод.

Ступінь небезпеки стічних вод залежить від токсичності забруднюючих її речовин. Такі домішки, як солі важких металів зумовлюють високу токсичність стічних вод. При потраплянні іонів важких металів у водойми у багатьох нижчих організмів порушується нормальний розвиток вже при концентрації від 0,01 до 0,1 мг/дм³, а їх загибель іноді відзначається при концентрації 0,02 мг/дм³. Іони важких металів спричиняють токсичну дію на

біоценоз активного мулу, тому дуже важливими завданнями є дотримання нормативів по скидах і максимально можливе очищення стоків від металів, що надходять на міські очисні споруди.

Більшість сучасних способів і методів очистки стічних вод від забруднення важкими металами характеризуються високим ступенем ефективності і відносно широким спектром застосування при істотних економічних, матеріальних та енергетичних витратах.

Серед методів, які успішно застосовуються для вирішення завдання доочищення стічних вод, сорбційна очистка являється одним із найбільш дієвих. До переваг сорбційного методу відносять: можливість видалення забруднень надзвичайно широкої природи практично до будь-якої залишкової концентрації незалежно від їх хімічних властивостей, здатність до регенерації, що забезпечує відсутність вторинних забруднень, а також можливість управління процесом очистки. Все більш широкого застосування знаходять природні сорбенти (каоолініти, монтморилоніти, суглинки тощо), які у порівнянні із синтетичними сорбентами розглядаються як доступні і дешеві матеріали (ціна складає від 24 грн./т) з високими ємністю та катіонообмінними властивостями.[2]

Однак самі по собі природні сорбенти в ряді випадків застосовувати для очищення промислових стоків нерационально через підвищені їх витрати. Тому при очищенні стічних вод з використанням природних сорбентів виникає необхідність підвищення їх сорбційної ємності або ефективності за допомогою різних технологічних прийомів.

Модифікація шляхом активації природних сорбентів проводиться з метою спрямованої зміни їх властивостей. Активація глинистого сорбенту заснована на зміні його електрокінетичного потенціалу (заміні в дифузному шарі глинистої частки іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}). В результаті такої заміни збільшується електрокінетичний потенціал глин.

На сьогодні існує ряд ефективних методів хімічного та фізичного модифікування поверхні та регулювання пористості сорбентів.

Фізичні способи модифікації сорбентів полягають у термообробці зразків в умовах вакууму (вакуумне сушіння) або високого тиску (гідротермальна обробка), а також впливу на зразки ультразвукових коливань, радіації і струму високої частоти. Проте багато із перерахованих методів фізичної обробки потребують спеціального складного обладнання, тому доцільно застосовувати хімічну модифікацію.

Хімічні способи модифікації сорбентів полягають у впливі на зразки хімічних реагентів, таких як:

- а) мінеральні кислоти - сірчана, соляна, фосфорна тощо;
- б) органічні кислоти - щавлева, оцтова тощо;
- в) луги - їдкий натр, їдкий калій, вуглекислий натрій тощо;
- г) легкорозчинні у воді солі - хлорид натрію, хлорид калію тощо;
- д) важкорозчинні у воді солі - карбонат кальцію тощо;
- е) органічні речовини - аміни, аміди тощо;
- ж) водорозчинні полімерні речовини.

Метод кислотної активації природних мінеральних сорбентів полягає в обробці зразків розчинами сірчаної, соляної, фосфорної та оцтової кислот у певному проміжку часу при нагріванні та перемішуванні. Цей метод впливу на природні мінеральні сорбенти фактично прискорює процеси, що протікають у природних умовах під впливом повітря, води, яка містить вуглекислоту, тиску протягом тривалого часу (процес хімічного вивітрювання в зоні гіпергенезу).[3]

У процесі кислотної активації змінюється структура глинистих матеріалів: руйнуються кристалічні ґратки, збільшується питома поверхня, вивіваються окисли, в результаті чого утворюються порожнини, змінюється пориста структура (збільшується діаметр та об'єм пор), що може сприяти більш ефективному очищенню стічних вод від іонів важких металів.

Під час кислотної активації природних мінеральних сорбентів важливу роль відіграють такі чинники, як природа кислоти, кількісне співвідношення кислоти й зразка, температура обробки, тривалість активації, а також мінералогічний склад породи.

Були проведені експериментальні дослідження щодо впливу параметрів кислотної активації суглинку темно-бурого на його сорбційні властивості щодо іонів хрому (III).

Кислотна активація суглинку темно-бурого (кар'єр «Роїще») проводилася за такою методикою: дослідний зразок очищали від сторонніх включень (механічних домішок) та подрібнювали до однорідного фракційного складу; додавали розчин сірчаної кислоти в об'ємному співвідношенні 1:2 (тверда фаза : розчин) і ретельно перемішували; витримували утворену суспензію при нормальних умовах 1 годину; після цього проводили промивку дистильованою водою в об'ємному співвідношенні 1:10 (суспензія : дистилат); після відстоювання протягом 1 години осад, що утворився, збирали і висушували при температурі 105°C.

Проби води відбирали кожні 5 хвилин упродовж 30 хвилин та через 1 годину.

Вимірювання концентрації хрому проводили відповідно до «Методики виконання вимірювань масової концентрації хрому фотоколориметричним методом» на фотоелектроколориметрі КФК-3. Метод вимірювання масової концентрації хрому (III) понад 0,01 мг/дм³ засновано на утворенні забарвленої сполуки при реакції взаємодії хрому (III) з дифенілкарбазидом у кислому середовищі. Для визначення хрому у діапазоні концентрацій від 0,01 до 0,20 мг/дм³ включно вимірювали оптичну густину отриманих розчинів за допомогою фотоелектроколориметра при довжині хвилі 540 нм. Розчин порівняння – вода дистильована. Використовували кювети з робочою довжиною 50 мм. Від отриманого значення оптичної густини віднімали значення оптичної густини холостої проби та значення оптичної густини проби для врахування кольоровості. Результати вимірювань оптичної густини записували до третьої значущої цифри.

У першому випадку при активації суглинку темно-бурого 1% сірчаною кислотою концентрація хрому (III) практично не змінилась. Мінімальна концентрація хрому в розчині становила 0,112 мг/дм³. У другому випадку

концентрація сірчаної кислоти складала 10%. В результаті спостерігалось максимальне зниження концентрації хрому в розчині на 25-ій хвилині. На 30-ій хвилині спостерігається стабілізація концентрації хрому в розчині на рівні 0,0045 мг/дм³, яка з часом практично не змінюється. Концентрація хрому в розчині зменшилась в 37 разів відносно вихідної концентрації. У третьому випадку активацію проводили 20% розчином сірчаної кислоти. Результати показали, що максимальне зниження концентрації хрому в розчині спостерігалось на 60-ій хвилині і становило 0,0157 мг/дм³. Кінцева концентрація хрому зменшилась у 6 разів відносно вихідної концентрації і становила 0,016 мг/дм³. У четвертому випадку під час активації суглинку темно-бурого 30% сірчаною кислотою максимальне зниження концентрації хрому в розчині спостерігалось на 10-ій хвилині, а на 30-ій хвилині - стабілізація концентрації хрому в розчині на рівні 0,0212 мг/дм³, яка з часом практично не змінюється. Концентрація хрому зменшилась в 5 раз відносно вихідної концентрації. У таблиці 1 представлена зміна концентрації хрому (III) у воді після очищення активованим сорбентом.

Таблиця 1.

Зміна концентрації хрому (III) у воді після очищення

Вміст H ₂ SO ₄ в активаторі, %	Вихідна концентрація хрому (III), мг/л	Мінімальна концентрація, мг/л	Ступінь очищення
1	0,1	0,112	1
10	0,1	0,0027	37
20	0,1	0,0157	6
30	0,1	0,0209	5

Висновки

Аналіз сучасного стану проблеми очищення стічних вод від важких металів приводить до висновку про перспективність застосування природних мінералів, в тому числі і модифікованих, для використання в системах очищення. Проведені експериментальні дослідження та отримані результати підтвердили ефективність використання кислотно активованого суглинку темно-бурого для очищення хромовмісних стічних вод. Результати проведених експериментів свідчать про необхідність проведення подальших досліджень з метою розроблення способу для промислового використання кислотно активованого суглинку темно-бурого для очищення вод від іонів хрому (III).

Список літератури

1. *Климов. Е. С.* Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 201 с.
2. *Тарасевич Ю.И.* Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207с.
3. *Михайлова О.А.* Технологии химической активации природных минеральных сорбентов: Дисс. канд. техн. наук: 05.17.01. – Казань, 2007. – 148 с.

*Marta Rojek, M.Sc.Eng.
(Institute of Aviation, Warsaw, Poland,
aspirant, National Aviation University)*

APPLICATION OF MODELLING TOOLS FOR PREDICTION OF ACOUSTIC EFFECTIVENESS OF CONTINUOUS DESCENT APPROACH IMPLEMENTATION IN GDANSK AIRPORT

Presented in this paper is application of simulation for prediction of aircraft noise affected areas aimed at assessment of acoustic effectiveness of Continuous Descent Arrival (CDA) implementation at Gdansk Lech Walesa Airport.

Dynamic evolution of air transportation is associated with growing concern about environmental issues, among which aircraft noise is the most significant cause of adverse community reaction related to operation and expansion of airports both in developed and developing countries. This is expected to remain the case in most regions of the world for the foreseeable future.

The currently ongoing modernization and development of one of the biggest Polish international airports (2,46 millions of passengers and 34,4 thousands of operations in 2011), Gdansk Lech Walesa Airport, will influence air traffic intensity and organization, resulting in an increase of the number of people exposed to aircraft noise.

Night-time might prove to be the most problematic period in terms of exceeding noise limits. During daytime excessive noise might be noticed at the distance of 2 km from RWY29 threshold and 3 km from RWY11 threshold.

There is a strong need for optimized noise mitigation instruments providing noise relief in accordance with ICAO 'balanced approach'. Noise abatement operational procedures are one of four main methods of noise reduction in the vicinity of aerodromes. They include e.g. NAPD1, NAPD2, and CDA.

A 'Continuous Descent Approach' (CDA) is an aircraft operating technique in which an arriving aircraft descends from an optimal position with minimum thrust and avoids level flight to the extent permitted by the safe operation of the aircraft and compliance with published procedures and ATC instructions. CDA concept has shown, under specific conditions, quantifiable environmental benefits resulting in 3-6 dB noise reduction and 10-40 % reduction in noise exposure contours around airports.

In accordance with the ICAO 'Balanced Approach' to noise management and supporting EC Directive 2002/30/EC and related state implementation plans, potential noise management measures should be subjected to analysis to allow alternative solutions to be prioritised before implementation.

Simulations of aircraft noise affected areas for a particular set of data might answer the questions regarding acoustic effectiveness of instrument deployed.

Noise benefits provided by CDA implementation at Gdansk Lech Walesa Airport were assessed by analysis and comparison of noise contours around aerodrome computed on the basis of air traffic and acoustic events data derived from

noise monitoring system for representative day, 1st of July 2011 and the ones having approach paths modified (CDA) by means of simulation. Sets of acoustic maps (for L_{AE} , L_{AeqD} , L_{AeqN} , L_{DEN} indicators) were prepared for both, real and modified profiles of aircraft approach.

Aircraft noise emissions were modelled in the INM 7.0 program that is consistent with the ECAC/CEAC Doc. 29 ‘Report on Standard Method of Computing of Noise Contours around Airport’, an EU reference method.

The data employed in aircraft noise exposure contours computation included:

- aerodrome environs: geographical position- runway and taxiway location and orientation, meteorological conditions,
- operating fleet characteristics: types of aircrafts, aircrafts approach paths (real, supplied by radar system and simulated to be a CDA), acoustic and performance characteristics,
- air traffic data: flight paths, runway use, flight intensity and its distribution during a particular period (day, evening and night time),
- acoustics event data for a given period.

An analysis of approach paths of aircrafts operating on Gdansk Lech Walesa Airport on 1st of July 2011 indicated that majority of them descends in a continuous way. That is AN26, ATR45, ATR72, CRJ9 and E170. Only A320 approach paths required simulative modifications. It is presented in Fig. 1.

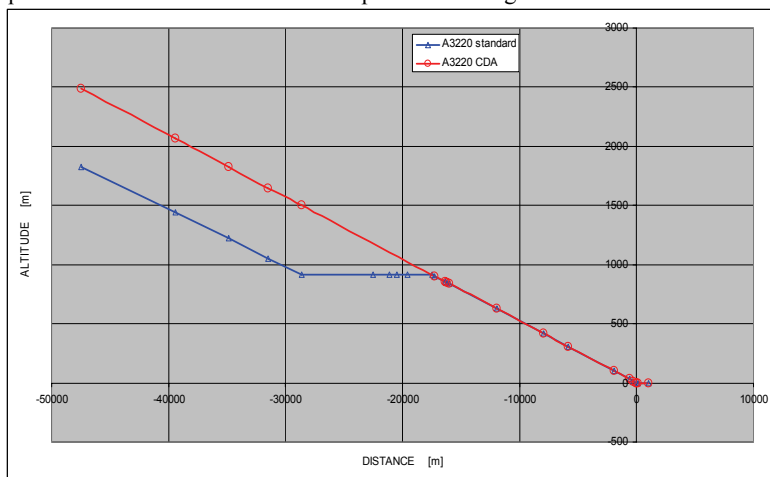


Figure 1. Approach path of Airbus 320: standard vs CDA

Noise exposure contours that were produced for both real and modified approach paths were overlaid later on. It allowed estimation the area benefitting from implementation of ‘Continuous Descent Approach’ flying technique at Lech Walesa Gdansk Airport. Results are presented in Fig. 2 to 3.

The areas that benefited from CDA implementation are mostly residential. They are parts of Jasien and Chelm districts. Noise relief was noticed only over day

and 24-hour periods. No explicit difference in noise exposure contours was indicated for night time.

The simulative model was calibrated with the use of noise measurement system data. The difference between simulation and real measurements was $\pm 2,2\text{dB}$. It proved the correctness and the reliability of model deployed.



Figure 2. Comparison of the noise exposure contours for the two approach paths: blue-real profile, red- modified/CDA, $L_{Aeq}=45\text{dB(A)}$.

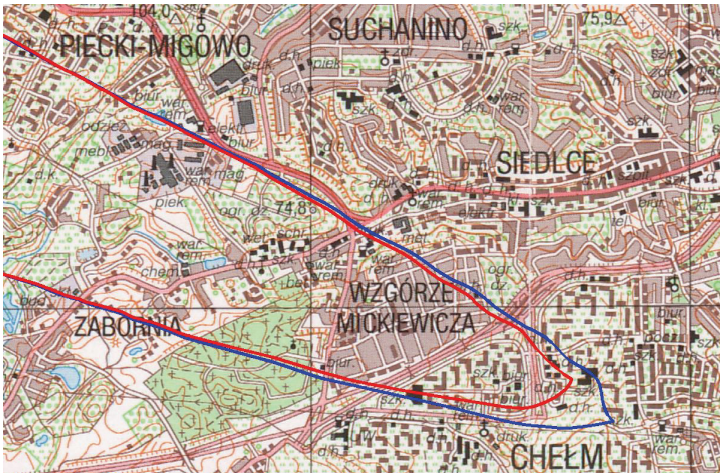


Figure 3. Comparison of the noise exposure contours for the two approach paths: blue-real profile, red- modified/CDA, $L_{DWN}=45\text{dB(A)}$.

Conclusions

CDA can be optimised within energy, speed and safety constraints by avoiding, as far as possible, unnecessary flap, air brake and engine thrust and avoiding early lowering of landing gear. Aircraft energy and speed management is therefore a critical factor in successful CDA implementation.

Simulation methods are widely used to assess acoustic effectiveness of noise mitigating instruments as their potential might vary depending on circumstances. It allows the choice of the optimal one before implementation on one hand, and the modification for increased benefits on the other.

In the case of Gdansk Lech Walesa Airport employing simulation tools enabled prediction of different scenarios of community exposure to noise depending on 'Continuous Descent Approach' procedure implementation and made it possible to draw a conclusions regarding its effectiveness under particular conditions.

The application of CDA may be extended to all airports as a means of reducing the environmental impact of aviation. Increases in traffic density may require Air Traffic Control (ATC) support tools to continue the use of CDA.

References

1. *Chyla A.*, 'Aircraft noise analysis for noise protection program at Gdansk Lech Walesa Airport', Warsaw, 2008.
2. ECAC.CEAC Doc 29 'Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports', 1997.
3. ICAO.CEAP, Working paper 'Review of Continuous Descent Approach (CDA) Implementation and Associated Benefits', 2007.
4. ICAO.CEAP, Working paper 'Review of Noiseabatement Procedure Research & Development and Implementation Results. Discussion of SurveyResults', 2007.
5. ICAO.CEAP 'Environmental Report', 2007
6. *Svantek*, 'Report of aircraft noise measurement in the period from 1/06/2011/ to 30/06/2011, Gdansk Lech Walesa Airport'.

ВПЛИВ ОПЕРАТОРУ ЕОМ НА ІОННИЙ СКЛАД ПОВІТРЯ

Розглянуто такий фактор впливу на концентрації легких аероіонів в приміщенні як присутність оператора ЕОМ на робочому місці. Наведено та проаналізовано результати вимірювань концентрацій легких аероіонів у повітрі на робочому місці оператора ЕОМ за його присутності та за його відсутності.

Особливістю авіаційного транспорту з поміж інших транспортних галузей є високий відсоток операцій, які виконуються із застосуванням різного роду інформаційних технологій та автоматизованих систем управління. Як наслідок, повсюдне використання ЕОМ призводить до того, що ЕОМ стають одним із факторів, що суттєво впливають і визначають стан середовища, в якому працюють авіапрацівники. Актуальність мінімізації такого впливу на навколишнє середовище і на авіапрацівників, звичайно, в першу чергу залежить від виду робіт, які виконуються працівниками. У випадку праці високої напруженості, як то у авіадиспетчерів, завдання мінімізації негативного впливу ЕОМ є першочерговим, оскільки є необхідною умовою створення оптимальних умов праці, яких потребують авіадиспетчери. Але і для інших категорій працівників забезпечення безпечних умов праці є не менш актуальною задачею.

Серед параметрів навколишнього середовища, що зазнають впливу внаслідок роботи ЕОМ, одним із значних, з огляду на його вплив на здоров'я та самопочуття людини, є іонний склад повітря. Згідно діючого нормативу [1] концентрації легких аероіонів мають знаходитися в оптимальному діапазоні задля підтримання процесів життєдіяльності людини на оптимальному рівні, або хоча б не бути нижчими за мінімально необхідний та вищими за максимально допустимий рівні. Однак дослідження [2, 3] показують, що використання ЕОМ призводить до зниження концентрацій легких аероіонів нижче мінімально необхідного рівня. При цьому щодо причин такого зниження висуваються лише припущення, які не підтверджені однак ні теоретичними викладками, ні експериментальними дослідженнями.

Загальновідомо, що основними факторами, що визначають концентрації легких аероіонів є радіаційний фон, процеси аерозоле- та пилоутворення, об'єм приміщення, температура, вологість та швидкість руху повітря, процеси вентиляції та кондиціонування повітря, електромагнітні та електростатичні поля, життєдіяльність людини. Всі ці фактори також впливають при експлуатації ЕОМ, однак змінюється їх внесок в процеси іонізації/деіонізації повітря. Метою даного дослідження було визначити вплив людини, а саме оператора ПЕОМ та його процесів життєдіяльності на деіонізацію повітря, тобто на зниження концентрацій легких аероіонів.

Вимірювання проводилися у жовтні 2012 року в приміщенні $8 \times 9 \times 3,5$ м, розташованому на 6-ому поверсі. Приміщення не було обладнане системами

штучної вентиляції та кондиціонування, в день вимірювань та при вимірюваннях вікна в приміщенні були зачинені. Вимірювання проводилися за відсутності людей в неробочий день, в приміщенні був присутній лише оператор ПЕОМ, він же фіксував результати вимірювань. Тип ПЕОМ, що використовувався в експерименті – ноутбук. Вимірювання концентрацій легких аероіонів здійснювались за допомогою лічильнику аероіонів «Сапфір – 3к» та проводилися відповідно до керівництва з експлуатації приладу [4]. Вимірювання здійснювались в зоні дихання оператора ПЕОМ, для цього лічильник було розміщено на висоті 20 см над поверхнею робочого столу. Одночасно із вимірюванням концентрацій легких аероіонів проводились вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання (0,13 мкЗв/год) за допомогою дозиметра СИНТЕКС-ДБГ-01С та температури (20°C), відносної вологості (78%) і атмосферного тиску (750 мм.рт.ст.). Оскільки умови мікроклімату були наближені до нормальних і не змінювались під час проведення вимірювань, дослідження проводилися із припущенням, що вплив вказаних параметрів на концентрації легких аероіонів був зведений до мінімуму і тому не потребує його врахування.

Задля дослідження впливу оператора ЕОМ на концентрації легких аероіонів проводилися безперервні вимірювання в наступному режимі:

- 15 хвилин (№ вимірів на рис. 1. – 1-3);
- 1 година (№ вимірів на рис. 1. – 4-15);
- 15 хвилин (№ вимірів на рис. 1. – 16-18);
- 1 година (№ вимірів на рис. 1. – 19-30);
- 15 хвилин (№ вимірів на рис. 1. – 31-33).

При цьому на протязі 15 хвилин оператор залишав робоче місце для перерви, а пристрій переходив у сплячий режим, на протязі 1 години оператор безперервно працював за ноутбуком. Даний режим вимірювань був обраний відповідно до Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин № 3.3.2.007-98 серед вказаних у документі трьох режимів праці та відпочинку для операторів ЕОМ (година праці – 15 хвилин відпочинку, дві години праці – 15 хвилин відпочинку, година праці – 10 хвилин відпочинку), оскільки саме цей режим з поміж інших мав найбільшу вірогідність показати різницю в концентраціях легких аероіонів за присутності та відсутності оператора ЕОМ на робочому місці. Результати безперервних вимірювань з усередненими значеннями за 5 хвилин показані на рис. 1.

З рис.1. можемо зробити висновок про незначне коливання концентрацій легких аероіонів під час роботи оператора за ПЕОМ та під час його відпочинку. Задля унаочнення різниці в концентраціях легких аероіонів при знаходженні оператора ПЕОМ на робочому місці та за його відсутності результати вимірювань були осереднені на протязі всього проміжку вимірювання (табл.1).

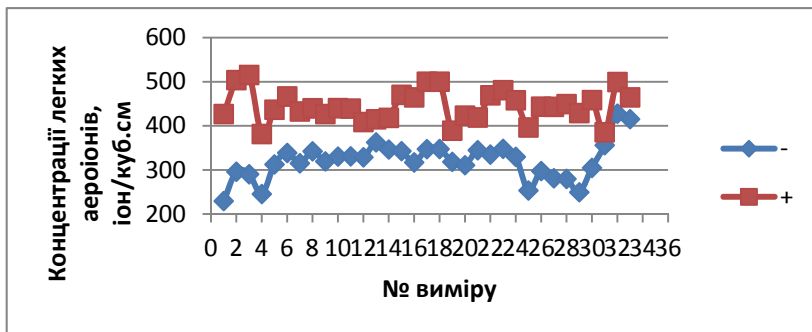


Рис. 1. Результати вимірювань концентрацій легких аероіонів на робочому місці оператора ПЕОМ за його присутності та за його відсутності.

Таблиця 1.

Концентрації легких аероіонів на робочому місці оператора ПЕОМ за його присутності та за його відсутності

Режим праці та відпочинку оператора ПЕОМ	Концентрація легких аероіонів, іон/куб. см	
	негативні	позитивні
15 хвилин відпочинку	270	480
1 година роботи	330	430
15 хвилин відпочинку	340	490
1 година роботи	300	440
15 хвилин відпочинку	400	450

Для ілюстрації отриманих результатів були побудовані гістограми, які показують вплив оператора на концентрації легких аероіонів (рис. 2, рис. 3).

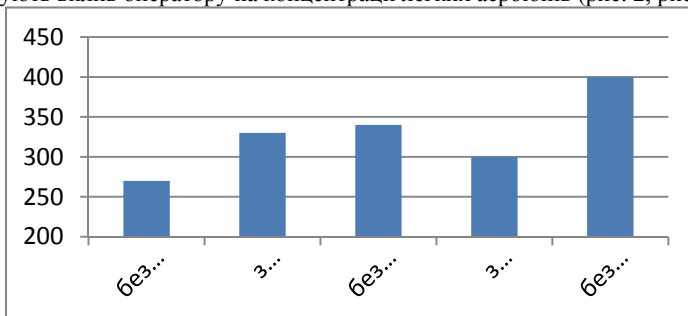


Рис. 2. Концентрації легких негативних аероіонів в повітрі на робочому місці оператора ПЕОМ

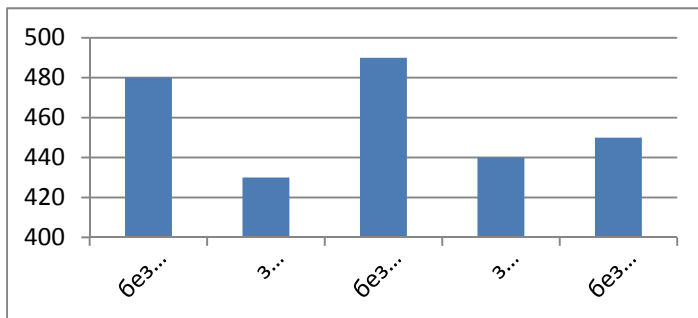


Рис. 3. Концентрації легких позитивних аеріонів в повітрі на робочому місці оператора ПЕОМ

Висновки

В результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що факт наявності оператора ПЕОМ на робочому місці є фактором впливу на концентрації легких аеріонів. Однак вважати цей фактор вагомим не можна, оскільки різниця в концентраціях за присутності оператора та за його відсутності становила не більше 50 іонів на куб. см в середньому, що є достатньо малою величиною. З огляду на результати даного дослідження актуальним є питання подальшого дослідження факторів деіонізації повітря при експлуатації ЕОМ та визначення найбільш вагомих з них, з метою мінімізації їх впливу.

Список літератури

1. ДНАОП 0.03-3.06-80 Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень №2152-80.
2. *K.Gustavs*. Options to minimize non-ionizing electromagnetic radiation exposures (EMF/RF/Static Fields) in office environments. Final paper of Environmental & Occupational Health Certificate Program / K. Gustavs. – University of Victoria. 2008 – 158 p.
3. К вопросу о методах оценки и коррекции аэроионного состава воздушной среды на рабочих местах операторов ПЭВМ / *К.А. Черный* // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Медицинские информационные системы». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – № 9 (110). – С.70 – 74.
4. Счётчик аэроионов «Сапфир-3к». Государственный реестр № 18295-99. Руководство по эксплуатации. Бд2.899.000 РЭ. – 29 с.

*В.І. Применко, д.т.н.,
А.В. Лук'янчиков, асистент
Т.М. Лук'яникова, асистент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

МОДЕЛЮВАННЯ ЗОНИ РАДІОАКТИВНОГО ЗАРАЖЕННЯ

Пропонується умовою моделювання зони радіоактивного зараження після аварії на АЕС покласти якісний взаємозв'язок між активністю радіонуклідів, що забруднюють територію, і віддаллю від зруйнованого реактора.

При великих катастрофах на атомних електростанціях або сховищах радіаційні зараження займають значні площі поверхні землі, що обчислюються сотнями квадратних кілометрів. При цьому осередок зараження умовно поділяється на частини – зони радіоактивного зараження. Так, при глобальній катастрофі на Чорнобильській АЕС було виділено чотири зони.

Перша зона – відчуження – характеризується питомою активністю радіонуклідів цезію-137, що перевищує 45 Ки/км².

Друга зона – обов'язкового відселення – має забрудненість по цезію-137, що характеризується рівнем 15 - 45 Ки/км².

Третя зона – добровільного відселення – характеризується активністю цезію-137 в межах 5-15 Ки/км².

Четверта зона – посиленого радіоекологічного контролю – має активність цезію-137 в межах 1-5 Ки/км².

Така класифікація осередку зараження згідно Закону України "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" (далі Закону України), здійснена перш за все, за біологічною ознакою, як характеристика рівня небезпеки для проживання людини в тій, чи іншій зоні. Так, в зоні відчуження додаткова річна еквівалентна доза опромінення значно перевищить 10 бер, що катастрофічно небезпечно для життя людини.

В зоні обов'язкового відселення вказана доза становитиме не менше 10 бер, що теж небезпечно для життя людини.

В зоні добровільного відселення додаткова річна еквівалентна доза опромінення може перевищити 0,5 бера, що загрожує здоров'ю людини.

А от в четвертій зоні – посиленого радіоекологічного контролю – проживати можна, але при умові, що додаткова річна еквівалентна доза опромінення не перевищить 0,1 бера.

Таким чином, Закон України, що відповідає за нормами радіаційного забруднення вимогам найбільш розвинутих країн світу, встановлює межею осередку зараження площі, де додаткова річна еквівалентна доза опромінення не перевищує 0,1 бера. Саме ця величина взята як критерій при моделюванні зони радіоактивного зараження. При цьому в основу покладено якісний взаємозв'язок між активністю радіонуклідів, що забруднюють територію, і

віддаллю від зруйнованого реактора: чим більша ця віддаль, тим нижче активність радіонуклідів. Мінімальною вона є на межі осередку зараження.

Введений критерій в 0,1 бера дозволяє кількісно розрахувати відповідну активність радіонуклідів для четвертої зони через рік після аварії по рівнянню:

$$D = 2P_1 \cdot (t_{\text{вих}}^{0,5} - t_{\text{вх}}^{0,5}),$$

де D – річна доза опромінення (у нашому випадку 0,1 бер);

$t_{\text{вх}}$ – час входження в осередок зараження (для даного випадку $t_{\text{вх}} = 1$ год);

$t_{\text{вих}}$ – час виходу з осередку зараження (тобто через рік, а значить $t_{\text{вих}} = (24 \cdot 365) = 8760$ год.);

P_1 – рівень радіації на одну годину після катастрофи на реакторі на межі осередку радіоактивного забруднення, рад/год.

Вирішуємо приведене рівняння відносно рівня радіації P_1 :

$$P_1 = \frac{D}{\left(\frac{2}{t_{\text{вих}}^{0,5} - t_{\text{вх}}^{0,5}} \right)} = \frac{D}{185}.$$

Оскільки біля межі осередку зараження $D = 0,10$ бера = 0,1 рада (у випадку γ -опромінення), то

$$P_1 = \frac{D}{185} = \frac{0,1}{185} = 0,00054 \text{ рад/год}.$$

Далі знаходимо взаємозв'язок між рівнем радіації і активністю радіонуклідів, тобто вирішуємо рівняння:

$$P = f \cdot (A),$$

де A – питома активність радіонуклідів, Ки/км².

Постійний взаємозв'язок між рівнем радіації P і активності A при цьому моделюється на основі того, що якісний склад радіонуклідів практично не змінюється при зміні потужності заряду, а змінюється лише відповідно концентрація радіонуклідів.

Вказана конкретність повністю відсутня у випадку катастрофи ядерного реактора. Адже якісний склад радіонуклідів, що покидатимуть реактор, залежатиме від проміжку часу, який минув з моменту завантаження палива в реактор, типу реактора. І чим більшим є цей проміжок часу, тим менше буде короткоживучих радіонуклідів, і тим більше – довгоживучих радіонуклідів.

А це означає, що залежність $P = f \cdot (A)$ для випадку катастрофи на АЕС не може бути універсальною і має лише часткове рішення.

Розподіл активності радіонуклідів в зонах зараження внаслідок на аварії на ЧАЕС зумовив певний ступінь ризику проживання людини. При цьому контролюється (згідно Закону України) активність основних α , β , γ -випромінювачів – плутонію-239, стронцію-90 і цезію-137. Оскільки їх концентрація в зонах зараження змінюється не закономірно, не пропорційно, а індивідуально, слід чекати різних кількісних характеристик зв'язку між рівнем радіації P і активності A для різних зон зараження. Це підтверджується

результатами вимірювань, де встановлено залежність між рівнем радіації і активністю радіонуклідів в широкому діапазоні забруднень (таблиця 1).

Таблиця 1

Зв'язок між активністю радіонуклідів та рівня радіації

<i>Рівень радіації, P, мР/год</i>	<i>Активність, A, Ки/км²</i>	<i>Рівень радіації, P, мР/год</i>	<i>Активність, A, Ки/км²</i>
0,01	0,1	10	60
0,1	1	20	80
1	8	30	100
2	15	50	150
5	40	100	300

Якщо дані таблиці 1 описати рівнянням $A = k \cdot P$,
то для четвертої зони – $k = 10$,
третьої зони – $k = 8$,
другої зони – $k = 6$,
першої зони – $k = 3$.

Оскільки практичні завдання, пов'язані з перебуванням населення найбільш актуальні для четвертої, третьої та частково другої зони зараження, можна вивести усереднений коефіцієнт пропорційності: $k = 8$.

В цьому випадку $A = 8 \cdot P$, коли активність A – Ки/км², рівень радіації P – мР/год.

Розраховані коефіцієнти пропорційності між P і A практично не змінюються з часом. Це витікає з того, що співвідношення між активністю α , β , γ – випромінювачів з часом практично не змінюється (таблиця 2).

Таблиця 2

Співвідношення між активністю
 α , β , γ – випромінювачів четвертої зони, %

Рік	α – випромінювач	β – випромінювач	γ – випромінювач
1986	96,9	2,9	0,20
2016	96,72	2,89	0,39
2076	95,6	2,88	1,52

Таким чином, для випадку Чорнобильської катастрофи активність радіонуклідів на межі осередку зараження може бути розрахована за рівнянням:

$$A = k \cdot P = 10P \quad \text{та} \quad A_1 = k \cdot P_1 = 10P_1$$

Але $P_1 = 0,00054$ рад/год = 0.54 мрад/год.

$$\text{Тоді } A_1 = 10 \cdot P_1 = 10 \cdot 0,54 = 5,4 \text{ Ки/км}^2.$$

Значить, $5,4 \text{ Ки/км}^2$ – це мінімальна активність ґрунту, що відповідає межі радіоактивного зараження, коли додаткова річна еквівалентна доза зараження дорівнюватиме 0,1 бера.

Геометрично осередок радіоактивного зараження може бути представлений у вигляді сектора круга, в центрі якого знаходиться зруйнований реактор. При цьому сектор з кутом 40° гарантовано включити всі зараженні території. Про це свідчить досвід випробувань ядерної зброї, адже і в цьому випадку осередок зараження вміщується в сектор з кутом 40° . Але ж у цьому випадку радіоактивна хмара піднімається на висоту 10 - 15 км, тоді як у випадку катастрофи на АЕС – на висоту 2,5 – 3 км, тобто сектор розпилення тут вузчий.

В осередку зараження (секторі круга з кутом 40°) безпосередньо біля зруйнованого реактора виділяємо невелику зону (менше одного відсотка від загальної площі осередку зараження). Активність радіонуклідів у цій зоні буде максимальною. В міру ж віддалення від неї – все більший спад активності аж до $5,4 \text{ Ки/км}^2$ на кордоні осередку зараження. Виділена зона відіграватиме роль реперної точки на шкалі, що характеризує зміну активності з віддалю. При цьому можна використовувати рівняння типу:

$$A_L = A_1 \cdot L^n,$$

де A_L – активність на віддалі L кілометрів від зруйнованого реактора;

A_1 – активність в виділеній біля реактора зоні;

n – показник степені рівняння.

Оскільки при прийнятих умовах моделювання осередку радіоактивного зараження глибина його становитиме кілька сот кілометрів, приймаємо глибину виділеної зони рівною одному кілометру, тобто A_1 – це питома активність радіонуклідів на поверхні ґрунту на відстані одного кілометру від зруйнованого реактора.

Висновки

Для практичного використання наведеного рівняння слід встановити залежність питомої активності радіонуклідів в виділеній зоні від активності викиду із зруйнованого реактора, тобто: $A_1 = f \cdot (N_{\text{зав}})$. Крім того слід встановити числове значення показника n . В подальшому при конкретних розрахунках параметри радіоактивного розпаду характеризуватиме не тільки віддаль від зруйнованого реактора, але й час від моменту аварії. Наприклад, A_{1-1} – питома активність ґрунту на одну годину після аварії в однокілометровій зоні.

*Н.В. Савчук,
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ЕКОМЕРЕЖА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК СКЛАДОВА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОЇ ЕКОМЕРЕЖІ

Розглянуто стан екомережі Вінницької області як складової національної екомережі України та перспективи застосування геоінформаційних систем при формуванні даної екомережі.

Однією з найперспективніших ідей останніх десятиліть у сфері прикладної екології є ідея екомережі. Під поняттям «екомережа» розуміється єдина територіальна система, яка включає ділянки природних ландшафтів, що підлягають особливій охороні, і території та об'єкти природно-заповідного фонду, курортні і лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, полезахисні території та об'єкти інших типів, що визначаються законодавством України, і є частиною структурних територіальних елементів екологічної мережі — природних регіонів, екологічних коридорів, буферних зон [1].

Одним із найважливіших завдань суспільства є збереження і збалансоване використання біоландшафтного різноманіття, функції якого виконує екологічна мережа. Так, у 1992 р. Рада Європи прийняла концепцію Європейської екомережі (European Ecological Network) як ідею всеєвропейської системи охорони природної спадщини європейської спільноти.

Європейська екомережа — головний напрям реалізації Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, яку затвердили на Конференції міністрів довкілля країн Європи в Софії у 1995 р.. На міждержавному рівні формування екологічної мережі координує програма "Natura-2000", ухвалена у 15 країнах Європейського Союзу. [1].

Україна також бере активну участь у формуванні Пан-Європейської екомережі відповідно до Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (1995). Ця діяльність поєднується з виконанням міжнародних конвенцій та угод світового, європейського та регіонального рівнів. Особливу цінність мають об'єкти, що є транскордонними, тобто зв'язуючими ланками Пан-Європейської екомережі [2].

Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України на 2000 - 2015 роки розроблена відповідно до рекомендацій Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття щодо питання формування Всеєвропейської екологічної мережі як єдиної просторової системи територій країн Європи з природним або частково зміненим станом ландшафту.

Програма формування національної екологічної мережі України передбачає виділення ключових районів, екологічних коридорів, відновлювальних і буферних територій з урахуванням біогеографічних зон;

відбір збережених екосистем і ландшафтів, типів середовищ існування видів (екотонів) регіонального і національного значення [3]. Згадані питання є методологічною базою вивчення біологічного і ландшафтного різноманіття, аналізу стану ландшафтів як основи формування регіональної екомережі й оптимізації ландшафтів на території Вінницької області.

Відповідно до концепції підтримуваного розвитку і Загальнодержавної програми “Формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки” важливим є формування екомереж національного, регіонального та локального рівнів. Особливо актуальна ця проблема для Вінницької області. Це викликано тим, що її ландшафти зазнають значного антропогенного впливу і трансформації.

Вінницька область займає площу 26,5 тис. км², що становить 4,5% території України. Природні ландшафти існують майже на 1/3 території області. Найменш трансформовані природні ландшафти на землях, зайнятих лісами, чагарниками, болотами та на відкритих землях, площа яких становить загалом близько 33 % усієї території області. Враховуючи те, що лише 44% лісів виконують захисні та природоохоронні функції, можна вважати, що близький до природного стану мають ландшафти на 14,2 % території області.

За статистичними даними станом на 01.09.03 р. Вінницька область має низький відсоток площі територій та об’єктів природно-заповідного фонду (0,89 %) в порівнянні з іншими областями України.

Найбільш проблемними територіями Вінницької області в створенні елементів регіональної екологічної мережі є північні та східні райони, де високий відсоток розорюваності площ і низький відсоток природних біоценозів.

Великий потенціал у формуванні елементів екологічної мережі мають центральні, західні та південні райони області, в яких збереглися ділянки природної рослинності.

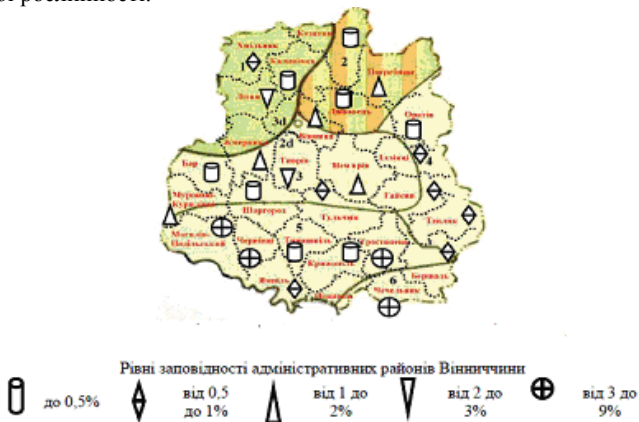


Рис. 1. Рівні заповідності адміністративних районів Вінницької області в структурі регіональної екомережі

Основною метою регіональної програми екологічної мережі Вінницької області є збільшення площі земель області з природними ландшафтами до рівня, достатнього для збереження їх різноманіття, близького до притаманного їм природного стану, та формування їх територіально єдиної системи, побудованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграції та поширення видів рослин і тварин, яка б забезпечувала збереження природних екосистем, видів рослинного і тваринного світу та їх популяцій [4].

У межах Вінницької області виділено три національні природні ядра: Чечельницьке, Буго-Деснянське та Дністровсько-Мурафське. Їх загальна площа 48067,4 га, тобто 1,8 % території області. Вони виділяються за найбільшою концентрацією угруповань, занесених до Зеленої книги України, місцезнаходжень видів рослин і тварин, занесених до Червоної книги України, Європейського і обласного червоних списків, ендемічних та реліктових видів рослин і є важливими ключовими територіями для формування національної екомережі. Також, у структурі області виділено 22 сполучні території загальною площею 1522664 га, тобто 57,5 % від її території. Серед них три національних і 19 регіональних екокоридорів. Вони сполучають між собою національні природні ядра та регіональні центри біорізноманіття у єдину екомережу регіону [5].

На даному етапі розвитку, коли стало зрозуміло, що для проектування екомереж необхідно обробляти значні обсяги інформації, постала проблема способу створення моделей структури таких мереж, з огляду на їх завершеність та оптимальне функціонування. Оскільки проектування екологічних мереж вимагає накопичення значних обсягів інформації, проаналізувати їх без використання спеціального технічного та інформаційного інструментарію неможливо.

Так, сучасні географічні інформаційні системи (ГІС) дають можливість проаналізувати ситуацію з екомережею. На сьогоднішній день ГІС займають важливе місце у вирішенні багатьох комплексних проблем, освоєння та раціонального використання природних ресурсів.

Перевагами використання ГІС у практиці проектування екомереж слід вважати те, що образно-знакові геоінформаційні моделі дійсності базуються на автоматизації процесів обробки інформації, базах картографічних та аерокосмічних даних. ГІС дозволяє обробляти значні обсяги фактичних та картографічних даних, аналізувати їх у зв'язку з конкретними об'єктами та територіями. Основною цінністю ГІС з погляду проектування екологічних мереж є можливість прив'язки всіх даних до об'єкта з координатами X, Y. У цілому, використання ГІС у геоекологічному аспекті дозволяє значно полегшити процес прийняття рішень [6].

Застосування ГІС для складання карти екомережі Вінницької області надасть нам низку переваг порівняно з іншими засобами проектування: швидко порахувати площі окремих ландшафтних одиниць, точно визначити найбільш цінні для проектування екомережі території. ГІС дозволить легко поповнювати інформацією шари, що дасть змогу відобразити зміни ситуації на території за певний проміжок часу, провести аналіз ефективності

функціонування екомережі. Використовувати модель можна буде не лише для проектування, а й під час функціонування даної екомережі. Також, модель можна буде використовувати для прийняття управлінських рішень, щодо віднесення землі до тієї чи іншої категорії.

Висновки

В результаті даного дослідження проаналізовано стан формування екомережі Вінницької області як складової національної екомережі України та визначено, що проблема формування регіональної екологічної мережі та оптимізації ландшафтів для Вінниччини особливо актуальна, оскільки її ландшафти зазнають значного антропогенного впливу і трансформації. Розбудова екомережі Вінницької області дасть змогу оптимізувати стан природного і антропогенно зміненого середовища і зберегти типові та унікальні природні комплекси екосистем Вінницького Придністров'я, Побужжя й Придніпров'я. І це буде одним з перших кроків до переходу на збалансований розвиток регіону та комплексного збереження біорізноманіття й створення нової моделі регіональної екологічної політики. Також було визначено, що проектування екологічних мереж є неможливим без спеціального технічного та інформаційного інструментарію, як наприклад, ГІС. Отже, основними завданнями подальшого дослідження є застосування ГІС технологій до формування екомережі Вінницької області.

Список літератури

1. Всевропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. — К., 1998. — 52 с.
2. *Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дудкін О.В. та ін.* Національна екологічна мережа як складова частина Пан-європейської екологічної мережі. — К. — 2005. — 63 с.
3. Закон України "Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000— 2015 роки" від 21 вересня 2000 р. №1989 ІІІ.
4. Регіональна програма екологічної мережі Вінницької області на 2004-2015 роки від 22 жовтня 2003 року №429.
5. *Яценюк Ю.В.* Екомережа Вінницької області. — Вінниця: Едельвейс, 2011. — 128 с.
6. *Самойленко В.М., Корогода Н.Л.* Геоінформаційне моделювання екомережі. К.: Ніка-Центр, 2006. — 224 с.

VERTICAL NOISE MAPS CREATION FOR URBAN ENVIRONMENT

The article describes the algorithm of vertical noise maps creation. The algorithm uses developed analytical model for multiple diffraction calculation for sound propagation through real buildings. As a result modeling examples are given for numerical and analytical investigations of sound distribution with height in urban environment.

City noise is closely connected to human activity, especially in built-up urban environment. A noise map, typically in the form of interpolated isocontours, is a way of presenting geographical distribution of noise exposure, either in terms of measured or calculated levels. Noise mapping is a powerful and effective way to visualize and assess the acoustic environment [1].

Ideally, it should give an accurate statement of noise levels in a specific location, provide noise trend data, establish exposure levels of a population for risk estimation purposes, identify pollution hotspots or quiet areas, yield information as to the effectiveness of noise management schemes, and indicate management/legislative/policy changes that may be required.

While the main purpose of horizontal noise maps is identification of noise levels from main urban sources, then vertical noise maps are created for assessment of vertical sound levels distribution on the territory of residential areas with tall buildings. This report represents shortly the scheme of vertical noise maps development.

Sound level in each point on the map was calculated according to the main formula:

$$L = L_p - A_{exc} ,$$

$$A_{exc} = \Delta L_{div} + \Delta L_{abs} + \Delta L_{scr} - \Delta L_{gr} - L_{ref} + \Delta L_g ,$$

where L_p – sound power level, dB [2,3]; A_{exc} – excess attenuation during sound propagation; ΔL_{div} – noise attenuation as a result of sound divergence, dB [4]; ΔL_{abs} – absorption of sound waves in the air, dB [4]; ΔL_{scr} – sound diffraction on natural and artificial barriers, dB [5-7]; ΔL_{gr} – constructive/destructive interference of sound waves as a result of reflection from ground, dB [8]; ΔL_{ref} – constructive/destructive interference of sound waves as a result of reflection from vertical obstacles like building facades, dB [9]; ΔL_g – sound attenuation due to green plantings, dB [4].

The main idea of this work was to develop a model that will allow calculation of multiple diffraction for the urban environment with high-raised buildings. The algorithm of multiple diffraction calculation was developed on the

base of European model, described in HARMONOISE project report [3], using analytical diffraction models, developed in [7].

Summary influence of all diffraction effects is determined for each acoustic screen of finite thickness according to the methodology, developed in [3]:

1. Determine the edge with the maximum diffraction value in the absence of all other diffracting edges (most diffracting edge).

2. Determine the insertion loss of this barrier alone with using the true source and receiver position.

3. Depending on the position of second barrier with respect to the first one, determine the insertion loss of the second barrier using the edge of the most diffracting barrier as the equivalent source and receiver and sum the calculated insertion loss.

4. Repeat the previous step until all points on the convex hull have been found.

Edges of acoustic screens are numbered from the noise source to the receiver, starting from 1, as it's shown on the fig. 1. Thus, summary attenuation due to diffraction is $A_{diff\Sigma} = A_{diff}(S12R) + A_{diff}(2(S')34R)$ for fig. 1b, $A_{diff\Sigma} = A_{diff}(S34R) + A_{diff}(S123(R'))$ for fig. 1c and $A_{diff\Sigma} = A_{diff}(S56R) + A_{diff}(S125(R')) + A_{diff}(S345(R'))$ for fig. 1a correspondently.

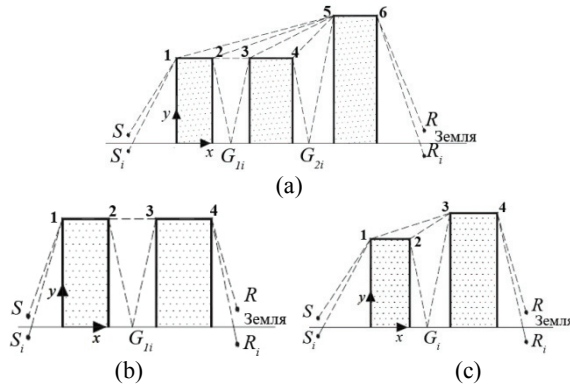


Fig. 1. Typical scheme of parallel buildings location (acoustic screens of finite size), where S – is noise source and R – is receiver, G_{11} and G_{21} – are points of sound rays reflections from ground surface between façade vertical surfaces, 1, 2, 3, 4, 5, 6 – are edges of noise barriers, where dashed lines mark ways of sound rays propagation: a – cross section of real 3-dimensional situation, b – scheme for two barriers of equal height and c – scheme for two barriers of different height

Interference effects were calculated for each ground reflection, where corresponding barrier edges were considering as imaginary source or receiver. Thus, for example for fig. 4b the imaginary source is the edge 2 and imaginary receiver – edge 3.

When the receiver is located between parallel barriers additional reflections from vertical surfaces are also taken into account [9].

Summary noise attenuation is defined as [3]:

$$A_{diff+int} = \sum_{i=k}^K A_{diff,i} + \sum_{i=k}^{K+1} A_{int,i} + A_{refl},$$

where K – is the number of noise barriers on the way of sound propagation.

The results of numerical and analytical modeling are shown of fig. 2-3.

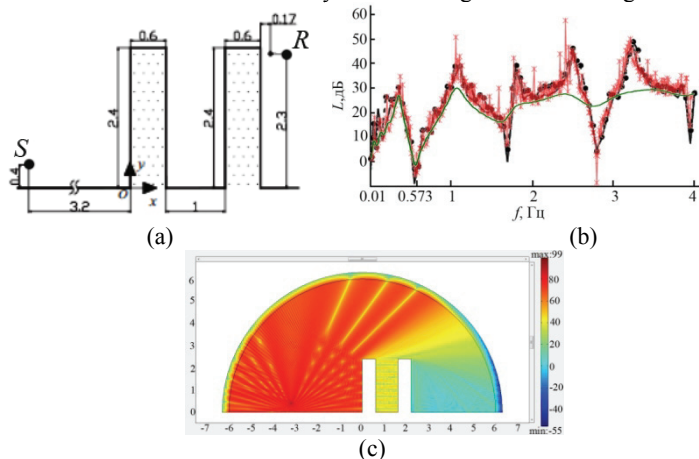


Fig. 2. Results of numerical modeling: a – geometry of the investigational case, b – validation of analytical and numerical modeling (black curve with dots – results of numerical modeling from [xx], red curve with crosses – results of modeling by finite elements method, green curve without markers - results for developed analytical model), c – sound field of the investigated case, modeled in Comsol Multiphysics

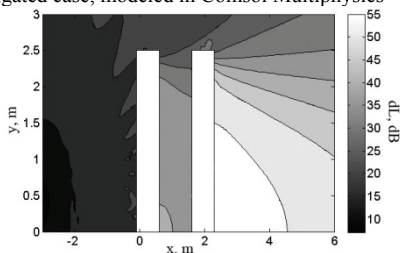


Fig. 3. Vertical noise map for investigated case, created on the base of developed analytical model

The main idea of theoretical experiment, results of which are depicted of fig. 2. was to validate the developed analytical model, that has more detailed description in [2,7,9-10]. Results show good qualitative and quantitative correspondence for investigated case.

Fig. 3 demonstrates the vertical noise map for the previously investigated case. The grid was of the dimensions 0.1 m and such modeling required extensive

computer power. That is why the test case was selected of small dimensions that is smaller than real tall buildings. The next step of developed work is creation of vertical maps for real urban blocks.

Conclusions

The work represents results of numerical and analytical investigation of vertical noise maps creation. Developed analytical method allows defining sound level for each receiver point in the build-up area.

Vertical maps are effective instrument of acoustic landscape assessment on the territory of modern residential areas with multiple high-rise buildings. Creation of such maps will allow to graphically represent distribution of sound fields with height and model noise levels not only close to the ground surface (for example, for the height 1-2 m or 4 m), but for upper floors of residential buildings. This is of extreme importance for situation on city streets, where street canyons are formed.

References

1. *Kang J.* Urban Sound Environment / Jian Kang. – London: Taylor & Francis, 2006. – 304 p.
2. *Шевченко Ю.С.* Моделювання шуму автомо-більного транспорту в місті / Ю.С. Шевченко // Матеріали Х міжнар. наук.-техн. конф. «АВІА-2011», 19-21 квіт. 2011 р.: тези доповіді. – К.: НАУ, 2011. – Т.4. – С. 27.4–27.7.
3. *Engineering* method for road traffic and railway noise after validation and fine-tuning, Harmonoise WP 3, Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20, written by Renez Nota, Robert Barelds, Dirk van Maercke, agreed by Hans van Leeuwen, 2005.
4. *Дідковський В.С.* Основи акустичної екології / В.С. Дідковський, В.Я. Акименко, О.І. Запоржець та ін. – Кіровоград: Імпекс ЛТД, 2001. – 520 с.
5. *Menounou P.* A correction to Maekawa's curve for the insertion loss behind barriers / P. Menounou // J. Acoust. Soc. Am. – 2001. – 110(4). – P. 1828–1838.
6. *Шевченко Ю.С.* Аналіз формул розрахунку ефективності акустичних екранів на вулицях / Ю.С. Шевченко // Вісник НАУ. – 2010.– № 4 (45). – С. 94–99.
7. *Chien C.F.* A note on the calculation of sound propagation along an impedance surface / C.F. Chien // Journal of Sound and Vibration. – 1980. – 69(2). – P. 340–343.
8. *Шевченко Ю.С.* Моделювання впливу фасаду будівлі на формування звукового поля / Ю.С. Шевченко, О.М. Береговий, В.Г. Парашанов // Вісник НАУ. – 2012.– № 1 (50). – С. 242–247.
9. *Шевченко Ю.С.* Метод картографування шуму від транспортних потоків у сучасному місті / Ю.С. Шевченко // Вісник НАУ. – 2012.– № 4.

*В.М. Заплатинський, к.с.-г.н., доц. докторант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)
R. Kazanský, PhD., odborný asistent, M. Dobřík, PhD. odborný asistent
(Matej Bel University in Banská Bystrica, Slovensko)*

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА МІЖНАРОДНИХ КРИЗОВИХ СИТУАЦІЙ В ОСВІТІ ТА ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Стаття присвячена використанню комп'ютерного моделювання кризових ситуацій для практичної діяльності щодо вирішення кризових ситуацій та їх наслідків і навчання студентів та підвищення кваліфікації фахівців кризового менеджменту.

Кризові ситуації, катастрофи та аварії є невід'ємною частиною життєдіяльності людей. Вони несуть загрозу для безпеки людей та суб'єктів діяльності, від підприємств до державних утворень і, як правило, створюють негативний вплив на соціальне та екологічне середовище. Великомасштабні кризові ситуації можуть характеризуватися швидкою ескалацією, коли місцеві та регіональні структури уже не в змозі протидіяти їм [1], а в окремих випадках вичерпуються можливості держави. Такі кризи набирають міжнародного, а в деяких випадках міжнародно-політичного характеру.

Діяльність по запобіганню кризовим ситуаціям, їх зниженню та усуненню наслідків вимагає використання знань з різних областей науки і техніки, в тому числі, соціальних наук, інформаційних технологій тощо. Ця область діяльності відноситься за європейською класифікацією до кризового управління або кризового менеджменту.

Алфу та омегу кризового управління складає центральна управлінська група, до завдань якої входить не тільки розробка та управління діяльністю конкретних виконавців, людей чи організацій, а найголовніше – координація діяльності виконавців, що набирає особливої ваги при великих міжрегіональних та міждержавних кризах. В попередженні та ліквідації будь якої надзвичайної ситуації чи кризового явища ведучу роль відіграє фактор часу. Іншим дуже важливим елементом у процесі антикризового управління є інформація - її доступність, цілісність, точність, що детермінує весь процес антикризового управління. Збір інформації про кризову ситуацію, як правило, ускладнюється тим, що осередок враження з міркувань безпеки може бути закритим. Збір та передача інформації та загальний захист комунікації має важливе значення для швидкого вирішення кризи та для швидкої і повної ліквідації негативних наслідків кризових ситуацій та відновлення після кризи.

- До основних завдань та цілей кризового управління зазвичай відносять:
- оцінку і аналіз ризиків і умов виникнення кризових явищ,
 - аналіз розвитку і перебігу кризових явищ,
 - прийняття відповідних рішень щодо кризових явищ,
 - зменшення та ліквідацію кризових явищ і мінімізацію їх наслідків. [2]

Кризовий менеджмент в даний час поширюється на всі частини соціального життя і діяльності людини, але головним чином зосереджений на питаннях навколишнього середовища і ризиках техногенного характеру. Взагалі кризовий менеджмент направлений на вирішення значно ширшого кола питань, а саме розв'язання:

- міжнародних політичних криз,
- соціальних криз,
- економічних криз,
- криз, викликаних природними факторами,
- надзвичайних ситуацій різного характеру. [3]

Комп'ютерне моделювання або імітаційні (симуляційні) технології кризових ситуацій все більше використовуються в спеціалізованих установах. Ці технології використовуються для моделювання різних кризових ситуацій і подій, в тому числі міжнародних, політичних, соціальних, екологічних, техногенних криз і катастроф. [4]

Широке впровадження комп'ютерних технологій у практичну діяльність вимагає від фахівців нових компетенцій, які можуть бути сформовані у процесі підготовки кризових менеджерів. Моделювання кризових явищ та небезпечних подій є одним з ефективних методів оптимізації та інтенсифікації навчального процесу, а також є важливим елементом наукових досліджень. Комп'ютерне моделювання є особливим методом навчання, яке здійснюється з використанням математичних моделей подій і в більшій чи меншій мірі показує реалістичність цих подій. Навчання за допомогою моделювання дає змогу набути навичок щодо прийняття рішень в специфічних умовах, які характеризуються браком часу, інформації, підвищеною психологічною напруженістю тощо. [5] Уможливорює створення психологічної обстановки найбільш наближеної до реальності. [6] Дозволяє відпрацювати варіанти рішень та сценаріїв для різноманітних надзвичайних ситуацій. [7]

Розвиток навчання студентів та підвищення кваліфікації практичних працівників системи кризового менеджменту в останній час набирає широкої популярності в Європі [8] про що свідчить його підтримка різними організаціями та велика кількість проектів, наприклад, „Centrum excelentnosti – vytvorenie komplexnej strategie medzinarodného krízového riadenia v medzinarodných vzťahoch“, ITMS: 26220120068. Низка вищих навчальних закладів створюють відповідні центри, зокрема в університеті Матея Бела в Банській Бистриці створено центр кризового управління та безпеки в сфері безпеки міжнародних відносин. Цей центр дозволяє:

— активно використовувати специфічні інструменти кризового управління в процесі діяльності по зменшенню та ліквідації кризових ситуацій та їх наслідків,

— за допомогою комунікаційної інфраструктури створювати і розгортати робочі групи кризового штабу з різним ступенем прав і можливостей в середовищі центра і у віддалених місцях реального чи віртуального осередку кризової ситуації,

—здійснювати збір, обробку і динамічну оцінку мультимедійного контенту, отриманого з реальних чи віртуальних осередків кризи, для отримання об'єктивної картини кризової ситуації і ефективного управління по її подоланню,

—створювати єдиний образ та здійснювати централізоване інформаційне забезпечення щодо кризової ситуації та управлінських кроків щодо її вирішення за допомогою різних інформаційних каналів.

Основним компонентом інформаційної системи кризового управління в галузі міжнародних відносин і міжнародної безпеки є спеціальне програмне забезпечення і технології підтримки інформаційних процесів при аналізі, запобіганні та управлінні надзвичайними та кризовими ситуаціями [9], в тому числі післякризовими та постконфліктними. Така інформаційно-аналітична система дозволяє:

- колективно створювати документи з планування,
- здійснювати стандартні операційні процедури та контроль за їх виконанням щодо кризової події,
- створення загальної картини критичної ситуації,
- створення узагальненого образу і медіа-образу для суспільних інституцій та людей, що здійснюють заходи з підтримки вирішення критичної ситуації,
- здійснювати обмін інформацією по горизонталі та вертикалі,
- здійснювати ефективну комунікацію із зворотним зв'язком та можливістю повідомлень робочим групам.
- розподіляти сили і засоби,
- уніфікувати термінологію,
- співпрацювати великій кількості осіб, організацій чи установ з різною спеціалізацією.

Для розвитку та підтримки технології моделювання в галузі освіти, досліджень і підготовки кадрів необхідно забезпечити основні цілі, які можна окреслити наступним чином:

- розвиток науки і досліджень в галузі безпеки шляхом використання імітаційних моделей,
- пошук оптимальних моделей і процесів вирішення кризових ситуацій в соціальному і природному середовищі,
- сприяння поліпшенню освітнього процесу за допомогою використання інноваційних методів навчання [10],
- підвищення ефективності процесу прийняття рішень в управлінні кризовими ситуаціями за допомогою імітаційних моделей.

Висновки

Застосування комп'ютерних імітаційних моделей в практичній діяльності є одним з важливих прийомів покращення системи управління кризовими ситуаціями. А це в свою чергу вимагає їх широкого впровадження в систему підготовки фахівців пов'язаних з вирішенням тих чи інших кризових ситуацій.

Питання освіти та практичної діяльності в галузі кризового менеджменту безперечно важливі у державному та недержавному секторі безпеки кожної країни. В країнах Європейського співтовариства це питання пов'язують не тільки з належним функціонуванням кризового управління, але й з огляду на бажання Європейського союзу відігравати роль глобального гравця в системі світової безпеки [11].

Список літератури

1. *Adašková, D.* Nešťatní aktéri a proliferácia zbraní hromadného ničenia In *Bezpečnostní management a společnost* Brno : Univerzita obrany, 2011. - S. 19-29. ISBN 978-80-7231-790-5.
2. *Novák, E. a kol.* *Plánovanie zdrojov na riešenie krízových situácií.* Fakulta špeciálneho inžinierstva, Žilina. 2010.
3. *Ivančík R.* Theoretical and Methodological Approach to Defence and Security in a Time of Globalization. In *Science and Military*, 2011, roč. 6, č. 2, s. 5-9.
4. *Hubáček M., Vráb V.* Výcvik vybraných bezpečnostních složek s využitím konstruktivní simulace. In: *The Science for Popular Protection.* №3 2012.
5. *Zaplatynskiy V.* Specialna príprava na likvidáciu jadrových havárií.// Psychologické a sociologické aspekty podpory a pomoci personálu v nasadení. Zbornik vedeckých a odborných prac.– L. Mikuláš. Akadémie ozbrojených síl generala M.R. Stefanika. 2011. – S. 236-240. ISBN 978-80-8040-430-7
6. *Заплатинський В.М.* Доцільність застосування психологічних тренінгів у підготовці студентів з дисципліни «безпека життєдіяльності». // Психологічний тренінг у мистецтві, культури, освіти. Збірник наукових праць./ Херсонський державний університет. – Київ-Херсон, Вид-во. „Просвіта”, 2010, – С. 54-61. ISBN 978-966-2133-55-4
7. *Otrísal P.* Florus S., NBC Defence Institute – the university education of CBRN specialists and the CBRN defence applied research facility. In *Sborník 3rd CBRN Commandant and Commanders Conference.* [CD]. Liberec : Ministerstvo obrany ČR – Ústav OPZHN Univerzity obrany, 2008, - s. 1-14.
8. *Заплатинский В. Матус И.* Безопасность в эру глобализации (монография) – К.: Центр учебної літератури, 2010. – 142 с. ISBN 978-611-01-0146-2
9. *Sedlák V.* Manažérstvo bezpečnosti informácií v Slovenskej republike. In: *Zbornik vedeckých prác VŠBM Košice 2010*, VŠBM (vyd.), Košice 2011, 208-215, (ISBN 978 80-89282-43-2).
10. *Terem P., Čajka P.* Konceptia budovania poznatkov-orientovanej spoločnosti In *Znalostní ekonomika : trendy rozvoje vzdělávání, vědy a praxe.*- Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2007. - S. 1-17. ISBN 978-80-7318-646-3.
11. *Strnad Š.* Evropská unie jako globální bezpečnostní aktér. In: *Pět let členství ČR v EU (Bilance a perspektivy, trendy a vize).* České Budějovice: VŠERS, o.p.s, 2009.

*Н.В. Боруль, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

РАДІОЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАСЕЛЕННЯ ДУБРОВИЦЬКОГО РАЙОНУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ І ДОВКІЛЛЯ

Розглянуто фактори радіаційного впливу на здоров'я проживаючого в Дубровицькому районі населення. Через 25 років після Чорнобильської аварії, як правило, рівень споживання радіоактивно забруднених продуктів харчування є основним дозоформуючим фактором в досліджуваному районі. Проаналізовано його динаміку за основними класами сільськогосподарської та лісової продукції.

З огляду на масовий радіаційний вплив на населення декількох областей України і радіоактивне забруднення великих густонаселених територій внаслідок аварії на ЧАЕС, стан і рівень радіоекологічної безпеки для потерпілого населення до цього часу залишається надзвичайно актуальною проблемою. Аварія стала причиною деформації демографічної поведінки багатьох сімей, негативним чинником погіршення стану здоров'я населення, зростання його смертності, особливо дитячої, як у районах радіоактивного забруднення, так і в групах осіб, що постраждали [1]. Її негативний вплив на здоров'я населення відзначається тривалістю; його відчуватимуть не лише нинішнє, але й майбутні покоління. Екологічні, медичні і психологічні наслідки Чорнобильської катастрофи, її вплив на соціальну, економічну і політичну сферу, а також на систему охорони здоров'я дозволили вважати, що аварія на ЧАЕС, безсумнівно, була глобальною радіоекологічною катастрофою. Визнано, що наслідки вибуху ядерного реактора на ЧАЕС привели до глобального забруднення природного середовища планети й додаткового опромінення мільярдів людей.

Внаслідок Чорнобильської катастрофи, значного радіонуклідного забруднення зазнав й Дубровицький район Рівненської області. Специфічні природні умови досліджуваного району – кисла реакція ґрунтів, бідність їх глинистими та слюдистими мінералами, висока зволоженість території, наявність великої кількості лісів, боліт і торфовищ сприяють посиленій міграції радіонуклідів з ґрунту у рослини та по трофічних ланцюгах далі [2]. Як наслідок навіть через 27 років з моменту аварії тут спостерігаються високі рівні забруднення рослин і продуктів харчування. Споживання продукції присадибних господарств, висока доля у раціоні населення ягід і грибів спричиняють високе надходження радіонуклідів в організм людини. Тому, в цьому районі й досі фіксуються високі значення паспортних доз опромінення населення.

Незважаючи на те, що основним фактором радіаційного ризику вважається індивідуальна та колективна доза опромінення від аварійних викидів та скидів, об'єктивна картина радіаційного навантаження на населення може бути представлена лише в результаті комплексної оцінки усіх факторів

радіаційного впливу на здоров'я населення. Для цього скористаємося методом ранжування ступеня вираженості таких радіаційних факторів як доза опромінення від радону, індивідуальна доза опромінення, щільність забруднення ґрунту Cs^{137} , надходження з продуктами харчування в організм цезію-137 та надходження з продуктами харчування в організм стронцію-90.

Аналізуючи дані відділу радіаційної гігієни обласної санепідемстанції та радіологічних груп районних санепідемстанцій, які постійно проводять радіаційний контроль за продуктами харчування, продовольчою сировиною, питною водою та об'єктами навколишнього середовища у постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи «північних» районах Рівненської області, науковцями Лико Д. В та Гущуком І. В. було отримано наступні результати ранжування факторів радіаційного ризику (табл. 1) [3].

Таблиця 1

Комплексна ранжована оцінка навантаження факторів радіаційного впливу на населення «північних» районів Рівненської області

Радіаційні фактори	Ранги вираженості факторів у районах			
	Дубровицький	Зарічнянський	Рокитнівський	Сарненський
Доза опромінення від радону	1	2	3	4
Індивідуальна доза опромінення	3	2	4	1
Щільність забруднення ґрунту Cs^{137}	4	1	2	3
Надходження з продуктами харчування Cs^{137}	2	3	4	1
Надходження з продуктами харчування Sr^{90}	3	1	4	2
Сума рангів	13	9	17	11

Отже, як видно з табл. 1, найбільша сума рангів виявилася у Рокитнівському та Дубровицькому районах. Тобто, Дубровицький район характеризується високим рівнем радіаційної небезпеки для стану здоров'я населення порівняно з іншими районами Рівненської області, території яких вважаються радіоактивно забрудненими внаслідок аварії на ЧАЕС. Виходячи з цього, мешканці 59 населених пунктів досліджуваного району становлять групу підвищеного радіаційного ризику.

Зважаючи на те, що населення досліджуваного району споживає в основному продукти харчування місцевого виробництва, структура формування дози опромінення населення в Дубровицькому районі виглядає у теперішній час наступним чином (рис. 1).

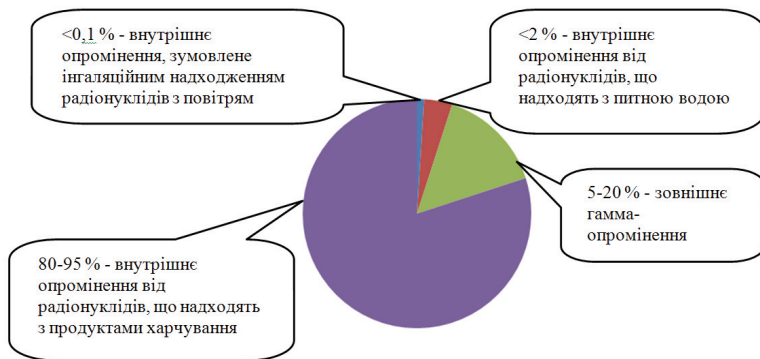


Рис. 1. Структура формування дози опромінення населення Дубровицького району, забрудненого внаслідок Чорнобильської катастрофи

Аналіз наведених даних показує, що основна частина дози опромінення населення Дубровицького району обумовлена внутрішнім опроміненням за рахунок споживання радіоактивно забруднених харчових продуктів [3, 4].

Про значний відсоток невідповідності харчових продуктів місцевого виробництва нормативним значенням ГН 6.6.1.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді» (ДР-2006) у досліджуваному районі в останні роки свідчать дані, отримані радіологічною групою Дубровицької санепідемстанції в ході радіометричних та спектрометричних досліджень сільськогосподарської та лісової продукції (рис. 2).

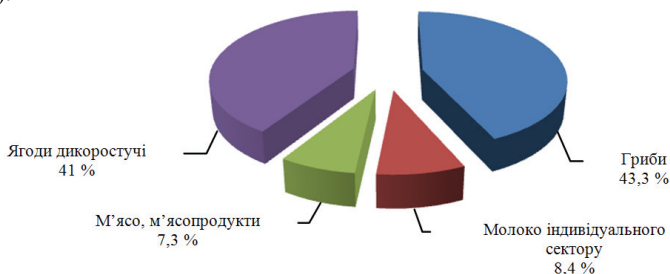


Рис. 2. Структура продукції, що перевищує допустимі рівні вмісту радіонуклідів у продуктах харчування (ДР-2006)

Як видно з рис. 2, переважна більшість зразків, вміст радіонуклідів в яких перевищує чинні нормативи, представлена лісовою продукцією. Враховуючи те, що вплинути на зменшення вмісту радіонуклідів в такій продукції досить проблематично, найбільш актуальним заходом зменшення

дозы внутрішнього опромінення населення Дубровицького району є забезпечення виробництва радіологічно «чистої» сільськогосподарської продукції, яка гарантовано відповідатиме чинним гігієнічним нормативам вмісту радіонуклідів. Критичним продуктом в досліджуваному районі вважається також й молоко, що виробляється в особистих підсобних господарствах населення. У 2011 році в ході гамма-спектрометричних досліджень молока індивідуального сектора було зафіксовано значення 268 Бк/л (при нормативі 100 Бк/л).

Висновки

Основна частина дози опромінення населення Дубровицького району Рівненської області формується за рахунок споживання радіоактивно забрудненої сільськогосподарської та лісової продукції. Враховуючи те, що зовнішнє опромінення у віддалений період після Чорнобильської катастрофи стабілізувалося, і буде визначатися, насамперед, природними процесами (в першу чергу фізичним розпадом цезію-137), пріоритетним напрямком щодо мінімізації наслідків у досліджуваному районі повинен бути комплекс заходів спрямованих на зменшення надходження радіонуклідів до організму людини з продуктами харчування. Важливим завданням при цьому є обґрунтування і впровадження заходів з організації ведення агропромислового виробництва, оскільки саме рівень радіоактивного забруднення місцевих продуктів харчування визначає ступінь радіоекологічної безпеки населення досліджуваного району. На жаль, після 1993 р. ефективні контрзаходи у сільському господарстві України, практично вже не застосовуються [5]. За сукупністю чинників антропогенного тиску на природне середовище Дубровицького району й наслідків від його впливу на населення відповідного району Чорнобильська катастрофа стала пусковим механізмом екологічної загрози не тільки для нинішнього, а й наступних поколінь.

Список літератури

1. *Возіанов О. Ф.* Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / О. Ф. Возіанов, В. Г. Бебешко, Д. А. Базика. – К.: ДЦА, 2007. – 800 с.
2. *Косолапова Е. В.* Екологічна оцінка забруднення земель різного використання Волинського і Житомирського Полісся цезієм-137: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.16 / Е. В. Косолапова; Державний агроекологічний ун-т. – Житомир, 2002. – 19 с.
3. *Лико Д. В.* Оцінка ризику для здоров'я сільського населення від впливу факторів середовища життєдіяльності людини. Монографія / Д. В. Лико, І. В. Гушук. – Рівне: Червінко А. В., 2010. – 230 с.
4. *Булигін С. Ю.* Пріоритетність організації заходів з ліквідації наслідків ядерних катастроф у віддалений період (на прикладі аварії на ЧАЕС) / С. Ю. Булигін, О. І. Дутов // Екологічні науки: науково-практичний журнал. – К.: ДЕА, 2012. – №2. – С. 61-67.
5. *Кутлахмедов Ю. О.* Радіобіологія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Ю. О. Кутлахмедов, В. М. Войціцький, С. В. Хижняк. – К.: КГУ, 2011. – 543 с.

*С.А. Савченко, студент, В.О. Куценко, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м.Київ)*

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА В СВІТІ. НЕДОЛКИ Й ПЕРЕВАГИ

Розглянуті основні проблеми та загрози для оточуючого середовища, спричинені діяльністю сонячної енергетики. Розроблено методичні рекомендації для зменшення негативного впливу.

Людству необхідно все більше й більше енергії, отримати яку за рахунок невідновлюваних джерел у недалекому майбутньому буде важко чи взагалі неможливо. Дійсно, за різними оцінками, розвіданого органічного палива вистачить на 30-50 років. Якщо врахувати так звані геологічні запаси, які будуть своєчасно розвідані, а експлуатація їх не затримується, то, з урахуванням все зростаючого рівня витрат енергії, органічного палива може вистачити ще років на 100-150. Причому тільки вугілля ще довгий час може зберігати своє місце в енергетичному балансі. Проте використання його супроводжується високим рівнем забруднення атмосфери Землі. Ядерна енергетика, яка на сьогодні має значно більше сировинних ресурсів ніж органічне паливо, динамічно розвивалась у світі протягом останніх 20-30 років.

Але сьогодні, на думку багатьох фахівців, вона вже не може вважатися перспективним видом енергії через високий ризик радіоактивного забруднення навколишнього середовища, що проявилось в серії техногенних аварій та катастроф, особливо під час сумно відомої Чорнобильської катастрофи.

Тому у світі все більше звертають увагу на використання так званих відновлюваних джерел енергії - тепла Землі, енергії вітру, припливів та відпливів, біогазу, сонячного випромінювання, тощо. Практично всі ці джерела енергії повністю зумовлені прямою дією Сонця. Серед зазначених джерел одним із найбільш перспективних є пряме перетворення сонячного випромінювання в електрику в напівпровідникових сонячних елементах. Сонячна енергетика – використання сонячної енергії для отримання енергії в будь-якому зручному для її використання вигляді. Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії і в перспективі може стати екологічно чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів.

Сьогодні для перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію існує дві можливості: використовувати сонячну енергію як джерело тепла для вироблення електроенергії традиційними способами (наприклад, за допомогою турбогенераторів) або ж безпосередньо перетворювати сонячну енергію в електричний струм в сонячних елементах. Сонячну енергію використовують також після її концентрації за допомогою дзеркал – для плавлення речовин, дистиляції води, нагріву, опалювання і т.д.

Сонячні фотоелементи вже сьогодні знаходять своє специфічне застосування. Вони виявилися практично незамінними джерелами електричного струму в ракетах, супутниках і автоматичних міжпланетних

станціях, а на Землі – в першу чергу для живлення телефонних мереж в не електрифікованих районах або ж для малих споживачів струму (радіоапаратура, електричні бритви і запальнички і т.п.)

Сонячна енергетика могла б частково вирішити енергетичні проблеми України, особливо по енергопостачанню віддалених неелектрифікованих осель, а в умовах нестабільного електропостачання, відключення електроенергії такі установки забезпечували б безперерйне електропостачання. В сільському господарстві, особливо присадибному, тепличних виробництвах, сонячні батареї могли б забезпечувати подачу води за допомогою насосів та полив рослин, а в тваринництві у посушливих районах - подачу води для тварин. Системи сонячних батарей з хімічними акумуляторами є практично єдиними економічно придатними для живлення апаратури в умовах відсутності мережі центрального енергопостачання; в гірських районах Карпат та Криму, на польових станах, пасовиськах, тощо, тобто в умовах, коли створювати та використовувати мережу центрального енергопостачання нерентабельно чи небезпечно для здоров'я людини. Ця проблема не може бути розв'язана традиційним способом будівництва стаціонарної мережі внаслідок її дорожнечі. Крім того, фотобатареї зараз користуються великим попитом у світі і могли б експортуватись, особливо в південні країни третього світу.

Єдине, що стримує ще більш широке поширення сонячної енергетики, це висока ціна енергії, яка отримується від сонячних елементів. Собівартість сонячної батареї потужності 1 Вт становить близько 2-3 доларів США, тому окупність енергії, що виробляється сонячними батареями, складає більше 20-30 років. Вартість 1кВт.год електроенергії, яка виробляється фотомодулями, сьогодні значно вища ніж для традиційної енергетики, але слід зауважити, що: по-перше, ця величина має тенденцію до зменшення для сонячної енергетики та до зростання для традиційної енергетики, а по-друге, сонячна енергетика може успішно конкурувати з традиційною в тих випадках, коли споживання енергії порівняно невелике, а підвести електроенергію від загальної електромережі дорого або зовсім неможливо. У цих випадках на перший план виступає не вартість електроенергії, а цінність або необхідність тих функцій, які здійснюються за рахунок електроенергії.

Застосування сонячних батарей в наведених вище випадках (в засобах зв'язку, на транспорті, у побуті, сільському господарстві, для екологічного контролю) виправдано не стільки кількістю виробленої ними електроенергії, скільки появою нових можливостей, покращанням якості процесів, які вже використовуються. Ефект від застосування сонячних батарей в перерахованих напрямках і галузях підвищується, якщо використовуються економічніші споживачі енергії, спеціально розроблені для роботи з фотомодулями (лампи освітлення, холодильники, насоси, телевізори). Крім того, термін роботи сонячних елементів практично необмежений і може складати десятки років.

Переваги сонячної енергетики: загальнодоступність і невичерпність джерела; теоретично, повна безпека для навколишнього середовища (проте в даний час у виробництві фотоелементів і в них самих використовуються шкідливі речовини).

Але сонячна енергетика має свої наслідки для екології.

Сонячні накопичувачі викликають великі за площею затемнення земель, що призводить до сильних змін ґрунтових умов, рослинності і т. д. Небажане екологічне дію в районі розташування станції викликає нагрівання повітря при проходженні через нього сонячного випромінювання, сконцентрованого дзеркальними відбивачами. Це призводить до зміни теплового балансу, вологості, напрямку вітрів; в деяких випадках можливі перегрівання і загоряння систем, що використовують концентратори, з усіма витікаючими звідси наслідками. Застосування нізкокиплячих рідин і неминучі їх витоку в сонячних енергетичних системах під час тривалої експлуатації можуть призвести до значного забруднення питної води. Особливу небезпеку становлять рідини, що містять хромати і нітриди, які є високотоксичними речовинами.

Недоліки сонячної енергетики:

– через відносно невелику величину сонячної постійної для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції, але фотоелектричні елементи на великих сонячних електростанціях встановлюються на висоті 1,8—2,5 метра, що дозволяє використовувати землі під електростанцією для сільськогосподарських потреб, наприклад, для випасу худоби;

– потік сонячної енергії на поверхні Землі сильно залежить від широти і клімату. У різних місцевостях середня кількість сонячних днів в році може дуже сильно відрізнятись;

– залежність потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов;

– висока ціна сонячних фотоелементів (але, в 1990-2005 рр. ціни на фотоелементи знижувалися в середньому на 4 % на рік);

– не дивлячись на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як і т. д., а їх виробництво споживає масу інших небезпечних речовин

Несприятливі впливи сонячної енергії на навколишнє середовище можуть проявлятися:

- у відчуженні земельних площ, їх можливої деградації;

- у великій матеріалоемності;

- в можливості витоку робочих рідин, що містять хлорати і нітриди, - в небезпеці перегріву і загоряння систем, зараження продуктів токсичними речовинами при використанні сонячних систем в сільському господарстві;

- у зміні теплового балансу, вологості, напрямку вітру в районі розташування станції;

- в затемненні великих територій сонячними концентраторами, можливої деградації земель;

- у впливі на клімат космічних СЕС;

- у створенні перешкод телевізійної та радіозв'язку;

- в передачі енергії на Землю у вигляді мікрохвильового випромінювання, небезпечного для живих організмів і людини.

Висновки

З однієї сторони використання енергії сонця найбільш широко впроваджено для здійснення гарячого водопостачання, опалення та охолодження будинків, опріснення води, нагріву парників, сушіння сільськогосподарської сировини. Але з іншої сонячні концентратори викликають великі за площею затінення земель, що призводить до сильних змін ґрунтових умов, рослинності і т. д. Небажаний екологічний вплив в районі розташування станції викликає нагрівання повітря при проходженні через нього сонячного випромінювання, сконцентрованого дзеркальними відбивачами. Це призводить до зміни теплового балансу, вологості, напрямку вітрів; в деяких випадках можливі перегрів і загоряння систем, що використовують концентратори. Застосування низькокиплячих рідин і немінучі їх витoki в сонячних енергетичних системах під час тривалої експлуатації можуть привести до значного забруднення питної води. Особливу небезпеку становлять рідини, що містять хромати і нітрити, які є високотоксичними речовинами. Під час дослідження У нас виникло декілька ідей щодо зменшення впливу на навколишнє середовище від сонячних електростанцій:

- 1) Станції повинні буди розташовані якомога далі від населених пунктів
- 2) Потрібно регулярно проводити моніторинг ґрунтів, на вміст у них хроматів і нітритів.

Список літератури

1. *Рожко А.О.* Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні // *Енергосбережение*. – 2007. – №2. – с. 25-28.
2. *Паливно-енергетичні ресурси. Перспективи України // Новини та пріоритети енергетики*. – 2005, №1.
3. *Адаменко О.М., Височанський В., Лютко В., Михайлів М.* Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія. – Івано-Франківськ: ІМЕ, 2001. – 432с.
4. *Нікіторович О.В.* Аналіз стану та перспектив розвитку малої гідроенергетики України // Міжнародна науково-практична конференція “1-й Всеукраїнський з’їзд екологів”. – Вінниця: ВНТУ, 2006.
5. *Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула.* Енергозбереження в сільськогосподарській біоконверсії. Навч. посіб. – Вінниця. – ВНТУ, 2006. – 83с.
6. *Гелетуха Г.Г., Железная Т.А.* Анализ основных положений “Энергетической стратегии Украины на период до 2030 года” // *Промышленная теплотехника*. – 2006, №5. – с. 82-92.

*М.М. Радомська, к.т.н., О.Я. Бадлюк, студент, С.М. Кабан, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

В даній роботі розглядається вплив основних типів енергогенеруючих підприємств на навколишнє середовище. Проаналізовано переваги та недоліки альтернативних джерел енергії та запропоновано підходи до вирішення енергетичних проблем України за рахунок розвитку локальної енергетики.

Глобальні цивілізаційні процеси в сучасному світі, зростання світового промислового виробництва, призводять до значного збільшення споживання енергоресурсів і, як наслідок, нанесення суттєвої шкоди довкіллю. В останні роки ця проблема все більше хвилює світову спільноту, оскільки людині для її життя необхідне максимально чисте навколишнє середовище.

Енергетика – найважливіший чинник у процесі перетворення природи людиною. Виробництво енергії, її транспортування й споживання набули глобального характеру. Поряд із тим майже 80% всіх видів забруднення біосфери зумовлює саме енергетична промисловість, яка включає добування, переробку й використання палива.

Щорічне споживання енергії у світі сьогодні наближається до 25-35 млрд. тонн, що може призвести до зменшення енергоресурсів. Потреба в енергії є одною з основних проблем людини. Енергія потрібна не тільки для нормальної діяльності сучасного суспільства, але і для простого фізичного існування кожної окремої людини. В даний час електроенергію в основному отримують на гідроелектростанціях, теплових і атомних станціях. Альтернативними до традиційних є джерела енергії, які характеризуються відсутністю значних негативних впливів на навколишнє середовище. Проте на сьогодні частка альтернативних джерел енергії у світовому енергетичному балансі залишається незначною.

Серед традиційних джерел енергії сьогодні теплоенергетику справедливо називають основою технічного прогресу. Але за масштабами впливу на навколишнє середовище ця галузь посідає одне з перших місць: на неї припадає приблизно четверта частина всіх шкідливих викидів.

Екологічний вплив ТЕС на навколишнє середовище залежить від виду палива. Для спалювання в топках ТЕС використовують три групи органічних ресурсів - тверді (вугілля і горючі сланці), рідкі (мазут, дизельне і газотурбінне паливо) і газоподібні палива (природний газ, біогаз та ін.).

При спалюванні твердого палива на ТЕС в атмосферу викидаються: легка зола з частками палива, що не згоріло, сірчистий і сірчаний ангідриди, оксиди вуглецю і азоту, фтористі сполуки та газоподібні продукти неповного згорання палива. Побічним продуктом, що утворюється при згоранні вугілля, є вугільна зола. Золовідвали займають величезні площі землі, які вилучаються з раціонального господарського використання.

Таблиця 1

Характеристики електроенергії, що виробляється традиційними і нетрадиційними методами

Вид електростанції чи джерела енергії	Коефіцієнт корисної дії, %	Доступність, %
Вугільна	35-40	85-90
Ядерна	35-40	75-85
Вітрова	40-70	20-40
Сонячна	Жов.20	15-20
Газифікація вугілля	40-50	80-90
Геотермічна	15-20	70-80
Маретермічна	02.Бер	90-95
Водень	30-45	70-80
Паливні елементи	60-80	80-90
Фотосинтез	0,4-1	90-95
Магнітогідродинамічна	50	60-70

При спалюванні рідких видів палива (зокрема мазуту) з димовими газами в атмосферу надходять сірчистий і сірчаний ангідриди, оксиди азоту, тверді і газоподібні продукти неповного згорання палива, сполуки ванадію, солей натрію та ін.

Атомна енергетика дозволяє значно знизити викиди в атмосферу. На АЕС викиди нижче допустимих меж, річний запас палива близько 10 м^3 , викиди радіоактивних речовин менше, ніж від ТЕЦ. Екологічний вплив АЕС – у тепловому забрудненні води та проблемі утилізації відпрацьованого радіоактивного палива та забрудненого обладнання.

Враховуючи значні екологічні наслідки роботи традиційної енергетики та наблизення проблеми вичерпання природних ресурсів, на нинішньому етапі розвитку людства виникає необхідність у переведенні енергетичної промисловості на інтенсивний шлях, у впорядкуванні використання енергоносіїв на всіх рівнях, у пошуку й використанні альтернативних джерел енергії.

Вітроенергетика – цей вид джерела енергії є непрямою формою сонячної енергії, і, тому, належить до відновлюваних джерел енергії. Джерело вітроенергетики – сонце, яке зумовлює циркуляцію повітря і формування вітру. Від загальної кількості енергії сонця 1-2% перетворюється на енергію вітру.

Основною перевагою вітрової енергетики є екологічно чистий спосіб вироблення енергії. Вона не забруднює атмосферу, не споживає палива і не спричиняє теплового забруднення довкілля. Максимальне ефективне використання енергії вітру в Україні, дасть можливість щорічно виробляючи 5,71 млн. МВт-год, забезпечити 2,5% загальних річних енергетичних потреб України.

Проте існують і недоліки вітрових електростанцій: вони створюють шум високої частоти, тому потребують великих земельних ділянок для свого розміщення, а також заважають близьким населеним пунктам. Є ще один вид впливу вітрової енергетики: генератори великих вітродвигунів обертаються зі швидкістю близько 30 обертів за секунду, а це близько до частоти синхронізації телебачення. Тому великі вітродвигуни можуть заважати прийому передач на відстані до 1,6 км [1].

Сонячна енергетика – використання сонячної енергії для отримання енергії в будь-якому зручному для її використання вигляді. Сьогодні для перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію існує дві можливості: використовувати сонячну енергію як джерело тепла для вироблення електроенергії традиційними способами (наприклад, за допомогою турбогенераторів) або ж безпосередньо перетворювати сонячну енергію в електричний струм в сонячних елементах. Сонячну енергію використовують також після її концентрації за допомогою дзеркал – для плавлення речовин, дистиляції води, нагріву, опалювання і т.д.

Сонячні фотоелементи вже сьогодні знаходять своє специфічне застосування. Вони виявилися практично незамінними джерелами електричного струму в ракетах, супутниках і автоматичних міжпланетних станціях, а на Землі – в першу чергу для живлення телефонних мереж в не електрифікованих районах або ж для малих споживачів струму (радіоапаратура, електричні бритви і запальнички і т.п.) [2].

Перевагами сонячної енергетики можна вважати загальнодоступність і невичерпність джерела та, теоретично, повну безпеку для навколишнього середовища. Серед недоліків сонячної енергетики слід відмітити, перш за все, залежність потужності сонячної електростанції від широти і клімату та від часу доби і погодних умов. Зважаючи на відносно невелику величину сонячної постійної на територіях України, які не зайняті в сільському господарстві, для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції. Але оскільки фотоелектричні елементи на великих сонячних електростанціях встановлюються на висоті 1,8 – 2,5 м від поверхні, існує теоретична можливість використання землі під електростанцією для сільськогосподарських потреб, наприклад, для випасу худоби. Важливою перешкодою на шляху впровадження сонячної енергетики є висока вартість сонячних фотоелементів, які, не дивлячись на екологічну чистоту отримуваної енергії, містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як і т. д., а їх виробництво споживає масу інших небезпечних речовин [2].

Мала гідроенергетика є технологічно освоєним способом виробництва електроенергії, що має досить гарантований поновлюваний енергоресурс та найменшу собівартість виробництва електроенергії серед традиційних паливних і більшості нетрадиційних технологій її виробництва. Найбільш ефективними є малі ГЕС, що створюються на існуючих гідротехнічних спорудах.

Переваги гідроелектростанцій очевидні – постійно поновлюваний самою природою запас енергії, простота експлуатації, відсутність забруднення навколишнього середовища, поліпшення умови роботи річкового транспорту.

Єдиним недоліком установок – затоплення територій та заболочення прилеглих ділянок, хоча цього недоліку можна уникнути при використанні малих ГЕС, які забезпечуватимуть потреби населення на локальному рівні.

Біопаливо або біологічне паливо – органічні матеріали, такі як деревина, відходи та спирти, що використовуються для виробництва енергії. Офіційне визначення біопалива – будь-яке паливо мінімум з 80 % вмістом (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів, зібраних в межах десяти років перед виробництвом.

Даний вид ресурсу має ряд переваг, тому що біопаливо використовує практично відходи виробництв. Але, якщо мова іде про органічну сировину для виробництва біопалива, виникає конфлікт між продовольчими та технічними потребами.

Геотермальна енергія (природне тепло Землі), акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, за оцінкою вчених досягає 137 трлн. тонн умовного палива (т у. п.), що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих. З усіх видів геотермальної енергії мають найкращі економічні показники гідрогеотермальні ресурси – термальні води, пароводяні суміші і природна пара.

Перевагами є пряме отримання підігрітої води, температура якої значно менша за температуру при спалюванні палива і тому втрати енергії при цьому незначні. Але ефективно таке тепло використовувати лише біля місця видобування. В Україні значних потужностей для розвитку даного виду альтернативної енергетики немає.

Висновок. Порівнюючи дані про ефективність використання різних видів енергетики (табл. 1) та передумови впровадження альтернативних джерел енергії на території України, можна констатувати необхідність відходу від централізованого енергозабезпечення на макрорівні та переходу на локальне вирішення енергетичних проблем. Це дозволить максимально ефективно використати наявний природний енергетичний потенціал, позбутися глобальних негативних наслідків для навколишнього середовища та уникнути перерозподілу недоліків та переваг, коли у місці виробництва значних потужностей енергії зосереджені всі екологічні проблеми, а переваги від споживання енергії поширюються на інші регіони. Також локальна енергетика відрізняється зменшеним рівнем втрат та підвищенням коефіцієнта ефективного використання енергії. І, нарешті, локальні енергетичні проекти потребують значно менших капіталовкладень від держави та досить легко знаходять приватних інвесторів.

Список літератури

1. Рожко А.О. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні // *Енергосбережение*. – 2007. – №2. – С. 25–28.
2. Адаменко О.М., Височанський В., Льотко В. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії.. – Івано-Франківськ: ІМЕ, 2001. – 432с.

*V.M. Deniskov, leading engineer (ANTONOV Company)
O.O. Grasko, Ph.D. student (National Aviation University, Ukraine, Kyiv)*

ROLE OF THE DATABASES DEVELOPMENT FOR ICAO'S CO₂ STANDARD

Described the importance of ICAO database development and filling it for future CO₂ Standard

There are many compounds that fall under the category of a greenhouse gas, but carbon dioxide (CO₂) has received much attention for its prevalence and its harmful effects. CO₂ acts as a GHG through absorption and reemission of infrared radiation, and thus is one of the most important emissions in terms of climate change. This compound becomes even more important because its emission can affect the climate for centuries, a trait has motivated many entities to take steps to curb CO₂ emissions.

Currently, the International Civil Aviation Organization (ICAO) completes the development of international standards (Volume III of Annex 16, "Environmental Protection" to the Convention on International Civil Aviation) for limiting emissions of CO₂ which will apply to jet aircraft with maximum take-off mass over 5700 kg and to the propeller aircraft with maximum take-off mass over 8620 kg. The 9th meeting of the Committee of aircraft environmental protection (CAEP), which was held in February 2013, ensures the development of this Standard and approved projects of the main components to it. The special Working Group makes proposals concerning the adoption of regulatory CO₂ emission levels for aircraft (initial and subsequent), which are determined through using the values of the CO₂ emission indicators for aircraft that are already in production, and those that are projected (in some cases – for out of production aircrafts).

The first and most urgent task was to develop, build and populate a database of aircraft and associated data (e.g. metric values) to support the task of selecting the stringency line shape and levels for a CO₂ Standard cost effectiveness analysis. This database is called the Metric Values database (MVdb). The key to build the MVdb is to agree the list of aircraft and the parameters required for them. For the aircraft list, the major areas of focus to consider were the production status of the aircraft, weight variants, engine variants and project aircraft. For the aircraft parameters, the major focus areas included the consideration of aircraft weights, the inclusion of parameters such as the Reference Geometric Factor (RGF) and other information to validate the assumption that the highest MTOM variant has the least margin to a stringency line, descriptions and when required justifications for including certain aircraft. Last but not least, data confidentiality, due to the sensitive nature of the data, was also an area of focus.

In order to account the interests of national aircraft manufacturers it was provided to ICAO data about existing aircraft versions (Tab. 1) for using their parameters when determining the CO₂ emissions indicators in the regulatory levels. The aim of this investigation was to clarify which aircraft types have been certified

against their national civil certification requirements, equivalent to the ICAO requirements. This were identified any military aircraft types which must be excluded as they are not covered by the ICAO Chicago Convention or any of its Annexes [1]. Next step is to identify the production status of the certified civil aircraft types (out of production, in-production or project aircraft), and if possible, some information on the past and projected future production rates. Result of the received data from national aircraft manufacturers is shown below (Fig.1).

Table 1

MV database on the example of AN-140 aircraft

Aircraft Type	Aircraft Version	Engine model	RGF, M^2	Highest MTOM (kg)	Emission Evaluation Metric	Status (OoP, IP, PR)
AN-140	AN-140-100	TV3-117VMA-SBM1	38	21500	0.507	IP

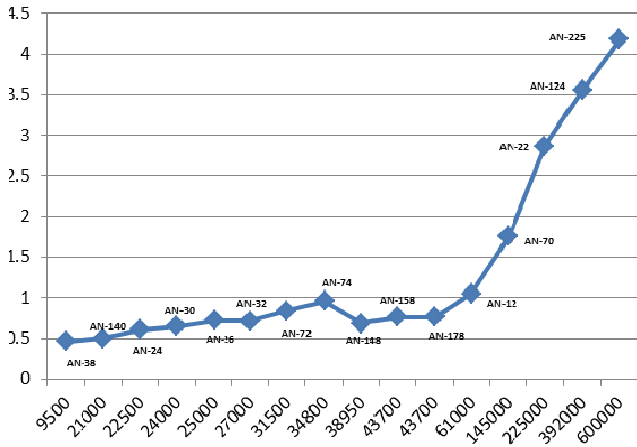


Figure 1. Dependence between MTOM and Emission Evaluation Metric for Ukrainian aircraft

Conclusions

The MVdb is a high value database for a single purpose. It is not a live database and has no future uses or updates. It is being compiled for the sole reason of supporting the development of the CO₂ emission certification standard. The key functions for the MVdb are defining and assessing the format, shape and position of a base line, backstop limit and or range of stringency scenarios lines.

References

1. Annex 16 Environmental Protection. Volume II Aircraft Engine Emissions Standards and Recommended Practices for aircraft engine emissions certification. 3rd ed., incorp. Amend. 1–6. July 2008. - 110 pp.

*Б.Д. Халмурадов, д.м.н., доц., А.О. Грицаюк, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТИ ЕКОНОМІКИ

Розглянуто етапи математичного моделювання надзвичайних ситуацій, які можуть бути використані з метою аналізу надзвичайних ситуацій та зниження ризику їх виникнення, прогнозування.

Безперервне розширення масштабів господарської діяльності людини супроводжується некерованою динамікою зростання виробництва, яке призводить до частого виникнення техногенних ситуацій, що характеризується різким відхиленням від норм явищ і процесів. Вони супроводжуються катастрофами та аваріями з численними людськими жертвами, величезними матеріальними втратами і порушенням умов життєдіяльності [1,2].

Щодня в світі фіксуються тисячі подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести або призводять до загибелі людей та/або до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями [3].

Запобігання надзвичайних ситуацій - актуальна проблема, яка стоїть не тільки перед вченими, але і перед державними і громадськими структурами [4]. Одним з ефективних засобів запобігання надзвичайних ситуацій техногенного характеру є моделювання розповсюдження забруднень.

Характерні особливості надзвичайних ситуацій (НС), такі як раптовість виникнення, швидкість розвитку, неповнота і невизначеність вихідної інформації, різноманітність і ланцюговий характер наслідків ускладнюють використання для їх вивчення традиційних емпіричних методів. У зв'язку з цим, для аналізу і прогнозування надзвичайних ситуацій все ширше застосовується математичне моделювання, яке являється в багатьох випадках єдино допустимим, як, наприклад, при експертизі особливо небезпечних природних чи техногенних явищ.

Математичною моделлю НС називається система співвідношень, рівнянь, нерівностей, геометричних понять і т.д. які в математичній формі відображають, відтворюють або імітують найбільш важливі особливості і властивості реальних небезпечних явищ з метою аналізу та прогнозування їх виникнення, розвитку та наслідки.

Створення математичної моделі НС включає в себе кілька етапів.

Початковим етапом: змістовне описання НС, яке складається на основі всіх наявних неї знань, результатів натурних обстежень наявних ситуацій, консультацій з експертами, вивчення довідкової та спеціальної літератури.

На другому етапі виконується формалізація змістовного описання моделі, математична постановка задачі з вказівками всіх необхідних вихідних даних і шуканих величин.

На третьому етапі формалізована схема НС повинна бути перетворена в її математичну модель. Для цього всю наявну інформацію необхідно виразити за допомогою співвідношення, нерівності, рівнянь, алгоритмів. Рівняння, що входять в модель, доповнюються початковими і граничними умовами, а також нерівностями, що визначають область допустимих значень обчислювальних величин.

На четвертому етапі, досліджується сама модель. Шляхом проведення різноманітних розрахунків вивчаються властивості моделі та її поведінки при різних умовах.

На наступному етапі модель застосовується до опису реальних НС. Шляхом зіставлення результатів обчислювальних експериментів з наявними дослідними даними виконується ідентифікація або уточнення параметрів моделі, її тестування, налагодження та перевірка адекватності. Після цього, як адекватність моделі, тобто її дані відповідають реальності, встановлено, починається використання моделі для аналізу і прогнозування НС, що відбуваються в реальних умовах.

Висновки

Розробка математичного моделювання є актуальною для глибокого дослідження НС, оскільки дозволяє більш адекватно оцінити вплив НС на територію, а також передбачити можливі ускладнення (наприклад, нові НС на об'єктах підвищеної небезпеки), здійснення контролю над складною екологічною обстановкою при одночасному обліку величезної кількості різноманітних параметрів, оцінки ступеня ризику для здоров'я населення і прийняття обґрунтованих рішень для його мінімізації.

Список літератури

1. Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: Закон України - [Чинний від 2000-06-08]. - 30 с.

2. *Абрамов Ю.О.* Моніторинг надзвичайних ситуацій. / Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю., Харків : АЦЗУ 2005. - 530 с.

3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.textreferat.com/referat-2139.html>

4. *Борисюк М.М.* Надзвичайні ситуації / М.М. Борисюк [та ін.] // 36. нормативно-правових актів. – К., 2001. – 198 с.

*В.М. Заплатинський, к.с.-г.н., доц. докторант
(Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна)*

І.В. Уряднікова, к.т.н., доцент

(Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна)

С.М. Чумаченко, д.т.н., головний науковий співробітник

(Науково-дослідний центр проблем авіації та авіаційного пошуку і порятунку

Інституту державного управління у сфері цивільної оборони, м. Київ,

Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЛОК-СХЕМИ СИСТЕМИ ВОДООЧИЩЕННЯ І ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ Й ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННИХ, ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ РИЗИКІВ

Стаття присвячена дослідженню структурно-функціональної блок-схеми системи водоочищення та її використання для аналізу й оцінки техногенних та екологічних ризиків. Встановлено, що магістралі 1 і 2 можуть викликати техногенні і екологічні ризики.

Ризик у системах водоочистки в теплоенергетиці окреслимо як ймовірність появи на виході системи неочищеної чи недоочищеної води. Цей вихід може бути на енергогенеруюче устаткування. В цьому разі наслідками буде погіршення роботи цього устаткування, тобто погіршення економічних показників або економічний ризик. Також цей вихід може бути у систему скидання води у навколишнє середовище, у результаті цього будуть мати місце негативні екологічні та соціальні наслідки, або будуть викликані екологічні, соціальні і техногенні ризики, які тісно пов'язані один з одним [1, 2].

Існуючі системи водоочищення значно відрізняються одна від одної як за фізико-хімічними принципами, на яких ґрунтується їхня робота, так і конструктивно. Тому, для розробки узагальненої методики оцінки ризиків неможливо взяти як приклад яку-небудь з існуючих схем, оскільки отримані результати не можна буде співвіднести з іншими схемами. Тому, для розробки загальної методології визначення різних ризиків у системі водоочищення в теплоенергетиці побудована структурно-функціональна блок-схема системи водоочищення ТЕЦ, ТЕС, яка представлена на рисунку 1.

На даній схемі є магістралі, що можуть викликати той чи інший ступінь як економічного, так і екологічного ризику. Магістраль 1 це основна магістраль додаткової води, яка починається від водозабору, далі насосний блок 1, блок трубопроводів 2, блок очищення від грубо- і дрібнодисперсних домішок (блок освітлення) 3, блок сполучених трубопроводів 4, блок очищення від розчинних домішок (іонування) 5, блок сполучених трубопроводів 6, і далі підігрівач додаткової води 7, блок сполучених трубопроводів 8 на блок очищення від розчинених газів (блок деаерації) 9, насос живлення 10 на котел 11. З котла 11 пара, що утворилася, по

паропроводу 12 надходить у турбіну 13.

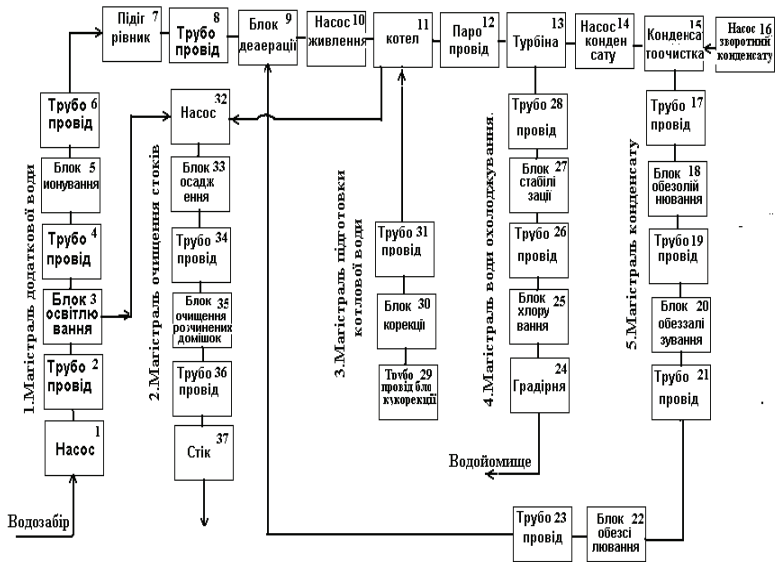


Рис.1. Структурно-функціональна блок-схема системи водоочиснення ТЕС, ТЕС.

В результаті повних відмовлень, часткових відмовлень, чи позаштатної роботи блоків магістралі 1 на її виході, чи на вході в котел може з'явитися некондиційна вода. Ця вода, яка надходить в котел, порушить його режим роботи, що позначиться на ККД котла, який, відповідно, знизиться. Крім того, через збільшення накипоутворення відбудеться збільшення кількості ремонтів за час періоду експлуатації котла.

Відмовлення в системах водоочиснення це події, що полягають у порушенні нормального виконання функцій системи. Ці події численні і дуже різноманітні. Відмовлення можуть приводити до зниження рівня живлення водою енергоагрегатів, до припинення подачі води на енергоагрегати чи до подачі неприпустимо забрудненої води.

Остання обставина означає, що система водоочиснення працює в позаштатному режимі через відмовлення деяких її елементів чи у виді позаштатної роботи деяких елементів системи. Для зручності відмовлення в системах водоочиснення можна розділити на дві групи:

1 – відмовлення зовнішніх систем, пов'язаних із системами водоочиснення;

2 – відмовлення внутрішніх елементів системи.

До відмовлень першої групи можуть бути віднесені:

а) відмовлення джерел водозабору, що може привести до повного припинення подачі води на забезпечуваний об'єкт;

б) відмовлення системи подачі електроенергії, що порушує чи припиняє роботу насосних станцій,

в) забір на очищення надзвичайно забрудненої води, рівень забруднення якої перевищує можливості системи водоочищення. Це можливо при високих паводкових водах, при сходах селів, у відповідних місцевостях і при інших природних катаклізмах;

г) забруднення водозаборів хімічними чи біологічними речовинами.

До відмовлень другої групи чи до відмовлень внутрішніх елементів системи можна віднести аварії, поломки і відмовлення різних елементів системи, що повно чи частково паралізують її роботу. У результаті відмовлень внутрішніх елементів системи можуть відбуватися наступні порушення водопостачання об'єкта:

а) тимчасове зниження подачі води на енергоагрегати, що не досягає гранично допустимого рівня;

б) тимчасове зниження забезпечення водою, нижче допустимого рівня, що рівносильне відмовленню системи водоочищення;

в) перерви в подачі води забезпечуваному об'єкту;

г) подача некондиційної води забезпечуваному об'єкту;

д) поєднання випадків а-г, б-г;

е) у випадку скидання використаної води в навколишнє середовище – скидання забрудненої води.

Магістраль 2 призначена для очищення стічних вод, що утворилися в результаті роботи магістралі 1 і продувки котла. Магістраль 2 складається з насосного блоку 32, блоків трубопроводів 34, 36, блоку осадження 33, блоку очищення розчинених домішок 35 і стоку 37. У результаті повних відмовлень, часткових відмовлень чи позаштатної роботи блоків магістралі 2 на її виході буде некондиційна вода, що через стік 37 буде надходити в навколишнє середовище, що створить неприпустимі екологічні і соціальні ризики. Вода з магістралей 4 і 5 очищення охолоджувальної води й очищення конденсату в навколишнє середовище, як правило, не скидається і в остаточному підсумку надходить знову у енергоагрегати 11 і 13. Магістраль 3 здійснює корекцію котлової води.

Таким чином, у структурно-функціональній блок-схемі системи водоочищення можна виділити магістралі 1 і 2, що можуть викликати екологічні, техногенні і соціальні ризики.

Висновки

1. Критерієм ризику, по якому можна оцінювати систему водоочистки, є ймовірність подачі даною системою споживачу неякісної води в результаті відмовлень, часткових відмовлень і позаштатної роботи блоків і елементів цієї системи. Для аналізу й оцінки ризиків при роботі системи водоочистки, доцільно оцінювати критичність системи по чотирьох станах, у яких дана система може знаходитися: клас 0 – нормальний, клас 1 – граничний, клас 2 – критичний, клас 3 – небезпечний. Ризик одержання недоочищеної води на виході системи водоочистки є для даної системи глобальним техногенним ризиком. Надалі цей глобальний ризик реалізується як створення екологічної

небезпеки, пов'язаної із забрудненням навколишнього середовища: атмосфери, води і ґрунту із загрозою здоров'ю і життю людей.

2. Системи водоочистки численні і різноманітні, працюють на різних фізико-хімічних принципах і мають різні конструктивні особливості. Для розробки загальних підходів до питання аналізу, вивчення і управління ризиками розроблена структурно-функціональна блок-схема системи водоочищення, що дає можливість розробити загальні підходи і науково їх обґрунтувати за допомогою теорії ймовірності і математичної статистики.

3. Відмовлення в системах водоочистки можна розділити на дві групи: 1 – відмовлення зовнішніх систем, пов'язаних із системами водоочищення, 2 – відмовлення внутрішніх елементів системи. Зазначені відмовлення створюють досить високий ступінь техногенних і екологічних ризиків, оцінка і мінімізація яких є важливою народногосподарською задачею.

4. Як при роботі різних елементів, так і при роботі системи в цілому спостерігається деяка закономірність відмовлень протягом періоду експлуатації. Ця закономірність описується так званою кривою відмовлень, апроксимація якої кривими закону нормального розподілу Гауса дає можливість визначити ймовірності відмовлення елементів системи і системи в цілому протягом усього періоду експлуатації, з урахуванням ремонтів елементів які зроблені за минулий період часу.

Список літератури

1. *Урядникова І.В., Чуmachenко С.Н.* Тенденции и перспективы развития энергетической безопасности в современных условиях // Zbornik vedeckych a odbornych prac conference 'Národná a medzinárodná bezpečnosť 2012, 17. - 18. 10. 2012 (elektronická forma). Vydal: Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika, Liptovský Mikuláš. st. 383-393 ISBN: 978-80-8040-450-5.
2. *Uryadnikova I.* Risk management in water treatment systems to improve the environmental safety of operation of thermal power facilities. – Banska Bystrica, Slovakia: Bratia Sabovci, s. r. o. Zvolen, 2011. – 102 p. ISBN 978-80-557-0200-1.
3. *Урядникова І.В.* Влияние рисков в системах водоочистки теплоэнергетических объектов на экологическую безопасность Украины // 15 Medzinarodna vedecka konferencia "Riesenie krizovych situacii v specifickom prostredy", 2.-3. Jun 2010. - Slovakia, Zilina, 2010. – p. 755 – 762.
4. *Uriadnikova I.* Анализ безопасности теплоэнергетических объектов в чрезвычайных ситуациях // Wspolczesne determinanty bezpieczenstwa. Praca zbiorowa pod redakcja Izabeli Bienkowskiej, Jaroslava Szymczyka, Rafala Kochanczyka. – Gliwice. Gliwicka Wyzsza Szkola Przedsiębiorczosci, 2011. – St. 316-322. ISBN978-83-61401-64-3.

*Voinalovych G.O., student
Vlasov V.Ye., student
Lytvynchenko A. S. student
(National Aviation University, Ukraine, Kyiv)*

UNAUTHORIZED REMOVAL OF WASTE IN KIEV

Problems of the solid waste treatment was considered in the article. For solving of the situation with solid wastes government should pay more attention to the issue at the state level, to build modern recycling plants, improve the culture of the people.

For Ukraine, as well as for many other countries, the issue of solid waste treatment is very urgent, considering that accumulated solid waste is the main cause of soil and groundwater pollution.

According to the Ministry of Regional Development and Construction in Ukraine in 2011 about 13 m tons of municipal solid waste were produced, and the annual amount is growing by an average of 3-5% per year [1].

The problem of disposing of domestic waste has long gained widespread. Each year, in communities of our country produced 50 million cubic meters of waste, which is about 12 million tons. Only 7% domestic waste is recycled and recyclable, 3% of them - thanks to the separate collection of garbage and recycling, and 4% - burned in two waste incinerators - in Kiev and Dnepropetrovsk. Today in Ukraine there are about 5000 official landfills, and there is an additional 35 000 unauthorized [2]. Most polluted landfills of Ukraine is shown in Figure 1. [5].

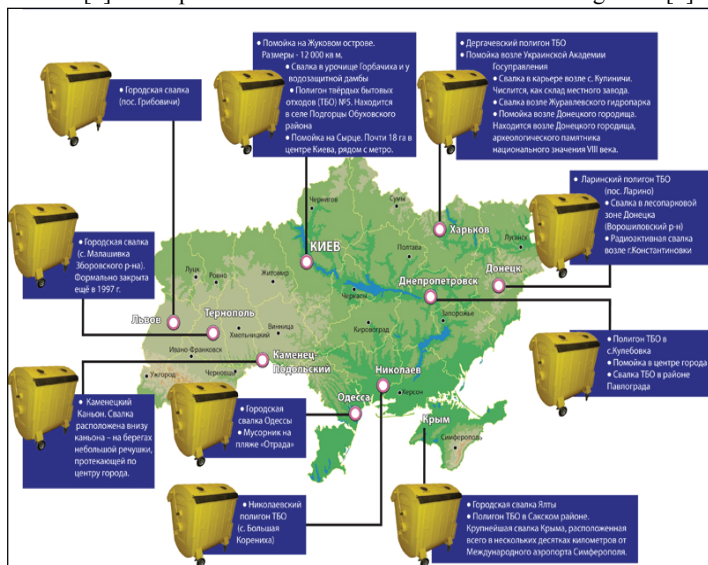


Fig. 1. Most polluted landfills of Ukraine

The Law of Ukraine "On wastes" (of 5 March 1998 No.187/98-BP) determines principles of state policy, main conditions, requirements, and rules regarding ecologically safe conduct with wastes. The law is intended to ensure minimization of the creation of wastes and prevention of negative impact on the environment and health of the population [3].

This law contains legal, organizational, and economic measures for reducing the amount of wastes or prevention of their creation. It also has measures for their collection, transportation, storage, recycle, utilization, removal, reactivation and burial, as well as prevention of their negative impact on the environment.

According to the Article 1 of the Law of Ukraine "On wastes" – wastes are any substances, materials and objects which are formed in the process of human activity and cannot be further used in the places where they were formed or revealed. Their owners have to get rid of them through utilization or removal; hazardous wastes are wastes characterized by such physical, chemical biological or other hazardous features which cause or may cause considerable hazard for the environment and people's health and which require special methods and means to maintain them. Article 33 of the Law declares that storage and elimination of wastes are carried out according to requirements of environmental safety and in the way ensuring maximal usage of wastes or their transference to other consumers (except for burial) [3].

For each place or object of storage or elimination of wastes there is a special passport with indications of names and codes of wastes (according to the state classifier of wastes), their quantitative and qualitative composition, origin as well as technical characteristics of places or objects of storage or elimination and information on methods of control and safe exploitation of these places or objects.

Elimination of wastes is performed according to legislative requirements of environmental safety and with mandatory ensuring of possibilities for utilization or burial of extra products if this is sanctioned by state sanitary and epidemiological service of Ukraine. Storage and elimination of wastes are performed in the places designated by local self-governance bodies with consideration of requirements of land and nature protecting legislation and in the presence of special permissions indicating amount of wastes according to set limits and conditions of their storage.

The places or objects designated for storage and elimination of wastes should be used only for the wastes indicated in the permission. It is prohibited to mix or bury wastes for utilization of which Ukraine has a technology.

There is a prohibition for unauthorized placement of wastes in underground horizons, on territories of cities and other built-up areas, on territories of natural reserves, in areas of natural, recreational, historical and cultural value, territories within water preserving zones and zones of sanitary protection of water bodies, in other places if it may pose a threat for the environment and people's health. Subsoil burials are permitted only in exceptional cases according to results of special research and with compliance with all standards, norms and rules envisaged by Ukrainian legislation.

Due to the lack of proper waste collection each year, thousands of natural, illegal dumps in the vicinity of human settlements. Often take out the garbage for the outskirts and is discharged into the natural hollows (gullies, ditches, etc.). Very

common practice of dumping waste in forest clearings, fields, and other facilities are not provided for use as a landfill. At illegal dumps no minimum control of waste, which does not preclude the disposal of medical, toxic and radioactive waste, as well as educational animal burial.

Ukrainian regions with the highest number of unauthorized landfills are shown in Table 1. [5].

Table 1

Regions with the highest number of unauthorized landfills	
Region	Number of illegal dumps in the region
Kyiv	6014
Donetsk region	3946
Dnipropetrovsk region	3101
Poltava region	2175
Ternopil region	1663
Kharkiv region	1654

Kyiv City Council adopted the Programme for household waste in the capital for 2010 - 2015 years [4]. To implement it need to almost 4 billion UAN. Today up to 20% of solid waste disposed of in Kiev on incinerator "Energy", but it requires serious renovation. Up to 50% of municipal solid waste (MSW) are disposed of in landfill № 5 near the village Dmitrovichy near Obukhov. The possible use of this facility - 2-3 years. At the landfill № 5 has a serious problem with the filtrate, saturated with hazardous substances. Also in Kiev there is a landfill № 6, which dumped construction waste. Today it is already full.

Most of the solid waste dumped in illegal landfills and buried there without proper screening and other security measures.

Illegal dumps in Kiev are almost at every turn.

Recently landfill were found in Desnyanskiy region in the green zone.

Fires in Darnitskiy region are a permanent feature because waste are dumped regularly and illegally by trucks on the Lesnoye cemetery, and then deliberately set on fire .

In September 2008, landfill for solid waste was built in Vasylkovsky region and the first waste treatment plant was opened in this region. Residents of the city Vasilkov regularly see big trucks with the words "GreenCo" who travel from Kiev to the village Bugaevka. Where according to the documents must be placed waste treatment plant, in fact unsorted garbage buried in the sand.

In addition, some solid waste illegally dumped in sludge fields of Bortnicheskay aeration station. Sludge fields located on lands of Borispol region, with a total area of 270 hectares, are in critical condition.

Enormous problem is the problem of "electronic waste". "Electronic waste" may be defined as discarded computers, office electronic equipment, entertainment device electronics, mobile phones, television sets and refrigerators.

Electronic waste isn't just waste, it contains some very toxic substances, such as mercury, lead, cadmium, arsenic, beryllium and brominated flame retardants. When the latter are burned at low temperatures they create additional toxins, such as halogenated dioxins and furans – some of the most toxic substances

known to humankind. The toxic materials in electronics can cause cancer, reproductive disorders, endocrine disruption, and many other health problems if this waste stream is not properly managed. Many of the toxic constituents are elements, which means they never disappear, even though they may change form. Other toxic chemicals in electronics do not break down over time and instead, accumulate in the food chain and biosphere.

Incorrect disposal of "electronic waste" can cause a "man-made disaster."

For solving of this situation our government should pay more attention to the issue at the state level, to build modern recycling plants, improve the culture of the people.

References

1. Аналіз стану сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2011 рік [Електронний ресурс] / Сайт Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Режим доступу:

http://minregion.gov.ua/index.php?option=com_k2&view=item&id=2603%3Aanal%D1%96z-stanu-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-v%D1%96dxodami-v-ukra%D1%97n%D1%96-za-2011-r%D1%96k&Itemid=170&lang=uk

2. В Украине разлилось «мусорное море» [Електронний ресурс]/ Україна комунальна від 27.07.2012. – Режим доступу: <http://jkg-portal.com.ua/ru/publication/one/v-ukrajin-roztilosja-smtteve-more-28587>

3. Про відходи: Закон України від 05.03.98 р. № 187/98-ВР // Відомості Верховної Ради України. - 1998. - № 36-37. - С. 242.

4. Про затвердження Програми поводження з побутовими відходами у м. Києві на 2010 - 2015 роки : Рішення Київської міської ради від 8 липня 2010 року № 996/4434 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/6BE77A603B2045E5C22577AD00686717?OpenDocument

5. Украина тонет в отходах: самые большие свалки страны [Електронний ресурс]/ Аргументы и факты. Украина. Від 20.03.2013. – Режим доступу: <http://www.aif.ua/society/article/34417>

*Г.В. Федорів, аспірант, Т.І. Білик, к.б.н., доцент, Р.Соколов, студент
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ СЕРЕДОВИЩА НАВКОЛО ПАЛИВОЗАПРАВНИХ ОБ'ЄКТІВ

Розглянутої шляхи зменшення токсичності полікомпонентного вуглеводневого забруднення на паливозаправних об'єктах.

В умовах збільшення техногенного навантаження на довкілля одне з провідних місць серед екологічно-небезпечних речовин посідають нафтопродукти. Втрати нафтопродуктів на автозаправних станціях (АЗС), складах паливно-мастильних матеріалів (ПММ), нафтобазах, підприємствах нафтопереробки офіційно не повинні перевищувати 3% обігу, в дійсності ж вони значно більші [1]. В результаті такого роду явищ практично навколо будь-якого об'єкту, пов'язаного із видобуванням, переробкою, транспортуванням, збереженням, реалізацією нафти і нафтопродуктів, утворюється зона забруднення ґрунтів, підземних вод і атмосферного повітря різноманітними вуглеводнями нафтового ряду. Нафтопродукти важко розкладаються у зв'язку з їх складною хімічною природою, високою стійкістю до дії факторів довкілля (температури, сонячної радіації, вологості тощо), що призводить до токсичної дії на екосистеми [2].

З кожним роком зі збільшення транспортного парку зростає й потреба у паливі. У зв'язку з цим, збільшується й кількість АЗС, які згідно з Постановою Кабінета Міністрів України №142 від 14.02.2001 року занесені до переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку. Втрати бензину під час зберігання його в резервуарах, наливання до залізничних цистерн та бензовозів, заправлення автомобілів на АЗС, перевищують 100 тисяч тонн на рік. Залповий викид легких вуглеводнів під час зливання бензину становить 0,3–0,6% від маси нафтопродуктів, що зливають. Під час зберігання (малого дихання), випаровування становлять 0,1–0,4% від загального об'єму зберігання; середній вміст парів бензину в пароповітряній суміші становить 1–2 кг/м³[3].

Рівень небезпеки паливозаправних об'єктів для довкілля та здоров'я людини може бути різним: від найнезначнішого відхилення від норми до критичного і навіть катастрофічного. У зв'язку з цим, актуальною проблемою є пошук достовірних і надійних шляхів зменшення токсичності полікомпонентного вуглеводневого забруднення.

Моніторинг та запобігання викидів, розливів, випаровування нафтопродуктів на об'єктах нафтопродуктозабезпечення та зниження токсичності продуктів їх згоряння на сьогодні є одним з пріоритетних енергоекологічних науково-прикладних завдань.

З метою вирішення поставлених задач запровадження заходів з підвищення ефективності оцінки впливу на навколишнє середовище проєктів будівництва нових та реконструкції старих АЗС, впровадження системи

екологічного менеджменту, використання методики комплексного аналізу, прогнозування та підтримки рівня екологічної безпеки паливозаправних об'єктів, запровадження нового енергоощадного обладнання, заснованого на запобіганні втратам від випаровування під час зберігання і транспортування, використання широкого спектру сорбентів для поглинання розлитих під час аварій нафтопродуктів тощо.

Першим етапом зменшення токсичності паливозаправних об'єктів є розробка рекомендацій та принципів впровадження системи екологічного моніторингу. Для підвищення рівня екологічної безпеки АЗС та формування спеціальної системи екологічної безпеки об'єктів необхідно вдосконалити процедури виконання оцінки впливу на навколишнє середовище та оцінку ризику для нових об'єктів; сформувавши спеціальну програму моніторингу; посилити вимоги до очисних та ресурсозберігаючих систем; вдосконалити нормативне забезпечення; проводити сертифікацію АЗС на основі їх екологічності [2,4].

12 червня 2002 року Президентом України підписано Розпорядження № 88/2002 про необхідність упровадження на об'єктах нафтогазового комплексу, починаючи з 2004 року, технологій уловлювання й утилізації парів вуглеводнів. У зв'язку з цим, на об'єктах нафтового комплексу повинні бути розроблені та впроваджені способи уловлювання та утилізації парів нафтопродуктів, створені конструкції сховищ, обладнання та апаратури, які знижують виділення та зменшують токсичність забруднюючих речовин для навколишнього середовища [3].

Для зменшення токсичності викидів парів нафтопродуктів, особливо бензинів на об'єктах нафтопродуктозабезпечення, розташованих у межах великих міст, а саме – на АЗС, найбільш ефективним методом є адсорбційні системи уловлювання легких фракцій (СУЛФ). СУЛФ найчастіше ґрунтуються на принципах абсорбції та адсорбції парів. Однак, вони вирізняються високою вартістю, оскільки витрати на їх спорудження й експлуатацію зазвичай перевищують вартість збереженого нафтопродукту, або не забезпечують повної утилізації легких фракцій вуглеводнів. Як адсорбенти у таких технологіях уловлювання легких фракцій автомобільних бензинів використовують здебільшого активоване вугілля різних марок, значно рідше – силікагель. Але у складі парів нафтопродуктів містяться полімеризуючі компоненти, й силікагель, як і усі типи неорганічних адсорбентів, під час експлуатації втрачає активність, до того ж він має високу гідрофобність. Використання ж активованого вугілля вимагає додаткових енерговитрат на регенерацію. Тому дані системи не набули широкого застосування через значні додаткові витрати на регенерацію адсорбенту та на автоматизацію процесу рекуперації [5].

Для зниження викидів парів нафтопродуктів одним з перспективних напрямків є застосування нерівноважних в'язкопружних систем на полімерній основі, які накачуються у резервуар і утворюють на усій поверхні нафтопродукта тонкий шар, який плаває і не дає легким фракціям нафтопродукта випаровуватися, тим самим зменшуючи токсичний вплив останніх на довкілля. Іншим методом вирішення цієї задачі є удосконалення

“дихальної” дренажної апаратури резервуарів шляхом використання газовідвідних систем [6,7] .

Для зменшення токсичності навколишнього середовища в зоні АЗС та підвищення рівня охорони довкілля необхідно заповнювати резервуари до 95–98% для зменшення втрат легких фракцій від випаровування. Необхідно використовувати труби та обладнання в антикорозійному виконанні, організувати цілодобовий контроль за засобами автоматики, за роботою обладнання і показниками приладів. Окрім того, доцільно здійснювати санітарно-гігієнічне опробування і гідро-геохімічні спостереження, виконувати хімічний та бактеріологічний аналізи води у водозабірниках.

На сьогоднішній день за нормативними документами, які діють на території України, дозволяється розташування АЗС безпосередньо в зоні житлової забудови (50 м). Окрім вище перерахованих заходів зменшення викидів забруднюючих речовин, необхідно застосовувати ефективні екологічні методи для зменшення їх токсичності.

Перспективним шляхом, який використовується за кордоном, є метод фітореMediaції. На сьогоднішній день застосовується технологія біоплато, яка характеризується рядом переваг:

- вона є екологічно чистою і моделює природні процеси самоочищення;
- має низькі експлуатаційні витрати;
- технологія не передбачає застосування сорбентів, коагулянтів, штучно культивованих штамів мікроорганізмів – деструкторів;
- біоплато – енергозберігаюча технологія;
- відрізняється простотою будівництва і надійністю експлуатації;
- термін служби очисних споруд без капітального ремонту становить 20-25 років [8,9,10].

Висновки

На підставі аналізу вітчизняних і закордонних наукових праць обґрунтовано дослідження, розробку та комплексне впровадження у практику методів зменшення токсичності паливозаправних об’єктів. На сьогоднішній день серед основних шляхів вирішення поставленої задачі є використання організаційних методів через впровадження систем екологічного моніторингу, ресурсозберігаючих систем, застосування технічних засобів зменшення втрат нафтопродуктів під час зберігання та використання. У світовій практиці розробляють та використовують фіто- технології, які дозволяють без великих енерго та трудовитрат проводити деструкцію вуглеводнів природним шляхом, перспективним є використання технології біоплато (багатоступенева технологія для поетапного очищення від полікомпонентного вуглеводневого забруднення, комплексне використання декількох видів рослин та мікроорганізмів).

Список літератури

1. *Бойченко С.В.* Технологічні основи енергоощадності у процесах транспортування та зберігання моторних палив: Автореф. дис. доктора технічних наук / Національний авіаційний університет. – К., 2004. – 26 с.
2. *Радомська М.М.* Підвищення екологічної безпеки паливозаправних об'єктів: Автореф. дис. кандидата технічних наук / Національний авіаційний університет. – К., 2011. – 23 с.
3. *Свиридов В.А., Бабенко Ю.В.* Недоліки існуючої технології захисту навколишнього середовища під час зберігання нафтопродуктів // Науковий вісник УкрНДПБ. – 2007. – №2. – С.87–92.
4. *Франчук Г.М., М.М. Радомська.* Оцінка забруднення ґрунтів нафтопродуктами внаслідок діяльності автозаправних станцій // Вісник НАУ. – 2009. – №1. – с. 46-49.
5. *Черняк Л.М.* Розроблення технології уловлювання парів бензинів з використанням кремнійорганічних адсорбентів: Автореф. дис. кандидата технічних наук / Національний університет "Львівська політехніка". – Львів, 2009. – 17с.
6. *Беляев А.Ю.* Оценка влияния автозаправочных станций (АЗС) на геологическую среду: моногр. – М.: МГСУ, 2005. – 67 с.
7. *Лукіна В.С.* Вплив викидів автозаправних станцій на стан атмосферного повітря м. Донецьк // Вісник Донецького національного технічного університету. – 2002. – С.603-610.
8. *Соловьев В.И., Кожанова Г.А.* Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв // Мир экологии. – 2004. – № 2. – С. 21–25.
9. *Стольберг В.Ф., Ладыженский В.Н., Спирин А.И.* Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод // Экология доквілля та безпека життєдіяльності. — 2003. №3. — С.32-34.
10. *Диренко А.А., Коцарь Е.М.* Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока // Тезисы докладов международной конференции «AQUATERRA», Санкт-Петербург, 1999. — С. 72-78.

*Т.В. Саєнко, д. пед. н., професор, О. Ю. Осипенко
(Національний авіаційний університет, Україна, м Київ)*

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА - ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК ЕКОБЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Розглянуто перспективи розвитку екологічної освіти в умовах глобальної екологічної кризи та кризи управління. Запропоновано шляхи екологізації дисциплін у вищій технічній школі.

Безпека людини, держави у цілому, стан її довкілля є характеристиками якості життя та розвитку країни. У 1993 р. ЄС затвердив Програму екоменеджмента і аудита (ПЕМА), що передбачала запровадження компаніями, організаціями, навіть релігійними установами, системи екологічного менеджменту, публікацію звітів про їх екологічний стан та заходи, здійснюванні у напрямку збереження довкілля. Для України також постало питання запровадження методів екологічного управління промисловими об'єктами, усіма ланками і структурами господарювання [1, с. 90].

До числа важливих ознак постіндустріального суспільства відноситься роль знань, закладів освіти, де вони генеруються, передаються наступним поколінням, оскільки індустріальний сектор втрачає своє провідне значення під впливом зростаючої технологізації та інформатизації. У 60-х роках ХХ ст. у промисловості було зайнято близько 80% працюючого контингенту населення; нині ця цифра не перевищує 15%. Що стосується сфери культури, навчальних послуг, то на їх долю припадає важлива роль підтримки спадкоємності, стабільності у світі, де масштабні і стрімкі зміни перетворюються у своєрідну норму життя. Процес виробництва зазнає суттєвої трансформації: вплив на навколишнє середовище стає неперервним, що призводить до взаємовпливу і конвергенції різних сфер людської діяльності [2, с. 107].

Посилений розвиток постіндустріального суспільства вимагає, щоб більшість людей мали вищу освіту, оволоділи навичками не лише абстрактно – концептуального мислення, технічними прийомами, вільного спілкування у комп'ютеризованому середовищі, а й глибокими екологічними знаннями, основами екоменеджменту, екополітики, екомоніторингу, екологічного контролю, екологічної експертизи, загалом екологічної культури.

Зарубіжна практика активного запровадження екологічного менеджменту свідчить, що інвестування у екологічну освіту населення значно сприяє управлінню охороною навколишнім середовищем. Зміст вищої освіти на усіх її ступенях повинен спрямовуватись на досягнення основної мети [2, с. 145]: формування гармонічно розвинутої, суспільно-відповідальної, компетентної особистості, тобто забезпечувати:

- професійну підготовку на базі відповідних знань, умінь навичок; зокрема екологічного мислення, свідомості;

- формування світогляду, а з огляду на стан сьогодення навколишнього природного середовища, він повинен бути, без сумніву, екологічним;

- розвиток морально-етичної культури, що передбачає виділення найважливішої її складової – екологічної етики.

Ці завдання можуть бути успішно вирішені за умов вивчення відповідних екологізованих і суто екологічних дисциплін з достатньою кількістю годин на їх засвоєння та практичну підготовку. Ключові компетенції майбутніх фахівців мають визначатись за такими ознаками [2, с.154]:

- щодо людини, як особистості: дотримання норм здорового способу життя; цінності буття, культури; самовдосконалення, саморозвитку, саморегулювання;

- щодо діяльності людини: компетенції соціальної взаємодії і мобільності; пізнавальної діяльності; вирішення нестандартних завдань; наукові дослідження, інтелектуальна діяльність тощо.

Якщо подати ці компетенції як актуальні компетентності, то вони включатимуть характеристики:

- ❖ мотиваційну;
- ❖ когнітивну;
- ❖ діяльнісну;
- ❖ ціннісно-смыслову;
- ❖ емоційно-вольову.

Їх реалізацію забезпечує екологічна освіта - системний, неперервний, комплексний процес формування екологічного світогляду, екологічної культури, розуміння ролі людини у Природі, біосфері, усіх складних і багатofункціональних зв'язків з довкіллям, виховання природоцентричних орієнтирів поведінки, виробничої діяльності. У інформаційному суспільстві, де зростає роль знань, їх якість, екологічна підготовка визначає перспективи успішного переходу до сталого еколого-збалансованого розвитку [3, с. 83].

Складовими екоосвіти, як культурологічного процесу є формальний і неформальний сектори навчання, виховання. Згідно Концепції екологічної освіти України [4, с.5] головним завданням екоосвіти є формування екокультури всіх верств населення; підготовка фахівців з екології та природокористування для усіх галузей економіки, особливо менеджерів, керівників різних рангів управління. Екоосвіта сприяє трансформації суспільства у бік сталого, природоузгодженого розвитку, формуванню поколінь з екокультурою, екоосвідомістю, екомисленням, екоетикою, забезпечує у перспективі процес ноосферогенезу [5, с. 17].

Державні стандарти освіти мають вдосконалюватись у відповідності до вимог часу; паралельно проводитись підвищення кваліфікації й перепідготовка викладачів, керівних кадрів, видання якісної навчальної літератури з екологізованих дисциплін для усіх форм підготовки. Вища екоосвіта завершує формування екокультури фахівців різних напрямів і спеціальностей. Вона є продовженням базової екоосвіти, що забезпечується неперервним навчанням на усіх ланках рамки кваліфікацій [6] з урахуванням потреб держави, регіонів, кожної особистості.

Дипломні (кваліфікаційні) роботи у технічних університетах, зокрема у Національному авіаційному університеті (м. Київ) містять спеціальний розділ з охорони навколишнього середовища, де розглядаються особливості галузевого впливу на довкілля та шляхи екологізації відповідної виробничої діяльності. Особлива увага приділяється дослідженню сучасних вітчизняних екологічних проблем; узгодженню законодавчо-нормативної бази України до міжнародних вимог; запровадженню екоменеджмента й екоаудита. Екологічне управління набуває усе більшого значення як важливий організаційний механізм збалансованого (сталого) розвитку та екобезпеки держави.

Переважає більшість викладачів технічних університетів є, у кращому разі, лише науковими працівниками, а не педагогічними, що призводить до протиріч у їх педагогічній діяльності: для науковця на першому місці є здобуття нового знання, експерименти в лабораторії, а для педагога – аналіз наукової інформації, її систематизація, організація процесу системного засвоєння матеріалу студентами, тобто, простежуються різні цілі: наукового працівника і педагога [7, с. 5].

Результат низького рівня психолого-педагогічної підготовки у вищих технічних навчальних закладах спеціалістів і магістрів призводить до суттєвих упущень у професійній підготовці майбутніх науково-педагогічних працівників – викладачів вищої технічної школи, у напрямі підвищення їх професійно-педагогічної, екологічної компетентності, що вирішує нині широкомасштабні, державні ціннісно-світоглядні завдання розбудови суспільства майбутнього, забезпечення його виробничої та державної складових. Критеріями цих компетентностей є здатність до саморозвитку, постійного вдосконалення майстерності, екологічної етики, мислення, свідомості, що включає знання основ екології, педагогіки, психології, володіння сучасними методами, технологіями навчання, виховання.

Сьогодні еколого-соціо-економічна компетентність передбачає знання причин глобальної екологічної, соціо-економічної криз, варіантів розвитку цивілізації, функціонування екобезпечного, сталого, збалансованого суспільства. Комунікативну компетентність, що включає риторичку, володіння іноземними мовами, ефективними прийомами міжособистісного спілкування, високу професійну, загальну й екологічну культуру, етику, ефективно формують екологічний світогляд, свідомість, екологічне мислення, духовність, національні традиції.

Висновки

Сучасна професійна компетентність випускника вищого технічного навчального закладу має ґрунтуватись на екологічному світогляді, екологічній етиці, культурі, психолого-педагогічних компетенціях, досвіді, що включають постійне вдосконалення особистості, розуміння процесу ноосферогенезу, сценаріїв сталого, збалансованого, екобезпечного розвитку суспільства і держави.

Список літератури

1. Білявський Г.О. Проблеми реалізації в Україні програми ЄЕК ООН «Освіта для екобезпечного (сталого) розвитку» / Г.О. Білявський, Т.В. Саєнко // Екологія і ресурси : зб. наук. праць. – 2007. – вип. 16. – С. 90-97.
2. Інтеграція вищої школи України до європейського та світового освітнього простору // Вища освіта України : теор. та наук.-метод. часопис. – 2012. - № 1. – С. 107; С. 145; С. 154.
3. Саєнко Т.В. Освіта екобезпечного інформаційного суспільства: проблеми і перспективи. – К.: Освіта України, 2008. – 288 с.
4. Концепція екологічної освіти України [затв. рішенням Колегії МОН України від 20.12.2001 р.] // Екологія і ресурси : збірн. наук. праць, 2002. – вип. 4. - С. 5-25.
5. Шевчук В.Я. Ноосферогенез і гармонійний розвиток / В.Я. Шевчук, Г.О. Білявський, Ю.М. Саталкін, В.М. Навроцький. – К.: [б.в.], 2002. – 130 с.
6. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» від 23 листопада 2011 р. № 1341 [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF>
7. Євтух М.Б. Математичне моделювання в психологічних та соціологічних дослідженнях : підручник / М.Б. Євтух, М.С. Кулик, Е.В. Лузік, Т.В. Ільїна. – К.: Інформаційні системи, 2012. – 428 с.

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШВИДКІСТЬ ТА СТУПІНЬ БІОДЕГРАДАЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ

Розглянуто основні фактори, що впливають на процес біодеградації нафтового забруднення, та, відповідно, мають підлягати контролю задля забезпечення максимальних швидкості та ступеню деструкції вуглеводнів нафти.

Проблема виснаження природних ресурсів актуальна для всього світу, в тому числі і України. Найбільш пріоритетним забруднювачем екосистем сучасності є нафта і продукти її переробки (бензин, гас, мазут, масла, асфальтени та ін.), які, потрапляючи у довкілля, змінюють його фізичний і хімічний стан і, як наслідок, порушують природний баланс. Це пов'язано насамперед зі зростанням обсягу технологічних втрат нафти, обумовлених видобутком, транспортуванням і її неналежним зберіганням. Наявні літературні дані по забрудненню навколишнього середовища нафтою і її похідними свідчать про актуальність проблеми очищення та відновлення нафтозабруднених об'єктів довкілля та необхідність дослідження можливості поліпшення існуючих методів очистки [1, 2].

Виділяють такі основні методи очищення нафтового забруднення, як: механічні (збір нафти і нафтопродуктів); термічні (спалювання нафтопродуктів), фізико-хімічні (осадження, флотація), біологічні (мікробіологічне розкладання на місці розливу *in situ* або в спеціальних умовах *ex situ*) [2, 3]. Кожен з цих методів має свої переваги і недоліки. Останнім часом біологічний метод очищення вуглеводневих забруднень, заснований на застосуванні мікроорганізмів - деструкторів нафти і нафтопродуктів, стає пріоритетним при будь-яких кількостях і масштабах забруднення. Він характеризується як найбільш економічний, ефективний і нешкідливий спосіб очищення [4]. Таким чином, вивчення властивостей нафтоокиснюючих мікроорганізмів та факторів, що впливають на них, в аспекті їх застосування для біодеградації нафтових забруднень і біоремедіації нафтовмісних вод, ґрунтів, представляє особливий інтерес.

Існує цілий ряд лімітуючих факторів, що обмежують швидкість та ступінь біодеградації нафтових вуглеводнів [5]. Їх можна умовно класифікувати на фізичні, мікробіологічні параметри та склад компонентного середовища, які відображені в таблиці 1. Проте, необхідно враховувати, що найважливішим фактором залишається загальна здатність мікроорганізмів до росту на вуглеводневому середовищі, яка залежить від комбінації двох чинників: біохімічної взаємодоповнюваності організмів і стійкості до токсичної дії вуглеводнів. Враховуючи характер багатоконпонентних нафтових забруднень, мікроорганізми та їх асоціації повинні мати можливість рости на більшості компонентів забруднюючих речовин і бути стійкими до їх токсичної дії для повної мінералізації нафтопродуктів [6].

Таблиця 1.

Основні параметри, що впливають на процес біодеградації
нафтопродуктів

Група	Параметр	Показник, що підлягає контролю / Оптимальне значення
1	2	3
Фізичні фактори впливу	Температура	Ґрунт – 30-40 °С Прісноводне середовище – 20-30 °С Морське середовище – 15-20 °С [7, 8]
	Вплив факторів фізичного поля	Електричне поле ≈ 10 В/м [9] Ультразвукові коливання ≈ 25 -30 кГц [10]
	Тиск	760 мм. рт. ст. [11]
Компонентний склад середовища	Наявність комплексу необхідних живильних речовин	Наявність нітрогену, фосфору Біологічне споживання кисню: N:P = 100:5:1 [11] Відсутність альтернативного джерела карбону [12]
	Концентрація наявних в середовищі нафтопродуктів	≈ 20 мг/дм ³ [11]
	Структура наявних в середовищі нафтопродуктів	Токсичність, розчинність, леткість, т.д.
	Наявність речовин, що полегшують потрапляння молекул вуглеводнів до мікробної клітини	Наявність гумінових кислот, біосурфактантів
	Кислотність, рН	6-7 [12]
	Доступ кисню (аеробний/анаеробний процес)	3-4 мг кисню/ мг вуглеводнів [4]
Мікробіологічні показники	Наявність необхідних мікробіологічних ферментних систем	Відбір відповідних штамів мікроорганізмів
	Зростання до точки насичення біомаси	Підтримання експоненціальної фази росту
	Мутації та горизонтальне	Періодичний контроль здатності штаму до

1	2	3
	перенесення генів	біодеградації
	Взаємовідносини між мікроорганізмами	Синергізм, антагонізм, конкурування, пригнічення, т.д.

Серед фізичних факторів, температура відіграє найбільш важливу роль у перебігу біодеградації, як і всіх біологічних процесів, за рахунок впливу на фізіологію і різноманітність мікробної флори, а також на фізико-хімічні властивості нафтопродуктів [13]. Так, наприклад, при низьких температурах, в'язкість масел збільшується, в той час як летючість токсичних низькомолекулярних вуглеводнів знижується, стримуючи процес біодеградації. Температура також впливає на розчинність вуглеводнів [14].

Також, серед фізичних факторів впливу потенційно важливу роль з огляду на підвищення ступеню та швидкості біодеградації відіграє вплив ультразвуку. Ряд досліджень доводить позитивний вплив низькочастотного опромінення ультразвуком на швидкість росту біомаси, зокрема для мікроорганізмів-нафтоокиснювачів, таких як *Pseudomonas aureginosa* [10, 15], а отже і на загальну швидкість біодеградації.

Склад компонентного середовища та наявність живильних речовин є важливим параметром для забезпечення успішної біодеградації вуглеводневих забруднюючих речовин [12]. Ключовим аспектом є здатність поживного середовища забезпечити енергетичні потреби мікроорганізмів, тобто потрапляння джерела карбону (вуглеводнів нафти) до мікробної клітини та його подальший метаболізм.

Висновки

Здійснений комплексний аналіз існуючих даних з питання мікробіологічної біодеструкції нафтових вуглеводнів дозволив класифікувати основні біотичні та абіотичні чинники, що справляють вплив на швидкість біорозкладання вуглеводнів у навколишньому природному середовищі. Визначено основні параметри, що мають бути контрольовані та оптимізовані для його інтенсифікації. Серед визначених факторів особливий інтерес складають мікробіологічні (взаємовідносини між мікроорганізмами, метаболічні шляхи деструкції вуглеводнів нафти) та фізичні, зокрема залежність темпів накопичення біомаси та загального ступеня біодеградації від опромінення ультразвуком.

Список літератури

1. Арене В.Ж. Очистка окружающей среды от углеводородных загрязнений / В.Ж. Арене, А.З. Саушин, О.М. Гридин, и др. – М.: Интербук, 1999. - 371 с.
2. Надеин А.Ф. Очистка воды и почвы от нефтезагрязнений / А.Ф. Надеин // Экология и промышленность России. 2001. - №11. - С.24-26.

3. *Петрикевич С.Б.* Оценка углеводородокисляющей активности микроорганизмов / С.Б. Петрикевич, Е.Н. Кобзев, А.Н. Шкидченко // Прикладная биохимия и микробиология. 2003. - Т.39. №1. - С.25-30.

4. *Суржко Л.Ф.* Утилизация нефти в почве и воде микробными клетками / Л.Ф. Суржко, З.И. Финкельштейн, Б.П. Баскунов, М.И. Янкевич, В.И. Яковлев, Л.А. Головлева // Микробиология. 1995. - Т. 64. № 3. - С 393398.

5. *Brusseau M. L.* The impact of physical, chemical and biological factors on biodegradation / Proceedings of the International Conference on Biotechnology for Soil Remediation: Scientific Bases and Practical Applications, R. Serra, Ed., C.I.P.A. S.R.L., Milan, Italy, - 1998, 81–98 p.

6. *Мельников Д.А.* Распределение признаков биодegradации углеводов и оценка технологически важных свойств нефтеокисляющих бактерий: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.23 / Мельников Дмитрий Александрович. – Кр-п, 2005. – 131 с.

7. *Bartha R., Bossert I.* The treatment and disposal of petroleum wastes / Petroleum Microbiology, R. M. Atlas, Ed., Macmillan, New York, - 1984, 553–578 p.

8. *Cooney J. J.* The fate of petroleum pollutants in fresh water ecosystems / Petroleum Microbiology, R. M. Atlas, Ed., Macmillan, New York, - 1984, 399–434 p.

9. *Olszanowski A., Piechowiak K.* The Use of an Electric Field to Enhance Bacterial Movement and Hydrocarbon Biodegradation in Soils: Original Research / Polish J. Environ. Stud. Vol. 15, No. 2, - 2006, 303-309 p.

10. *Pitt William G., Ross S. Aaron.* Ultrasound increases the rate of bacterial cell growth / Biotechnol Prog., Brigham Young University, Provo, 19(3), - 2003, 1038-1044 p.

11. *Федюкіна Д. В., Трохименко Г.Г.* Аналіз чинників, які впливають на мікробіологічну біодеструкцію вуглеводнів нафти / Електронний вісник НУК, №5, - Миколаїв: 2010, 218-223 с.

12. *Boopathy R.* Factors limiting bioremediation technologies: Review paper / Bioresource Technology (74), Nicholls State University, Thibodaux: - 2000, 63-67 p.

13. *Das N., Chandran P.* Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants: An Overview SAGE-Hindawi Access to Research, Biotechnology Research International, Volume 2011, Article ID 941810, 13 pages, doi:10.4061/2011/941810, Review Article,

14. *Foght J. M., Westlake D. W. S., Johnson W. M.* Environmental gasoline-utilizing isolates and clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* are taxonomically indistinguishable by chemotaxonomic and molecular techniques / Microbiology, vol. 142, no. 9, - 1996, 2333–2340 p.

15. *Matsuura K., Hirotsune M., Nunokawa Y.* Acceleration of cell growth and ester formation by ultrasonic wave irradiation / Fermentation Bioeng., 77, - 1994, 36-40 p.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ШУМУ У МЕЖАХ АЕРОПОРТУ ТА ПРИЛЕГЛИХ ЗОНАХ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ

Сучасною тенденцією розвитку авіаційного транспорту є розташування аеропортів у межах або у безпосередній близькості до населених пунктів. Модернізація в Україні існуючої авіаційної інфраструктури, розташованої поблизу зон житлової забудови повітряних суден та збільшення кількості рейсів, пов'язані зі збільшенням негативного впливу на навколишнє середовище.

Дослідження щодо зниження рівнів авіаційного шуму виконується як в Україні, так і за кордоном. Проте експериментальне визначення безпечних зон не завжди можливе та економічно доцільне. Точність методів, побудованих на відповідних розрахунках не завжди задовільна через відсутність прив'язки до конкретного об'єкту. Найбільш доцільним являється метод моделювання акустичного навантаження поблизу та в межах аеропорту з урахуванням специфіки і оточення окремого аеропорту.

Мета роботи. Метою даної доповіді є розробка принципів моделювання поширення шуму у межах аеропорту та прилеглих зонах житлової забудови.

Основні параметри. Для здійснення процесів моделювання, які відбуваються на території, що включає в себе аеропорт та прилеглі території, до вихідних параметрів можна віднести такі: парк літальних апаратів та їх акустичні характеристики для відповідних режимів та етапів зльоту та посадки; номінальні маршрути прильоту та вильоту повітряних суден з урахуванням процедур пілотування і діючих обмежень, що встановлюються інструкцією по проведенню польотів; інтенсивність польотів повітряного транспорту конкретних типів, особливо шумних видів літальних апаратів в денну, вечірню і нічну частину доби; розташування місць випробування для проведення технічного обслуговування двигунів, час випробування двигунів у злітному та номінальному режимах, аеродромні засоби захисту, які застосовують для захисту від шуму (екрани, глушники шуму); розташування населених пунктів в околицях авіапідприємства і чисельність населення, що проживає в них. Вплив на шумову обстановку також залежить від висоти розташування аеродрому, метеорологічних умов та характеру місцевості. Щоб обчислити рівень звуку для кожного польоту повітряного судна і еквівалентних рівнів звуку, в тому числі комбінованих добових рівнів звуку для певної множини польотів, необхідна велика кількість даних, специфічно пов'язаних з акустичними і льотними характеристиками літальних апаратів, тому при дослідженні авіаційного шуму (АШ) використовують дещо спрощені моделі даних. Наприклад, інформація про характеристики шуму, який створюється на місцевості літаками і гелікоптерами при їх льотній та наземній експлуатації за результатами узагальнення даних по шуму при сертифікації,

льотних випробуваннях і експлуатації основних типів повітряних суден представлена в базах даних таких організацій як Міжнародна організація цивільної авіації (ICAO) та Центр екологічної безпеки цивільної авіації. У випадку, якщо інформація по конкретному типу літального апарату відсутня, даний тип літального апарату замінюється найбільш близьким за технічними характеристиками. Загалом, точність методу розрахунку характеристик АШ залежить від того, наскільки точно представлені вихідні дані і наскільки точно модель відповідає умовам розглянутого сценарію в розрахунках. Для цього важливо якомога точніше представити процеси, які відбуваються в аеропорту та використовувати сучасну версію бази даних літальних апаратів ANP (The Aircraft Noise and Performance Database). База даних ANP з використанням стандарту CSV, яка використовується на даний момент для розрахунків на базі програмного забезпечення Фортран, що дає змогу створювати програмні продукти для визначення акустичного забруднення навколишнього середовища в залежності від технічних характеристик літаків та процедур виконання польотів.

Основним завданням зняття замірів та проведення розрахунків є побудова контурів АШ в околицях аеропорту для актуальних та можливих у майбутньому сценаріїв виконання польотів на території авіаційного підприємства. Першим етапом в виконанні розрахунків є визначення рівнів звуку в точках розрахунку. Потім визначається сумарний рівень значень рівнів звуку, а також обчислюється комбінований добовий рівень звуку за весь період спостереження. Після того, як ці дані отримані, визначається рівень звуку в точках розрахункової сітки і створюється їх графічне зображення, як правило, на карті місцевості з розташуванням аеропорту. Значення рівнів звуку чи рівнів дії шуму обчислюються для кожного польоту повітряного судна вздовж встановлених повітряних трас і для кожного випадку випробування двигунів на місцях випробування у вузлах розрахункової сітки, розміри якої визначаються в залежності від мінімальних значень рівнів шуму, для яких виконується побудова контурів.

Розрахунок контуру. Для того, щоб здійснити розрахунок контуру потрібно розраховувати значення рівня звуку в координатній сітці, яка розраховується в горизонтальній площині на рівні злітно-посадкової смуги, перону, місця випробування двигунів. Вісь абсцис направляється вздовж основної злітно-посадкової смуги в напрямку головного курсу зльоту-посадки повітряного судна. Вісь ординат (OZ) розташовується перпендикулярно до неї в горизонтальній площині аеродрому таким чином, що утворюється правостороння система координат, а вісь аплікату (OY) розміщується перпендикулярно до горизонтальної поверхні аеродрому. Початок системи координат повинен бути розміщений в контрольній точці аеродрому. Якщо на аеродромі одно злітно-посадкова смуга, то як правило, контрольна точка розташована в центрі цієї смуги. Точки сітки розташовуються з кроком величиною не більше 1000 м. Для досягнення потрібної точності розрахунку рівнів і контурів шуму в зонах, розташованих близько до злітно-посадкових смуг і маршрутів польоту, зменшують крок розрахункової сітки. Критерієм того, що ми досягли потрібної точності є те, що значення стандартного

відхилення між точками сітки не перевищує 0,5 дБ. Для побудови контуру, використовується інтерполяція відносно обчислених значень у вузлах сітки. Для того, щоб здійснити розрахунок рівню шуму враховується кожна шумова подія, її вплив визначається за допомогою залежності «шум - режим польоту - відстань» і параметрів траєкторії повітряного судна.

Крім аеродинамічних параметрів літака і параметрів роботи двигуна, які можуть бути отримані з бази даних технічних характеристик літальних апаратів, ці рівняння також потребують специфікації ваги літака, кількості двигунів, температури повітря, висоти розташування злітно-посадкової смуги, процедурних кроків для кожного відрізка набору висоти або посадки літака.

Кожен відрізок має класифікуватись як розбіг по злітно-посадковій смузі, набір висоти з постійною швидкістю, набір висоти з прибиранням закрилків, зниження або заключна посадка чи пробіг по злітно-посадковій смузі. Аеродинамічні параметри і коефіцієнти тяг двигунів є адекватними для температур повітря до 43°C, висоти розташування аеродрому до 1220 м і діапазону ваги літака, конкретизованого в базі даних ANP.

Після того, як всі дані уже зібрані, виконується розрахунок максимального рівня шуму для відрізка:

$$L_{\max, \text{ відр}} = L_{\max} (P, d) + \Delta I (\varphi) - \Lambda(\beta, l)$$

В базі даних ANP значення L_{\max} і L_E представлені як функції відстані d розповсюдження хвилі і тяги (потужності) двигунів P . Інші компоненти – поправки для врахування наступних ефектів: $\Delta I (\varphi)$ – ефект установки двигунів (описує зміни поперечного розповсюдження шуму завдяки ефектам екранування та відбивання звуку); $\Lambda(\beta, l)$ – ефект поперечного затухання звуку (істотний для умов розповсюдження звуку при малих кутах падіння хвилі на поверхню землі).

Після порівняння розрахованих характеристик шуму відповідних типів повітряних суден з результатами замірів (рис. 1) проводиться коректування, що може повторюватись до досягнення результатів, які узгоджуються з експериментальними показниками.

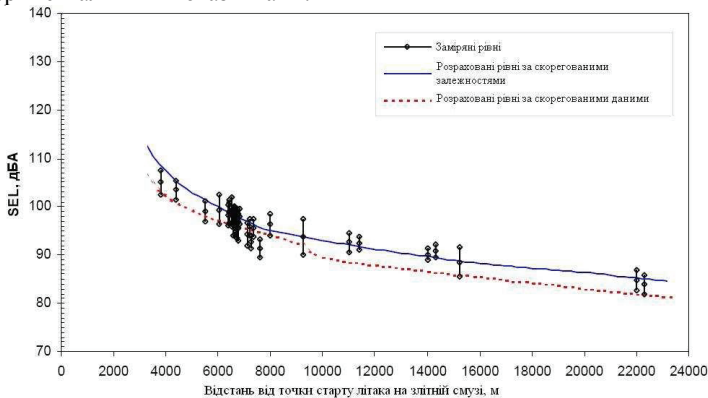


Рис. 1. Порівняння заміряних рівнів впливу шуму розрахованих за вихідними і скорегованими залежностями.

Максимальний рівень шуму L_{\max} визначається, як найбільше серед значень $L_{\max, \text{відр}}$:

$$L_{\max} = \max(L_{\max, \text{відр}})$$

Рівень впливу (експозиції) шуму L_E обчислюється, як енергетична сума вкладів $L_{E, \text{відр}}$ кожного суттєвого відрізка профілю польоту:

$$L_E = 10 * \lg \left(\sum 10^{\frac{L_{E, \text{відр}}}{10}} \right)$$

Після того, як всі розрахунки виконані і побудовано профілі впливу та максимального рівня шуму, можна побудувати контури шуму (рис. 2).

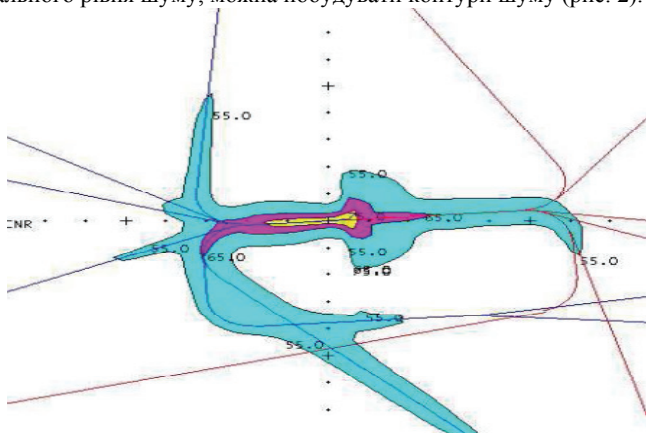


Рис. 2. Результати розрахунків представлені в графічному вигляді.

Висновки

Розрахунок контурів рівня звуку для аеропорту, що проводиться у всіх напрямках виходу з злітної смуги / заходу на посадку / для денного і нічного часу доби, дозволяє розрахувати вплив шуму на навколишнє середовище, здійснювати грамотне планування графіку і траєкторій польотів. Це дозволить знизити шкідливий вплив шуму на навколишнє середовище. Отримані результати придатні для планування житлової забудови аеропортів з урахуванням перспектив їх розвитку.

Список літератури

1. Токарев В.И. Снижение шума при эксплуатации пассажирских самолётов / В.И.Токарев, А.И.Запорожец, В.В.Страховес. – К.: Техника, 1990. – 127 с.
2. Коновалова О.В. Особенности проектирования аэропорту с учётом экологических критериев за шумом / О.В.Коновалова // Вісник НАУ. – 2004. – Вип.3. – с.111 – 115.
3. Картышев О.А. Метод расчета контуров авиационного шума / О.А. Картышев, А.И. Запорожец. – М.: ГосНИИГА, 2008. – 42 с. УДК 656.61: 681.

*Т.П. Кашарина, докт., техн., наук (Южно-Российский государственный
технический университет (НПИ), Россия, Новочеркасск)*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ГОРОДА НОВОЧЕРКАССКА

*В данной статье рассматриваются вопросы экологической инфраструктуры
города Новочеркаска, схемы зонирования и организация буферных зон, права и
обязанности его жителей и экологическая безопасность*

Город Новочеркасск находится на холме. В центре расположен Вознесенский Кафедральный собор, являющийся третьим по величине в России. От него по радиальной системе отходят улицы, на которых располагаются старинные и современные памятники архитектуры, парки, скверы и аллеи, что особенно украшает его. Вокруг города протекают реки бассейна Дон: Тузлов, Аксай, Грушевка.

Развитие экологической среды города включает в себя производственную и социальную инфраструктуры, обеспечивающей среду жизни населения. В настоящее время все компоненты городских ландшафтов существенно преобразованы и загрязнены в результате техногенной урбанизации, поэтому Новочеркасск до сих пор входит в десятку самых загрязненных городов России, хотя на сегодняшний день закрыты ряд предприятий и заводов, загрязняющих окружающий ландшафт. И поселения, и предприятия, транспортные системы и сельскохозяйственные территории могут располагаться непосредственно среди естественной природы, хотя обычно человек старается жить недалеко от места работы, поэтому поселения включают в себя все производственные объекты. Исторически сложившиеся и выросшие предприятия часто расположены в черте города, среди жилой застройки, хотя иногда они перепрофилируются или выводятся из него. Так на примере нашего города Новочеркаска, за последние несколько лет были закрыты такие заводы, находящиеся в черте города: станкостроительный (пр. Ермака), Химический (пр. Ермака), Кирпичный (ул. Кирпичная), заводы (по производству молочной продукции, синтетических продуктов) и т.д. Не на полную мощность работают предприятия по производству магнитов и электродов. Известны случаи расположения относительно «чистых» предприятий непосредственно рядом с сельскохозяйственными угодьями и природой. Идеальным было бы зонирование территорий в городе и вокруг него таким образом, чтобы постепенно, по мере удаления от города, среда становилась чище, поэтому необходимо «наиболее грязные производства» перепрофилировать или выводить в дальнюю среду жизни. Для этого предложена пространственная структура экологического каркаса расселения, что соответствует экологизации города Инфраструктура г. Новочеркаска частично соответствует этому каркасу.

Буферными зонами, на которые возложены задачи переработки городских загрязнений и поддержания экологического равновесия, являются поля и дачные товарищества. Размеры необходимых зон условны, они не учитывают множество функций, возлагаемых на природу вблизи города и влияние ряда разнообразных факторов, таких как время года, ландшафт, степень загрязненности и т.д. Следует отметить отсутствие лесных массивов, т.е. I природы.

Идея экологического зонирования территорий города и прилегающих к нему природных ландшафтов, создания зеленых “зон”, на которые возложены задачи переработки городских загрязнений и поддержания экологического равновесия, не до конца проработана и не полностью экологична.

Недостаточно принимается во внимание, что в зимнее время естественные ландшафты практически не способны к абсорбции загрязнений, они только концентрируют эти загрязнения без переработки, чему способствуют три городских свалки, а открытый завод по переработки мусора занимается, в основном, его пакетированием. В конце весны и в начале лета природа испытывает таким образом «антропогенный удар» накопленных загрязнений. Поэтому, по крайней мере, в некоторые периоды года, установившееся ранее экологическое равновесие нарушается, природа начинает отступать. И только (в конце летнего периода), если в состоянии экологического равновесия между городом и природной средой заложены определенные резервы (большие площади высокопродуктивных ландшафтов, наличие рядом с городом бассейна Азовского моря или реки Дон, постоянное продувание города ветрами и пр.) и природная среда высокопродуктивна, природа снова может восстановиться. Но при сильном накопленном, аккумулированном техногенном воздействии, природа может и не восстановиться.

Для поддержания экологической безопасности г. Новочеркасска следует разработать экологические обязанности и права жителей его.

Экологические обязанности жителей:

- здоровая личная жизнь в гармонии с собой и природой;
 - сохранение экологически обоснованной части природы земли в естественном состоянии, природой страны, города;
 - экологическое восстановление ранее загрязненных и разрушенных ландшафтов и всех его компонентов;
 - поддержание биоэкологического разнообразия;
 - экологизация широкого круга потребностей, в т.ч. потребных ресурсов;
 - сохранение невозобновимых ресурсов для последующих поколений;
- недопущение загрязнений природной среды;
- активное участие в создании красивых, здоровых, озелененных городов и жилья;
 - решение всех конфликтов путем переговоров без воин, перенос конфликтов в другие области (соревнования);
 - недопущение жесткого вмешательства в природу.

Экологические права жителей:

- право на здоровую, красивую, разнообразную естественную природу земли и её естественные ресурсы, здоровую и безопасную среду города и поселений, право на мирную жизнь;
- право на естественные, чистые и биоразнообразные компоненты ландшафта: воду, воздух, почву, флору, фауну;
- право на естественное рождение, на семью, этическое воспитание и образование;
- право на экологичный, красивый и здоровый район, дом, квартиру, качество и размер жилья;
- право на экологичную пищу, хорошее здравоохранение, на экологический и этический труд во имя блага земли;
- право на занятие искусством, спортом, право на развитие способностей в соответствии с естественной целью жизни;
- право на доступ к экологической инфраструктуре, на участие в принятии решений по созданию здоровых городов и планеты.

Выводы

Для соблюдения экологической безопасности города необходимо: сокращать и удалять от «спальных» районов промышленные производства, создавать буферные зоны не только из «второй» природы (сады, огороды, парки), но и приближаться к «первой» природе, а также заниматься воспитанием подрастающего поколения, т.е. выполнять обязанности и права жителей городов.

Список литературы

1. Кашарина Т.П. Экологическая инфраструктура в строительстве - Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2010.
2. Хомич В.А. Экология городской среды - М. : Издательство АСВ, 2006.

НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ АВІАТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Розглянуто дію авіатранспорту на компоненти довкілля, можливі методи захисту атмосфери, водних ресурсів, а також населення від шуму. Висунуті пропозиції щодо розв'язання екологічних проблем цивільної авіації.

Повітряний транспорт має великий вплив на атмосферу Землі. Особливості впливу повітряних суден на довкілля пов'язані, по-перше, з тим, що сучасний парк літаків та гелікоптерів має газотурбінні двигуни. Літаки з поршневими двигунами залишилися лише у сільськогосподарській та спортивній авіації, а також у невеликій кількості дельтапланів та екранольотів. Навіть у США, де близько 200 тисяч приватних літаків з ДВЗ, вони потребують лише 5-6% палива, споживаного авіацією. По-друге, газотурбінні двигуни працюють на авіакеросині, хімічний склад якого дещо відрізняється від автомобільного бензину та дизельного палива кращою якістю з меншим вмістом сірки та механічних домішок. По-третє, головна маса відпрацьованих газів викидається повітряними суднами безпосередньо у повітряному просторі на відносно великій висоті, при високій швидкості та турбулентному потоці, і лише невелика частка – у безпосередній близькості від аеропортів та населених пунктів. Загальний викид токсичних речовин повітряними апаратами може бути приблизно оцінений об'ємом споживаного авіацією палива, котрий складає десь 4% від загальних витрат палива усіма видами транспорту. Таким чином, частка забруднень авіатранспортом відносно невелика, і до того ж токсичні речовини розсіюються в межах великих просторів.

Основними компонентами, які забруднюють довкілля, є: окис вуглецю, неспалені вуглеводні, окиси азоту та сажа. На режимах холостого ходу та при русі по рулівних доріжках, при заході на посадку у відпрацьованих газах суттєво збільшується вміст окису вуглецю і вуглеводів, але при цьому зменшується кількість окису азоту. В режимі сталого польоту, коли двигуни працюють без перевантаження на 35-50% своєї потужності з оптимальними параметрами, вміст окису вуглецю та вуглеводів зменшується, але збільшуються викиди окисів азоту. Найбільші викиди сажі та димлення відбуваються при зльоті та наборі висоти, коли двигуни працюють з перевантаженням в 1,1-1,2 рази відносно своєї номінальної потужності і, як правило, на збагаченій паливній суміші.

Експлуатація літаків великого тоннажу з потужними турбореактивними і турбогвинтовими двигунами, збільшення інтенсивності їх польотів, зростання парку і розширення сфери застосування цивільних вертольотів призводять до значної "зашумленості" околиць аеропортів і територій під повітряними трасами. Авіаційний шум робить істотний вплив на шумовий режим території в околицях аеропортів, який залежить від напрямку злітно- посадкових смуг і

трас польотів літаків, інтенсивності польотів протягом доби, сезонів року, від типів літаків, що базуються на даному аеродромі, та інших факторів. При цілодобовій інтенсивній експлуатації аеропортів рівні звуку на житловій території досягають в денний час 80 дБа і в нічний час – 78 дБа, максимальні рівні коливаються від 92 до 108 дБа. У деяких містах по рівнях створюваного шуму і загальної площі зашумленості території перше місце серед усіх джерел шуму займає повітряний транспорт.

Неухильне зростання обсягів перевезень повітряним транспортом призводить до забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння авіаційних палив. У середньому один реактивний літак, споживаючи протягом 1 год 15 т палива і 625 т повітря, випускає в навколишнє середовище 46, 8 т діоксиду вуглецю, 18 т парів води, 635 кг оксиду вуглецю, 635 кг оксидів азоту, 15 кг оксидів сірки, 2, 2 кг твердих частинок. Середня тривалість перебування цих речовин в атмосфері становить приблизно 2 роки.

Найбільше забруднення навколишнього середовища відбувається в зоні аеропортів під час посадки і зльоту літаків, а також під час прогріву їх двигунів. При роботі двигунів на зльоті та посадці в навколишнє середовище надходить найбільша кількість оксиду вуглецю і вуглеводневих сполук, а в процесі польоту - максимальна кількість оксидів азоту. Літаку не потрібно нескінченних стрічок дороги, як автомобілю, хоча аеропорти, злітно-посадочні смуги займають чималі земельні площі. Ці види транспорту беруть активну участь у забрудненні атмосфери і в марнотратному витрачанні кисню. Реактивному лайнеру, який вчиняє трансатлантичний переліт, потрібно від 50 до 100 т цього газу. Концентрація шкідливих складових відпрацьованих газів авіадвигунів в повітрі та швидкість їх поширення по території аеропорту в значній мірі залежить від метеорологічних умов. При цьому найбільш виразно простежується вплив напрямку і швидкості вітру. Інші фактори - температура і вологість повітря, сонячна радіація - хоча і впливає на концентрацію забруднювачів, однак цей вплив виражено менш яскраво і має складнішу залежність. Оцінка сумарної кількості основних забруднювачів, що надходять у повітряне середовище контрольованої зони аеропорту цивільної авіації в результаті його виробничої діяльності (без врахування забруднення повітря спец автотранспортом та іншими наземними джерелами), показує, що на площі близько 4 км² виділяється в атмосферу за 1 добу від 1000 до 1500 кг оксиду вуглецю, 300 - 500 кг вуглеводневих сполук і 50 - 8 - кг оксидів азоту. Така кількість шкідливих речовин, при несприятливому поєднанні метеорологічних умов може призводити до підвищення їх концентрацій до значних величин. При надзвичайних і аварійних ситуаціях літаки змушені зливати в повітрі зайве паливо для зменшення посадочної маси. Кількість палива, яка зливається літаком за 1 раз, коливається від 1 - 2 тис. до 50 тис. літрів. Частина палива, що випарувалася розсіюється в атмосфері без небезпечних наслідків, однак, та частина, яка не випарувалася досягає поверхні землі і водою і може викликати сильні місцеві забруднення. При польоті в нижніх шарах стратосфери двигуни надзвукових літаків виділяють оксиди азоту, що веде до окислення озону. У стратосфері відбувається інтенсивна взаємодія сонячних променів з молекулами кисню. У результаті

молекули розпадаються на окремі атоми, а ті, приєднуючись до збереженим молекулам кисню, утворюють озон. Область підвищеної концентрації озону, так звана озоносфера, яка припадає на висоти 20 - 25 км, відіграє дуже важливу роль для Землі. Поглинаючи майже всю ультрафіолетову радіацію, озон, тим самим, охороняє живі організми від загибелі.

Поблизу аеропортів відбувається забруднення підземних вод нафтопродуктами в основному за рахунок витоків рідкого палива при заправці літаків, а також за рахунок технічних помилок при його транспортуванні і зберіганні. При зльоті і посадці літака в атмосферу виділяється певна кількість рідких і газоподібних продуктів згоряння палива, які осідають поблизу злітної смуги і накопичуються в ґрунті. Вуглеводні нафти мають здатність проникати на значну глибину. Так, у тріщинуватих породах авіаційний гас за 5 місяців проникає на глибину більше 700 м. Найбільш ефективним методом захисту підземних вод від забруднення нафтопродуктами є проведення попереджувальних заходів, в тому числі буріння свердловин для контролю за якістю вод.

Зменшення кількості шкідливих викидів можна досягнути при підвищенні економічності двигунів, а отже – зменшенні кількості відпрацьованих газів. Скорочення витрат палива, а від цього – і викидів токсичних речовин досягається також удосконаленням методів експлуатації літаків, а саме: підвищенням ступеня заповнення літаків корисним вантажем, зменшенням пробігу літаків на аеродромах під тягою власних двигунів за рахунок буксирування їх тягачами на злітну смугу, а також за рахунок розташування аеропортів на значній відстані від міст.

Пошук нових, більш “чистих” палив приводить дослідників до висновку, що найбільш перспективним паливом може бути водень і так звані кріогенні палива. До екзотичних повітряних апаратів можна віднести літаки з електродвигунами, дирижаблі, повітряні кулі, дельтаплани, екранольоти та інші рідкісні технічні рішення. Більш успішним є використання для живлення тягових електродвигунів сонячних батарей, розміщених на поверхні крил та фюзеляжі (рис 1).



Рис. 1. Екологічний авіатранспорт. Літак на сонячних батареях

Такий літак може знаходитися в повітрі стільки, скільки сонячні промені його освітлюють У цьому випадку зліт літака здійснюється за рахунок накопиченої

енергії, а підтримання в польоті відбувається за рахунок енергії, яка надходить від сонячного випромінювання. Перевага їх полягає в тому, що паливо використовується тільки для переміщення повітряного апарата, а підтримання його в повітрі досягається за рахунок архімедових сил. Ці проекти розроблені в Росії, Норвегії, Канаді. Принцип роботи екранольотів полягає у створенні пружної повітряної хвилі, яка утворюється між крилом екранольота та поверхнею землі або води. При цьому підйомна сила значно збільшується і вантажопідйомність апарата покращується. Екранольоти рухаються над поверхнею на висоті до 50 м та на відносно невеликих швидкостях. Вони можуть мати велику вантажопідйомність і найчастіше використовуються над водною поверхнею. Але більшість цих рішень є експериментальною і сьогодні практично не впливає на екологію, хоча катастрофи з цими апаратами можуть мати вплив на довкілля.

Для розв'язання екологічних проблем цивільної авіації насамперед слід розробити:

- принципи та методи захисту повітря від забруднення двигунами повітряних суден;
- принципи та методи захисту від електромагнітних полів радіочастот аеропортів;
- технології захисту ґрунтів та води від забруднення стоками аеропортів;
- оптимізаційні схеми керування повітряним рухом на трасі, в зоні аеропортів з урахуванням екологічного стану довкілля;
- методи кількісної інтегральної оцінки екологічного стану підприємств авіаційного транспорту.

Висновки

Проведені дослідження показали, що за умов раціонального використання авіатранспорту можна досягнути оптимальних наслідків його дії на навколишнє середовище. Контроль за станом, правильна експлуатація, а також пошук нових альтернативних джерел палива, все це є запорукою збереження нашої планети.

Список літератури

1. БЕЗПЕКА АВІАЦІЇ(Київ, Техніка, 2004 р.- 584 с.)
2. Екологія - Васюкова Г.Т., О.І. Грошева
3. Франчук Г.М., Ісаєнко В.М. Екологія, авіація і космос

S.O. Khrypko (student)
(National aviation university, Kyiv)

DEMANDS FOR THE CREATION OF TRANSPORT COMPLEXES FOR THE IMPROVING OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Transport is one of the most important elements of the economic system of each country. In modern times, the role and importance of transportation in interstate traffic grows. Air travel become more popular years and the consumption of this type of transport are increased, correspondently the level of emission is rising up. This problem is actual for today and should be solved.

For the improving transport systems in airport it should be provided additional transports (railway station) and regulation of it.

Transport system should be considered as a system combining transport infrastructure (railways, railway stations, sea and airports), transport companies, own vehicles (trains, cars, ships, river boats, aircraft) and control systems. It consists of hubs, which are complex transportation devices in the junction point of several modes that perform together the operations of transit, local and urban freight and passengers. Transport system also should be provided by transport nodes this is another system that has a set of transport processes and tools for their implementation in the field of joining of two or more transmission modes. For example the major transport nodes of Ukraine are: Kharkiv, Kyiv, and Odessa. Major crossings are always major cities.

Air transport has advantages over other modes of transport in the speed of delivery of cargo and passengers. The possibility of a transportation from airport to any town or city should be established by the country for which airport belongs. So, it must be considered as big transport complex – this is a combination of interrelated spatial modes, which interact to meet fully the needs of social economy and the population in the transport of goods and passengers. It includes also a set of routes, vehicles, management and communication facilities, various technical equipment to ensure that all modes of transport operate successfully. The spatial dependence of various transport networks of the territorial organization of the productive forces affect the territorial organization of transport as a whole and its individual components in particular. This effect is manifested in the existence of the primary forms of spatial concentration of transport - transport hubs and stations.

Aircraft - convenient and fast mode of transport. Today, many people want to save their time and therefore give preference to this type of transport. Therefore, there is a problem with the traffic already in place, because the airport has to provide passenger transport, which will allow getting close to the city of destination. From Boryspil can get close by taxi or by bus to Kyiv or to another city. But if compare this with other airport one can see how the problem is solved at transportation of passengers and thereby how to reduce environment pollution.

Airport is an important part of the air transport system, as the airport is a

conditional branch of air operation mode - terrestrial part of functioning of air transport. Therefore, one of the important requirements of air transport is to increase the efficiency of airports. The problem of efficient operation of airports is one of the most important for civil aviation system in Ukraine. To research the features and identify the trends at transport and passenger transport terminals is particularly important for improving the efficiency of the transport sector. To ensure the efficient operation of airports it is important to have a powerful and easy transport infrastructure with a reliable transport sector, which provides an ability to reach the airport quickly and easily, and most importantly, without prejudice to the environment .

For example Heathrow airport is easily accessible from nearby London and the South East, and all over the UK by both private and public transport. Taxis are a wast, hassle-free and convenient way to get to the airport. There are over 600 taxi companies serving Heathrow airport and the surrounding areas, many of which specialize in airport taxis and can offer great rates. Heathrow Express trains is the fastest way from Heathrow to central London. Their non-stop trains speed from terminal to city center in just 15 minutes. Experienced airport infrastructure transfers passengers in the easy way, with departures every 15 minutes. Heathrow has three stations on London Underground's.

Schiphol, Amsterdam’s airport, is located 18km (11mi) southwest of the city. The airport includes a train station. Trains to and from Amsterdam Central Station run every 10-15 minutes. Some 15 major hotels in Amsterdam are served by bus. Stops along the way bring passengers within walking distance of many Amsterdam hotels. Amsterdam’s taxis are among the most expensive in Europe.

The Kiev Boryspil airport is well connected with Kiev city by bus and taxi.

Table 1

Comparison of transport from or to airport

Type of public transport	Name of airport				
	Borispyl (Ukraine)	Schiphol, (Netherlands)	Heathrow (England)	Frankfurt (Germany)	Tel Aviv (Israel)
Railway	-	+	+	+	+
Bus	+	+	+	+	+
Taxi	+	+	+	+	+
Underground	-	-	+	-	-

From the table follows that Borispol airport needs to be improved by the way of construction of railway station. It will give a profitable results because the amount of pollutants will be decreased and road will be not uploaded. Also passengers will have a possibility of comfortable and quickly transport from the airport to Kyiv or in other needed town.

Also such kind of construction will decrease a negative impact on the environment and on using of local resources. Environmental problems which have arisen in connection with the operation of the transport system in Ukraine, is the

result of not only the individual modes of transport, but also of other sectors of the economy. It is, above all, the existing structure and construction vehicles, coverage and quality of the exploitation of operation paths. Transportation causes a number of environmental problems which conditionally can be possibly grouped into several features (by the main areas of interaction with the environment). Transport is a large producer of fuel source pollution, one of the sources of noise, it removes agricultural land under roads and fixed structures, cause injury or even death to people and animals.

Over the last decade, every five years, the number of air used for combustion of fuel in cars doubles. It is estimated that if all the exhaust pipes of cars that "run" the streets of Kyiv connect to each other, it would be a terrible formation of crater with diameter of 25 m, from which is erupts some 110 tons of harmful emissions annually. The situation gets worse by the fact that automobile emissions are concentrated in the atmospheric boundary layer - it is in the area of our breath. In addition, domestic cars are more environmentally "dirty" to compare with many Western models they spend more fuel per 100 kilometers, so there are also hot air pollutants. Many foreign cars that infest our streets have already worn out engines and pollute the air so much. So far we have mainly used extremely harmful leaded gasoline, which pollutes the air with lead. Engines for vehicles are often poorly regulated, so their exhaust contains a lot of CO, soot and more [3].

Network of roads and railways has large areas of land that could be used rationally for growing crops or forests. For making even the simplest road width of 4 m per 2.5 km of the road should be cut 1 hectare of forest. Road embankment is often subjected by groundwater flooding and has water logging surrounding areas. By uniqueness of soils in Ukraine exists a particularly acute problem of removal of land for transportation facilities. In Ukraine, public transport facilities occupy about 600 hectares. In addition, under departmental transport routes there are more than 600 hectares of land. More than 60% of the land under the buildings are owned by railways transportation.

Noise from vehicles is a major problem in cities in many regions. Noise by 30 decibels reduces physical performance and by 60 decibels- mental work. Up to 80% of all industrial noise is created by road transport. Close to highway noise is 70-75, and at airports can exceed 120 decibels.

Aviation is also one of the spheres of the contamination of the environment. Well known is that aviation is currently using two fuels: aviation gasoline and jet fuel. But the analysis of air pollution can not only to consider emissions of burning jet fuel. The structure of civil aircraft is flying vehicles that can be classified as follows: helicopters, general aviation aircraft, aircraft for local lines, mainline aircraft. Trunk planes use more than 86% of the total fuel used in the world for Ukraine this figure is much higher. Experience shows that quantitative emission of pollutants is proportional to the amount of fuel used. Thus, the main effect of estimated emissions on the environment; can be carried out using emission factors specifically for this class of aircraft engines.

Analysis of the quantitative and qualitative components of emissions allowed has three most important ones: carbon monoxide (CO), hydrocarbons (CnHm), nitrogen oxides (NOx). Quantitative characteristic of emission reductions

is an index that shows how many grams of harmful substances is released during the combustion of one kilogram of fuel. Indexes of emissions depend on the type and design of aircraft engines, as well as on the mode of their work. Today, in the framework of the ICAO Environmental Protection in Air Transport processes is created a unified database of aircraft engine emissions, which indicated indices emission of pollutants in different modes, for all motors used in international civil aviation [1].

At present there is no consensus on the impact of emissions on the ozone layer. This view is confirmed by the numerical analysis of the literature and relevant conference proceedings ICAO. Perhaps in the future this issue will be solved (this is a special commission dealing ICAO), and one will be able to evaluate the impact of civil aviation on the environment with greater accuracy.

The noise generated by aircraft noise is produced by its engines and airframe aerodynamic noise. Noise impact is characterized by sound level, measured in decibels (dB). ICAO works on the study of noise on humans have shown that the effect depends on itself not to the level of noise, but also of the frequency at which these levels arise. The maximum capacity and efficiency of the airport is only achieved by ensuring an appropriate balance between the need for runways, passenger and cargo terminals [2].

Conclusions.

Transport is one of the basic branches of the national economy, that have major influence on the environment and on the human health, effective functioning of which is essential for ensuring a defense and protection of economic interests state, enhance living standards. Today the transport sector in a whole meets the needs of the national economy and the population in traffic, but the level of safety, quality and efficiency of passenger and cargo transportation, energy efficiency, anthropogenic impact on the environment do not correspond to modern requirements. That is why it should be introduced and provided a new solving of this problem and make the using of transport more safely and profitably for people and for the environment as a whole.

References

1. Международная организация гражданской авиации. Руководство по проектированию аэропортов Часть 2. Использование земельных участков и контроль над окружающей средой / Международная организация гражданской авиации – ИКАО 2002. – 286.
2. Международная организация гражданской авиации. Каталог публикаций ИКАО / Международная организация гражданской авиации – ИКАО 2013. – 115.
3. Кабінет Міністрів України. Транспортна стратегія України 2011-2020 / Кабінет Міністрів України. 2001. — 23.