

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# **Сучасні технології в промисловому виробництві**

Матеріали  
Всеукраїнської міжвузівської  
науково-технічної конференції  
(Суми, 19 – 23 квітня 2010 року)

ЧАСТИНА ІІІ

*Конференція присвячена Дню науки в Україні*

Суми «Видавництво СумДУ» 2010

УДК 001.891

С91

Редакційна колегія:

відповідальний редактор – кандидат технічних наук, доцент  
О.Г. Гусак; заступник відповідального редактора – кандидат  
технічних наук, доцент В.Г. Євтухов

Члени редакційної колегії:

кандидат технічних наук, доцент А.Ф. Будник; кандидат  
технічних наук, доцент С.М. Ванєєв; кандидат технічних наук,  
професор А.О. Євтушенко; доктор технічних наук, професор  
В.О. Залога; кандидат технічних наук, професор І.Б. Карінцев;  
кандидат хімічних наук, доцент С.Ю. Лебедєв; доктор технічних  
наук, професор В.А. Марцинковський; доктор технічних наук,  
професор Л.Д. Пляцук; доктор технічних наук, професор В.І.  
Склабінський; кандидат фізико-математичних наук, доцент В.О.  
Ячменьов

**Сучасні технології в промисловому виробництві:**  
матеріали Всеукраїнської міжвузівської науково-  
технічної конференції: у трьох частинах, - м. Суми,  
19–23 квітня 2010 р./редкол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов –  
Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – Ч. III. - 185 с.

**УДК 001.891**

До збірника увійшли тези та матеріали доповідей, в яких наведені результати наукових досліджень студентів, аспірантів та молодих вчених України. Збірник може бути корисним викладачам, аспірантам і студентам ВНЗ, а також інженерам галузей загального та хімічного машинобудування.

© Видавництво СумДУ, 2010

## ***Шановні пані та панове!***

Деканат та кафедри факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету запрошують Вас взяти участь у роботі Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції «Сучасні технології в промисловому виробництві», яка присвячена Дню науки в Україні.

Конференція відбудеться з 19 по 23 квітня 2010 року.

Час та місце роботи секцій, які цікавлять Вас, наведені у програмі.

Адреса університету: 40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2.

Телефон для довідок 33-10-24.

## ***Відкриття конференції***

19 квітня 2010 р.

Початок о 12<sup>50</sup>, ауд. ЕТ 228.

Програма і завдання конференції. Розповсюдження тез доповідей по секціях.

Голова оргкомітету

проф. Черноус А.М.

## ***Робота по секціях***

### **СЕКЦІЯ «ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ ТА ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ»**

Голова – проф. А.О.Євтушенко

Секретар – доц. О.С. Ігнат'єв

20 квітня 2010р.

Початок: 10<sup>00</sup>-13<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup>-17<sup>00</sup>, ауд.Б-110.

1. Перспективи використання осьових насосів для артезіанського водопостачання.

Доп.: Гусак О.Г., доцент, Демченко О.А., аспірант,  
Каплун І.П., ст. викладач, СумДУ, Суми.

2. Дослідження динамічних характеристик роторів шахтних турбонасосних агрегатів підвищеної продуктивності з комбінованими опірно-ущільнюючими вузлами.

Доп.: Зубахін О.М., асистент,  
Карпенко В.Ф., студент, СумДУ, Суми.

3. Аналіз методик проектування проточних частин осьових насосів.

Доп.: Демченко О.А., аспірант, Каплун І.П., ст. викладач,  
Красуля А.С., студент, СумДУ, Суми.

4. Гидродинамический способ очистки жидкости от твердых включений как метод защиты динамических насосов от абразивного износа.

Докл.: Кобизский Д.С., аспірант,  
Ковалев И.А., профессор, СумГУ, Сумы.

5. Особливості кавітаційних характеристик гідродинамічних насосів.  
Доп.: Котенко О.І., доцент,  
Ніколаєнко Л.М., студент, СумДУ, Суми.
6. Конструктивні схеми дискових насосів.  
Доп.: Котенко О.І., доцент,  
Стеценко О.О., студент, СумДУ, Суми.
7. Применение комбинированных подводов в динамических насосах – перспективный путь улучшения их технико-экономических показателей.  
Докл.: Евтушенко А.А., профессор,  
Карапузова М.В., аспирант,  
Найда М.В., студент, СумГУ, Сумы.
8. Проблемы динамики и прочности высокооборотных насосных агрегатов.  
Докл.: Гулый А.Н., доцент,  
Поклад А.А., аспирант, СумГУ, Сумы.
9. Определение оптимальной окружной скорости рабочего колеса струйно-реактивной турбины.  
Докл.: Бережной А.С., аспирант,  
Ванеев С.М., доцент, СумГУ, Сумы.
10. Модернізація експериментального стенду по дослідженні робочого процесу високо обертових динамічних насосів на високов'язких рідинах.  
Доп.: Антоненко С.С., доцент, Безрук В.М., студент,  
Колісніченко Е.В., ст. викладач, СумДУ, Суми.
11. Дослідження роботи динамічних насосів з комбінованим робочим процесом.  
Доп.: Антоненко С.С., доцент,  
Колісніченко Е.В., ст. викладач,  
Найда М.В., студент, СумДУ, Суми.
12. Методи боротьби з пульсаціями шляхом використання резонатора Гельмгольца.  
Доп.: Ігнат'єв О.С., доцент,  
Низовий І.А., студент, СумДУ, Суми.
13. Критичний погляд на основні диференціальні рівняння гідростатики (рівняння Ейлера).  
Доп.: Ковальов І.О., професор,  
Назаров М.С., студент, СумДУ, Суми.

14. Аналіз гіпотез робочого процесу вільно вихрових насосів.  
Доп.: Герман В.Ф., доцент,  
Скоробагатько С.Ю., студент, СумДУ, Суми.
15. Математична модель вібраційного гідравлічного приводу пресу для утилізації відходів деревообробних підприємств.  
Доп.: Дубінський В.В., ст. викладач,  
Кулініч С.П., доцент,  
Чуйко В.П., студент, СумДУ, Суми.
16. Задача создания автономной гидродинамической насосной установки для очистки водохранилищ от иловых обложений.  
Докл.: Евтушенко А.А., профессор,  
Панченко В.А., ассистент,  
Халаджадех С.М., аспирант, СумГУ, Сумы.
17. О резервах повышения КПД лопастной системы типа НР.  
Докл.: Гусак А.Г., доцент, Евтушенко А.А., профессор,  
Панченко В.А., ассистент, СумГУ, Сумы.
18. Шляхи зменшення енергоспоживання насосним обладнанням.  
Доп.: Ковальов І.О., професор,  
Ратушний О.В., студент, СумДУ, Суми.
19. Дослідження гідравлічного опору при нестационарних режимах течії.  
Доп.: Євтушенко А.О., професор,  
Овчаренко М.С., аспірант,  
Папченко А.А., доцент, СумДУ, Суми.
20. Розробка та дослідження роторного гомогенізатора для підвищення якостей рідинних середовищ харчових технологій.  
Доп.: Євтушенко А.О., професор, Ковальов С.О., аспірант,  
Коломієць В.В., студент, Овчаренко М.С., аспірант,  
Папченко А.А., доцент, СумДУ, Суми.
21. Алгоритм створення багатофункціональних агрегатів.  
Доп.: Євтушенко А.О., професор,  
Ковальов С.О., аспірант, Овчаренко М.С., аспірант,  
Папченко А.А., доцент, СумДУ, Суми.
22. Дослідження енергетичних характеристик комбінованого відцентрово-доцентрового ступеню.  
Доп.: Ковальов І.О., професор,  
Казнієнко Д.В., аспірант, СумДУ, Суми.

23. Математична модель розрахунку характеристик конусного упорного підшипника ковзання на підставі гідродинамічної теорії.

Доп.: Шевченко І.Д., доцент,  
Горлова К.В., студент, НУК, Миколаїв.

**СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ»  
КАФЕДРА «ПРИКЛАДНА ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА**

Голова – проф. А.О.Євтушенко  
Секретар – доц. О.С.Ігнат'єв

20 квітня 2010р.

Початок: 10<sup>00</sup>-13<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup>-17<sup>00</sup>, ауд. Б-110.

1. Аналіз роботи системи подачі стоків з території міста Суми до очисних споруд.

Доп.: Гапич Л.В., аспірант,  
Сотник М.І., доцент, СумДУ, Суми.

2. Аналіз ефективності споживання енергоносіїв загальноосвітньою школою.

Доп.: Мандрика А.С., доцент, Ромась А.А., студент,  
Сапожніков С.В., доцент, СумДУ, Суми.

3. Енергетичне обстеження систем енергопостачання бюджетної установи.

Доп.: Мандрика А.С., доцент, Сапожніков С.В., доцент,  
Талан О.С., студент, СумДУ, Суми.

4. Зимовий сад: енергозбереження+економіка+екологія.

Доп.: Бугрій Т.О., студент, Пікуза І.М., студент,  
Суміна О.М., доцент,  
Ткачук Ю.Я., доцент, СумДУ, Суми.

5. Методика визначення енергетики повітряних потоків, що йдуть від рухомого міського транспорту.

Доп.: Романенко Н.В., студент, Ткачук Ю.Я., доцент,  
Целікова Ю.В., студент, СумДУ, Суми.

6. Енергозбереження при експлуатації насосних агрегатів в системі водопостачання ЖКГ.

Доп.: Хованський С.О., асистент, СумДУ, Суми.

7. Зимовий сад на підприємстві «АС-ПОЛІГРАФ».

Доп.: Богданович В.С., студент, Суміна О.М., доцент,  
Ткачук Ю.Я., доцент, СумДУ, Суми.

8. Перспективи створення регульованої системи водопостачання на сумській біофабриці.

Доп.: Коваленко Т.С., студент,  
Ткачук Ю.Я., доцент, СумДУ, Суми.

9. Наближений опис швидкості руху транспортних засобів у місті для енергетичної оцінки супутніх повітряних потоків.

Доп.: Ткачук Ю.Я. доцент, СумДУ, Суми.

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»

Голова – доц. С.М. Ванєєв  
Секретар – асист. В.М. Козін

21 квітня 2010 р.

Початок о 10-00, ауд. Б 205.

1. Система автономного холодопостачання камери-притулку для шахтарів.

Доп.: Тимченко А.А., студент,  
Арсеньєв В.М., професор, СумДУ, Суми.

2. Математичне моделювання робочого процесу рідинно-парового ежектора, що працює в режимі вакуумування.

Доп.: Арсенєв В.М., професор,  
Шарапов С.О., аспірант,  
Прокопов М.Г., асистент, СумДУ, Суми.

3. Методика проектування змінних проточних частин відцентрових компресорів.

Доп.: Білик Я.І., студент, Калінкевич М.В., доцент,  
Калашніков А.М., ст. викладач, СумДУ, Суми.

4. Дослідження об'ємних характеристик пластинчастого компресора (ПРК) з радіальними пластинами.

Доп.: Грибиніченко М.С., студент,  
Вертепов Ю.М., доцент, СумДУ, Суми.

5. Теплохолодоенергетичний агрегат на базі авіаційного двигуна НК-16СТ.

Доп.: Романенко О.І., студент,  
Курилов А.Ф., доцент, СумДУ, Суми.

6. Проектування радіально-осьових каналів турбокомпресорів.

Доп.: Скорик А.В., студент,  
Калінкевич М.В., доцент, СумДУ, Суми;  
Гавриченко І.В., інженер,  
ВАТ «СМ НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми.



7. Дослідження течії в'язкого газу у безлопатевих дифузорах відцентрових компресорів.

Доп.: Щербаков О.М., студент,  
Калінкевич М.В., Ігнатенко В.М., доценти,  
СумДУ, Суми.

8. Вибір та оптимізація елементів конструкції холодильного компресора СОГ-4 КС «Ямбургська» за допомогою комп'ютерного 3D моделювання.

Доп.: Безпалько Я.С., Жуков С.А., Обухов О.А.,  
Тимофеев В.В., інженери-конструктори,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми.

9. Застосування параметричного моделювання для розробки робочої документації циліндрових груп I, II, III ступенів компресора «4ГМ10–48/2–57С».

Доп.: Беков О.А., інженер-конструктор II к.,  
Либенко В.О., Туренко М.А., інженери-  
конструктори III к.,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми

10. Термодинамічний та динамічний аналіз поршневих компресорів при наявності резонансних коливань газу у всмоктуючій системі.

Доп.: Рутковський Ю.О., професор,  
«ДонДТУ» м. Алчевськ;  
Найчук В.В., Телик О.М., інженери-конструктори,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми.

11. Уточнена методика розрахунку динамічних характеристик системи вакуумного охолодження.

Доп.: Мелейчук С.С., доцент, Арсенєв В.М., професор,  
Пономаренко Д.М, студент,  
Левченко Д.О., асистент, СумДУ, Суми.

12. Дослідження течії газу у високовитратних відцентрових компресорних ступенях за допомогою програмного комплексу FlowVision.

Доп.: Мелейчук А.С., студент,  
Ванєєв С. М., Мелейчук С.С., доценти,  
СумДУ, Суми.

13. Оптимізація вхідного регулюючого апарату з використанням програмного комплексу FlowVision.

Доп.: Юрко І.В., студент,  
Бондаренко Г.А., професор, СумДУ, Суми.

**СЕКЦИЯ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ»  
КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ**

Голова – доц. С.М. Ванеєв  
Секретар – асист. В.М. Козін

21 квітня 2010 р.

Початок о 10<sup>00</sup>, ауд. Б 205.

1. Вплив характеристик відцентрового компресора на ефективність ГПА з газотурбінним приводом.

Доп.: Тертишний І.М., студент, СумДУ, Суми.

2. Енергоефективність понижуючого термотрансформатора на базі СТК у режимі холодильної машини.

Доп.: Проценко М.І., аспірант,  
Арсеньєв В.М., професор, СумДУ, Суми.

3. Двокаскадний тепловий насос на базі шахтного водовідливу.

Доп.: Кузяков К.В., студент СумДУ, Суми.

4. Розробка турбогенератора потужністю 500 кВт на базі вихрової турбіни.

Доп.: Листопад О. В., Тертишний І.М., студенти,  
Ванеєв С. М., доцент СумДУ, Суми.

5. Екстракція даних для теплоенергетичного інтегрування процесу поділу ШФЛВ на центральній газофракціонуючій установці.

Доп.: Ульєв Л.М., професор, Болдирєв С. А., доцент,  
Полівода К.В., студентка, НТУ «ХПІ», Харків.

6. Ефективність використання надлишків технологічного кисню для економії палива на металургічному заводі.

Доп.: Гупало Є.В., доцент,  
Пономаренко Д.С., Романько В.В., студенти,  
НМетАУ, Дніпропетровськ.

7. Економія природного газу на заводі з повним металургічним циклом.

Доп.: Гупало Е.В., доцент, Пономаренко Д.С.,  
Романько В.В., студенти,  
НМетАУ, Дніпропетровськ.

8. Теплообмінне обладнання компресорних агрегатів та установок з газотурбінним приводом номенклатури ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе».

Доп.: Смірнов А.В., Татарінов В.М., Сидоренко А.В.,  
Лазоренко Р.А., інженери-конструктори,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми.

9. Подовження ресурсу використання масел в турбомашиних.

Доп.: Овчаренко С.Ю., Немченко В.О.,  
інженери-конструктори,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми.

10. Дослідження шляхів підвищення ефективності паротурбінної установки пентанового циклу ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе».

Доп.: Підлужний А.О., Устименко В.В., студенти,  
Козін В.М., Левченко Д.О., асистенти,  
СумДУ, Суми.

11. Техніко-економічний аналіз показників системи опалення на базі теплонасосної установки.

Доп.: Ляшко О.О., студент, Мелейчук С.С., доцент,  
Арсеньєв В.М., професор, СумДУ, Суми.

12. Діагностика процесу дистиляції бензолу.

Доп.: Ульянов Л.М., професор, Болдирев С. А., доцент,  
Васильєв М. А., студент, НТУ «ХП», Харків.

## **СЕКЦІЯ «ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»**

Голова секції – проф. Л.Д. Пляцук

Секретар – ст. викл. І.О. Трунова

22 квітня 2010 р.

Початок о 10<sup>30</sup>, ауд. Ц-204.

1. Проблема сміття - проблема екологічної свідомості населення.

Доп.: Трунова І.О., ст. викладач, Додотченко М., студент,  
СумДУ, Суми.

2. Позитивні та негативні аспекти використання пластику.

Доп.: Трунова І.О., ст. викладач, Кононова О.О., студент,  
СумДУ, Суми.

3. Проблема пестицидів в Україні та Сумській області.

Доп.: Аверкова О.Є., доцент, Лапоног К.С., студент,  
Калашник Я.І., студент, Грива І.В., студент,  
СумДУ, Суми.

4. Автомобили с гибридным двигателем – решение проблемы качества атмосферного воздуха городов.

Докл.: Ефименко В.В., студент, Андриенко Н.И., ассистент, СумГУ, Сумы.

5. Забезпечення необхідного екологічного ризику від точкового джерела шляхом мінімізації маси викидів.

Доп.: Фалько В.В., пров. фахівець, Зінченко В.Ю., студент, СумДУ, Суми.

6. Об одном случае оценки экологического риска для человека от площадного источника выбросов.

Докл.: Долодаренко В.А., доцент,  
ПГАСиА, Днепропетровск;  
Токовенко А.В., магистр,  
НУК им. Адмирала Макарова, Николаев;  
Фалько В.В., вед. специалист, СумГУ, Сумы.

7. Воздействие радиации на организм человека.

Докл.: Мельник Е.С., ассистент, Зимин М.А., студент, СумГУ, Сумы.

8. Штучне лісовідновлення як перспектива відтворення лісів.

Доп.: Яхненко О.М, асистент, Подлужний Д.М, студент, СумДУ, Суми.

9. Порівняльний аналіз стану травматизму виробничого і невиробничого характеру в Україні та його соціально-економічні наслідки.

Доп.: Денисенко А.Ф., доцент, Ліннік Ю.В., студент,  
Ткаченко Г.В., студент, СумДУ, Суми.

10. Харчування за змінених умов довкілля.

Доп.: Матюшенко І.Ю., студент, Андрієнко Н.І., асистент, СумДУ, Суми.

11. Побутове доочищення питної води.

Доп.: Гурець Л.Л, доцент, Гурець І.М., студент, СумДУ, Суми.

12. Екологічні аспекти використання харчових добавок в продуктах харчування.

Доп.: Назаренко Л., студент, Шевченко С.М., доцент, СумДУ, Суми.

13. Ризик як фактор регулювання екологічної безпеки.

Доп.: Рибалов О.О., доцент, Горяева Ю.О., студентка,  
СумДУ, Суми.

14. Системний екологічний аналіз компонентів екологічного простору як об'єкту моніторингу.

Доп.: Рибалов О.О., доцент, Додотченко М.С., студент,  
Калашнік Ю.У., студент, Фалько А.С., студент,  
Ященко А.П., студент, СумДУ, Суми.

15. Системно-структурні складові невизначеності інформаційного забезпечення екологізації суспільства.

Доп.: Рибалов О.О., доцент, СумДУ, Суми.

16. Система моніторингу і система екологічної інформації.

Доп.: Бурла О.А., асистент, Черноног К.В, студент,  
СумДУ, Суми.

17. Паспортизація пилу двоокису титану на ВАТ «Суміхімпром».

Доп.: Козій І.С., асистент, СумДУ, Суми.

18. Екологічна безпека автомобілів та автомобільних газонакопичувальних компресорних станцій (АГНКС) на відповідність міжнародних стандартів.

Доп.: Гладка Л.А., доцент, Казнієнко А.В., студентка,  
СумДУ, Суми.

19. Сертификация как форма гарантии оптимальных результатов по охране окружающей среды.

Докл.: Гладка Л.А., доцент, Демиденко В.В., студентка,  
СумГУ, Сумы.

20. Вплив водного транспорту на якість біосфери та методи зменшення його негативної дії на довкілля.

Доп.: Щербак А.С., студент, Будьоний О.П., доцент,  
СумДУ, Суми.

21. Очистка воды от загрязнений. Сравнение методов.

Докл.: Щербак А.С., студентка, Буденный А.П. доцент,  
СумГУ, Сумы.

22. ГМО в продуктах питания.

Докл.: Шоломий С. Ю., студент; Яхненко Е. Н., ассистент,  
СумГУ, Сумы.

23. Екологічні проблеми міст Центрального Донбасу.  
Доп.: Ільченко Т.А, учениця, Зелена О.В., вчитель,  
міський ліцей, Дмитрів, Донецька обл.
24. Аналіз екологічних ризиків технологій знешкодження та переробки відпрацьованих кислотних розчинів.  
Доп.: Матухно О.В., асистент НМетАУ, Дніпропетровськ.
25. Використання полі ферментної композиції для підготовки лляної мички при безсилікатному відбілюванні.  
Доп.: Голованова Л.В., аспірант,  
Скропишева О.В., доцент, ХНТУ, Херсон.
26. Оцінка безпечності технологій виробництва біодизельного палива.  
Доп.: Дворник Н.В., студентка, НУБіП України, м. Київ.
27. Ефективність використання вторинних енергоресурсів в процесах розпилювального сушіння.  
Доп.: Дубовкіна І.О., аспірант ІТТФ НАНУ, Київ.
28. Аналіз ефективності применення альтернативних залізо-содержащих матеріалів при производстве стали.  
Докл.: Стовпченко А.П., професор,  
Камкіна Л.В., професор, Перескока В.В., аспірант,  
НМетАУ, Днепропетровск.
29. Енергозберігаюча та екобезпечна система аспірації повітроочищення в деревообробній промисловості.  
Доп.: Климаш Р.Р., аспірант НЛТУ України, Львів.
30. Застосування шламів виробництва титан діоксину для отримання будівельних матеріалів.  
Доп.: Мараховська О.Ю., доцент,  
Павленко О.В., ст. викладач, ШІ СумДУ, Шостка;  
Круглова Н.О., аспірант, СумДУ, Суми;  
Платоненко Г.В., студент, ШІ СумДУ, Шостка.
31. Особливості підготовки студентів до участі в олімпіадах з безпеки виробництва.  
Доп.: Латишева М.М., професор,  
Павленко Т.С., ст. викладач,  
Твердохлебова Н.Є., асистент, НТУ «ХП», Харків.

32. Інтенсифікація процесу фарбування активними фарбниками.  
Доп.: Нагорна Т. В., аспірант, Кондратюк Л. М., аспірант, Нестерова Л.О., доцент, ХНТУ, Херсон.
33. Екобезпечна ресурсозберігаюча технологія вилучення свинцю з брухту свинцево-кислотних акумуляторів.  
Доп.: Назарова В.В., асистент, Сердюк О.І., професор, ДонНАБА, Макіївка.
34. Еколого-технологічна характеристика дизельного біопалива.  
Доп.: Пальоха І.В., студентка, НУБіП України, Київ.
35. Оценка влияния на окружающую среду пыли электрофильтров дуговой сталеплавильной печи.  
Докл.: Перескока В.В., аспірант, Щеглова І.С., доцент, Чинчаева В.П., ст. преподаватель, Стомба Я.В., асистент, НМетАУ, Днепропетровск.
36. Ресурсозберігаючий метод стабілізаційної обробки промислової води в оборотних системах водопостачання.  
Доп.: Щеглова І.С., доцент, НМетАУ, Дніпропетровськ.
37. Закономірності розвитку зсувних процесів на автомобільних дорогах у гірській місцевості.  
Доп.: Угненко Є.Б., професор, Тимченко О.М., аспірант, ХНАДУ, Харків.
38. Екологічні проблеми будівництва обходів населених пунктів.  
Доп.: Угненко Є.Б., професор, Ужвієва О.М., асистент, ХНАДУ, Харків.
39. Аналіз сучасних підходів до моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері.  
Доп.: Бойко В.В., аспірант, Пляцук Л.Д., професор, СумДУ, Суми.
40. Анализ факторов влияющих на загрязнение атмосферы в городе.  
Докл.: Нитка Р.В., аспірант, Пляцук Л.Д., професор, СумГУ, Сумы.
41. Аналіз перспектив переробки осадів стічних вод в енергетичних цілях.  
Доп.: Пляцук Л.Д., професор, Черниш Е. Ю., студент, СумДУ, Суми.

42. Влияние добавок на сроки схватывания гипсового теста, приготовленного из фосфогипсового вяжущего.

Докл.: Вакал С.В., директор, Карпович Э.А., нач. отдела, ГосНИИ «МИНДИП», Сумы;  
Сидоренко Р.В., аспирант, Аблеев А.Г., студент, СумГУ, Сумы.

43. Сучасний радіаційний стан Сумської області.

Доп.: Васькін Р.А., доцент, Васькіна І.В., асистент,  
Будко Ю.М., студент, СумДУ, Суми.

44. Підвищення ефективності систем очищення стічних вод від механічних домішок за допомогою самоочишуваних гідродинамічних фільтрів.

Доп.: Соляник В.О., доцент, Васькін Р.А., доцент,  
Гапич К.С., студент, СумДУ, Суми.

45. Магнітна очистка в системі оборотного водопостачання теплоенергетичного комплексу.

Доп.: Пляцук Л.Д., професор, Рой І.О., студент,  
СумДУ, Суми.

46. Аналіз проблеми виробництва та споживання генетично модифікованих продуктів в Україні.

Доп.: Білопільська О.О., студентка,  
Денисенко А.Ф., доцент, СумДУ, Суми.

47. Еколого-економічні аспекти утилізації твердих побутових відходів в Україні.

Доп.: Боронос Д.В., студент, Денисенко А.Ф., доцент,  
СумДУ, Суми.

48. Возможные способы утилизации и ликвидации отходов бурения и нефтедобычи.

Докл.: Дроздова О.С., зав. лабораторией, СумГУ, Сумы.

49. Современные проблемы р. Псел в пределах г. Сумы – заиливание и загрязнение.

Докл.: Тюленева В.А., доцент, Коновалова Н.А., студент,  
СумГУ, Сумы.



**ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ ТА  
ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ**

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ОСЬОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ АРТЕЗІАНСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

### PERSPECTIVES OF USAGE AXIAL-FLOW PUMPS FOR THE ARTESIAN WATER SUPPLY

*Гусак О.Г., доцент, Демченко О.А., аспірантка,  
Каплун І.П., ст. викладач, СумДУ, Суми*

*Gusak A.G., associate professor, Demchenko O.A., postgraduate student,  
Kaplun I.P., lecturer, SumSU, Sumy*

Сьогодні проблема постачання питної води надзвичайно гостро постала не тільки у нашій країні, але й в усьому світі. Однією з причин незадовільної якості питної води є значне забруднення поверхневих водойм. Використання підземних вод з артезіанських свердловин стає все більш перспективним завдяки максимальній наближеності до споживача, зручності облаштування та експлуатації водозаборів, чистоти видобутої води і економічності у порівнянні з відкритими поверхневими водозаборами. За деякими оцінками в загальному об'ємі водопостачання в Україні вода із свердловин займає зараз близько 32%, в майбутньому, ця частка, очевидно, буде тільки збільшуватися.

На даний час для підйому води зі свердловин українські водоканали використовують переважно насоси типу ЕЦВ вітчизняного виробництва. Розроблені у другій половині минулого століття, конструкції даних насосів застаріли, і, у поєднанні з невисокою якістю виготовлення та використанням дешевих малостійких матеріалів для зниження ціни, створюють ряд проблем при експлуатації. Найбільш гострими є проблеми невисокого ресурсу, низької ефективності та значного падіння показників насосу під час експлуатації.

Застосування осьових насосів для артезіанського водопостачання має ряд переваг: їх проточні частини мають високий гідравлічний ККД (на рівні 87-90%), при заданих параметрах вони забезпечують найбільш просту та компактну конструкцію, що особливо актуально в обмежених умовах свердловини, осьові проточні частини технологічніші за відцентрові при серійному ливарному виробництві і дозволяють широко використовувати корозійностійкі матеріали, що, у свою чергу, дозволяє значно підвищити ресурс насосу. При зносі осьових робочих коліс осьове зусилля (яке є одним з основних руйнуючих факторів для насосів типу ЕЦВ) не зростає, як у відцентрових машинах, а зменшується, що, з однієї сторони, дозволяє значно підвищити ресурс опорного вузла та насосу в цілому, а з іншої – уникнути підвищеного споживання електроенергії. Та вочевидь, вирішальною перевагою використання осьових робочих органів у свердловинних насосах для водопостачання є те, що вони надають можливість різко (в 1,5 - 2 рази) підвищити подачу насосу у порівнянні з існуючими конструкціями.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОТОРІВ  
ШАХТНИХ ТУРБОНАСОСНИХ АГРЕГАТІВ ПІДВИЩЕНОЇ  
ПРОДУКТИВНОСТІ З КОМБІНОВАНИМИ ОПІРНО-УЩІЛЬНЮЮЧИМИ  
ВУЗЛАМИ

STUDY OF THE DYNAMIC FEATURES ROTOR MINE TURBOPUMP  
UNITS OF HIGH CAPACITY WITH MULTIFUNCTION SUPPORTING-  
SEALING NODES

*Зубахін О.М., асистент, Карпенко В.Ф., студент, СумДУ, Суми*  
*Zubakhin O.M., assistant, Karpenko V.F., student, SumSU, Sumy*

Досить актуальним питанням, котре потребує оптимального вирішення, є підтримка необхідного рівня води в горизонтальних виробках відпрацьованих шахт. Це робиться з метою запобігання підтопленню сусідніх працюючих шахт, а також житлових зон. Відкачування води потрібно проводити досить тривалий час, а саме від 7 до 15 років, в залежності від місцевих географічних та геологічних особливостей.

До існуючих способів відкачування відносяться: водовідлив за допомогою ерліфтних установок; за допомогою «сухого» способу встановлення ЦНСів; а також за допомогою занурювальних електронасосних агрегатів типу ЕЦВ. Перелічені вище способи мають ряд недоліків основні з яких: - низький ККД ерліфтних підійомників; - досить витратна експлуатація ЦНСів у виробках, оскільки передбачає доступ обслуговуючого персоналу; - особливо витратна операція демонтажу ЕЦВ зі стволу шахти.

Більш надійним і менш енерговитратним є спосіб організації водовідливу при використанні занурювальних турбонасосних агрегатів, котрі приводяться в рух від силового насоса розташованого на поверхні землі біля гирла стволу шахти. Цей спосіб має ряд переваг: - більш надійна робота агрегату у порівнянні з ЕЦВ; - застосування підшипників ковзання, котрі відразу виконують функції безконтактних ущільнень; - можливість регулювання частоти обертання ротора.

Використання турбінного приводу не обмежує швидкість обертання ротора. Застосування швидкості обертання рівну 9000 об/хв. дозволяє значно зменшити габаритні розміри агрегату і в цілому зменшити його металоємність. Але при таких частотах обертання є проблема забезпечення задовільного вібраційного стану насоса. Значний вплив на динамічні параметри ротору безпосередньо впливають сили, що виникають в шпаринних ущільненнях. Таким чином, шпаринні ущільнення виконують функції гідростатичних радіальних опор, що дозволяє відмовитись від спеціальних опорних вузлів, тим самим повисить надійність роботи і ресурсу установки.

За допомогою створення математичної моделі ротора були отримані амплітудно-частотні характеристики і форми коливань ротора. Проаналізувавши результати можна стверджувати, що експлуатація ТНА є можливою

# АНАЛІЗ МЕТОДИК ПРОЕКТУВАННЯ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН ОСЬОВИХ НАСОСІВ

## ANALYSIS OF DESIGN METHODS OF AXIAL IMPELLERS

*Демченко О.А., аспірантка, Каплун І.П., ст. викладач,  
Красуля А.С., студентка, СумДУ, Суми  
Demchenko O.A., postgraduate student, Kaplun I.P., lecturer,  
Krasulya A.S., student, SumSU, Sumy*

В останні роки в багатьох галузях зростають обсяги використання осьових насосів. Ці насоси застосовуються у хімічній, нафтохімічній, харчовій промисловості, в очисних технологіях (у якості рециркуляційних насосів), у складі дренажних установок, для подачі охолоджуючої води на електростанціях, на бортах суден, в установках для опріснення морської води, тощо. Умовно осьові насоси можна поділити за значенням коефіцієнта швидкохідності на наступні групи: з підвищеним ( $n_s=1000\div 3000$  та більше), середнім ( $n_s=700\div 1000$ ), низьким ( $n_s=400\div 700$ ) та наднизьким ( $n_s=200\div 400$ ).

Розглядаючи існуючі методики проектування осьових робочих органів можливо виділити декілька основних. По-перше, це метод підйомних сил, в основі якого лежить вибір профілю гратки за потрібним коефіцієнтом підйомної сили. По-друге, це метод Вознесенського-Пекіна, який базується на складанні плоскопаралельного незбуреного потоку рідини з потоком, створеним вихорами, стоками тощо. В якості третьої можливо розглядати двовимірну теорію, створену Д.Я. Сухановим, В.І. Богдановським, А.С. Єрьоміною та їх учнями, у відповідності до якої лопать колеса розбивається на циліндричні перерізи та задається нерівномірний розподіл по радіусу осьових швидкостей та циркуляції. Крім того існує методика Проскури, яка ґрунтується на теорії профілю. Відома також методика, запропонована американськими вченими, що передбачає розрахунок лопаті при відсутності закрутки потоку на вході та постійному коефіцієнту витрат на вході і приросту енергії по усім радіусам.

Розглянуті методики проектування осьових робочих органів дають прийнятно точні результати лише при значеннях коефіцієнту швидкохідності в області 700 – 1000. Відомі спроби створення лопатевих систем осьових насосів підвищеної швидкохідності на основі методики проектування насосів середньої швидкохідності. Але при випробовуваннях дійсний напір, виявляється меншим, ніж прийнятий при проектуванні. Ця різниця з ростом швидкохідності зростає і при  $n_s > 2000$  стає рівною приблизно 30-40%, що вимагає уточнення методики. Логічним виглядає припущення, що при проектуванні осьових робочих коліс низької та наднизької швидкохідності ми зіткнемося з подібною проблемою. Тому ймовірно базові положення розглянутих методик потребують уточнення і для низьких коефіцієнтів швидкохідності.

# ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТИ ОТ ТВЕРДЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ КАК МЕТОД ЗАЩИТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ НАСОСОВ ОТ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА

## HYDRODYNAMIC METHOD OF LIQUID PURIFICATION FROM HARD PARTICLES FOR MEANS OF DYNAMIC PUMPS WEAR FREE OPERATION

*Кобызский Д.С., аспирант, Ковалев И.А., профессор, СумГУ, Сумы*

*Kobyzskiy D.S., postgraduate student, Kovalyov I.A., professor, SumSU, Sumy*

Проблема абразивного износа при перекачивании жидкостей с твердыми частицами всегда была крайне актуальной для производителей насосного оборудования. Как насосы, специально предназначенные для перекачивания загрязненных жидкостей, так и насосы, страдающие от вредного воздействия непредусмотренных включений в перекачиваемой среде, выходят из строя вследствие абразивного износа внутренних поверхностей корпусных деталей, рабочих колес, уплотнений, разгрузочных устройств и т.п. Вредному воздействию абразивных частиц одинаково подвержены насосы различных отраслей: насосы для систем повышения пластового давления, насосы для добычи и транспорта сырой нефти и нефтепродуктов, погружные насосы, шламовые насосы, насосы для угольной и горнорудной промышленности, насосы для откачки сточных вод, канализационные насосы, насосы для различного рода загрязненных жидкостей. При этом технико-экономическими последствиями износа выступают:

- перерасход электроэнергии вследствие ухудшения характеристик насоса;
- значительные затраты труда и материалов на проведение ремонтных работ по устранению износа;
- недовыработка продукции в случае остановки технологического процесса.

Производители и эксплуатационники насосного оборудования вынуждены направить мощнейший научный и производственный потенциал современных инструментов и технологий для разработки и организации различных методов защиты от гидроабразивного износа. Существующие методы защиты от гидроабразивного износа можно разделить на три категории, с точки зрения принципиального подхода к решению проблемы: *активные* (применение рабочих колес со специальной формой меридианного сечения и лопастной системы; переход на рабочие колеса открытого и полукрытого типа; использование канальных рабочих колес; снижение

частоты вращения ротора насоса); *пассивные* (подбор износостойких материалов; применение наплавов; гуммирование; нанесение защитных полимерных покрытий); *режимные* (эксплуатация насоса в диапазоне подач, соответствующем минимальной интенсивности гидроабразивного износа). Все эти методы требуют существенных материальных затрат и значительно повышают стоимость насосного оборудования.

Принципиально другим подходом к решению выше описанной проблемы могут быть мероприятия, направленные на более эффективную очистку перекачиваемой среды от механических примесей. Очевидно, применяемые сегодня фильтрующие устройства не обеспечивают достаточной очистки перекачиваемой среды. В этой связи, обращают на себя внимания альтернативные методы очистки, основанные на создании соответственной гидродинамики потока, которая обеспечивает необходимую степень очистки жидкости. Основной идеей подобных методов есть полезное использование поведения твердых частиц, вовлеченных во вращательное движение. Важно отметить, что такие мероприятия могут быть применимы на разных этапах по ходу следования жидкости через насос: на входе в насос, перед щелевыми уплотнениями, перед разгрузочным устройством, на линии подачи охлаждающей воды и т.п.

Одним из наиболее ярких примеров успешного применения подобного метода очистки жидкости от механических примесей можно назвать гидроциклоны производства ОАО “Сумский завод “Насосэнергомап”. Гидроциклоны предназначены для очистки нефти, подаваемой из напорной части насоса на охлаждение пары трения торцового уплотнения, от твердых частиц, находящихся в перекачиваемой нефти. Учитывая положительный результат подконтрольной эксплуатации этих устройств, они уверенно завоевали место в комплектации нефтяных насосных агрегатов, и пользуются большим доверием эксплуатационных организаций.

Безусловно, степень допустимого влияния на гидродинамику потока с целью очистки от механических примесей ограничена. При определении этой допустимой степени необходимо решать оптимизационную задачу сохранения показателей эффективности, виброненадежности и достижения требуемого результата очистки перекачиваемой среды.

Таким образом, идея очистки жидкости, перекачиваемой динамическими насосами, от механических примесей путем воздействия на гидродинамику потока является крайне актуальной и перспективной на сегодняшний день, однако ее реализация потребует решения комплексной оптимизационной задачи.

## ОСОБЛИВОСТІ КАВІТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОДИНАМІЧНИХ НАСОСІВ

### CAVITATION DESCRIPTIONS FEATURES OF HYDRODYNAMIC PUMPS

*Котенко О.І., доцент, Николаєнко Л.М., студентка, СумДУ, Суми*

*Kotenko O.I., associate professor, Nikolaenko L.M., student,  
SumSU, Sumy*

Виникнення та розвиток кавітації в гідродинамічних насосах є наслідком зменшення абсолютного тиску в потоці рідини.

У відцентрових насосах початок кавітації спостерігається в робочому колесі (РК). При обтіканні вхідних кромek лопатей робочого колеса у зв'язку з відхиленням потоку та появою відцентрових сил значно знижується тиск, що приводить до виникнення і розвитку кавітації. На зривній кавітаційній характеристиці відцентрових насосів виділяють три характерні області та два критичні режими кавітації – перший та другий.

Процеси виникнення та розвитку кавітації в осьовому та відцентровому насосах схожі. Але для осьових насосів причиною зриву параметрів являється скачкоподібне переміщення кавітаційної зони, тобто поява повного відривного обтікання лопатей робочого колеса з різким падінням напору насоса. На зривній характеристиці осьового насоса, на відміну від відцентрового, виділяють чотири області розвитку кавітації та три критичних режими. Умови входу рідини на лопаті РК у вихрового насоса відкритого типу та лопатевого насоса мають однаковий характер. Прискорений рух рідини в проточній частині насоса виникає в результаті лопатевого робочого процесу, а також зниження тиску у всмоктувальному каналі. Зниження тиску обумовлене ударним імпульсом в напрямку обертання РК, що отримує рідина в результаті продольно-вихрового руху. Це приводить до обтікання вхідних кромek з утворенням вихрових зон та збільшення кутів атаки на вході в робоче колесо. Виникнення кавітації, подальший її розвиток та зрив параметрів вихрового насоса мало відрізняється від відцентрового насоса, що спостерігається на зривних кавітаційних характеристиках. Але кавітаційні якості вихрових насосів нижчі від відцентрових.

Робочий процес вільновихрових насосів відрізняється від робочого процесу лопатевих насосів, а наявність конструктивної особливості (вільної камери перед РК) передбачає перекачування рідин з домішками. Збільшення концентрації суміші приводить до збільшення опору на вході в насос, зменшення тиску і, як наслідок, виникнення кавітації в проточній частині. На відміну від лопатевих насосів на зривній кавітаційній характеристиці вільновихрового насоса можна виділити п'ять областей розвитку кавітації та чотири критичних режими. В порівнянні з відцентровими, осьовими та вихровими насосами зрив параметрів у вільновихрових насосах настає значно пізніше, що вказує на їх кращі кавітаційні якості.

## КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ДИСКОВИХ НАСОСІВ

### CONSTRUCTION SCHEMES OF DISK PUMPS

*Котенко О.І., доцент, Стеценко О.О., студент, СумДУ, Суми*

*Kotenko O.I., associate professor, Stetsenko O.O., student,  
SumSU, Sumy*

Використання дискових насосів при перекачуванні в'язких рідин та рідин з різними розмірами включень вказує на ряд переваг перед лопатевими насосами. Дискові насоси мають кращі антикавітаційні якості, більш високий ККД при малих подачах, більший ресурс роботи. Конструкція дискового насоса дозволяє порівняно просто здійснити регулювання режиму роботи без зміни напору. Регулювання здійснюється за рахунок зміни положення втулки відносно порожнини робочого колеса. Такий спосіб регулювання дозволяє скоротити втрати енергії в порівнянні з регулюванням подачі засувкою або байпасуванням. Простота форми робочого колеса - одна з найважливіших переваг дискових насосів.

Основними конструктивними схемами насосів є насоси з різною конфігурацією робочих коліс (РК). Це РК з плоскими дисками та рівними значеннями ширини на вході і виході, РК з плоскими дисками звуженими до виходу, РК з конічними дисками. Перші дві схеми використовуються в хімічній та нафтопереробній галузях для перекачування в'язких рідин, а також у паперовому виробництві. Третя схема призначена для перекачування рідин, для яких недопустимо руйнування структури складових рідкого середовища. При обертанні дисків рідині за рахунок сил тертя передається енергія – насос створює напір. Відсутність елементів механічного впливу на рідину запобігає пошкодженню її складових.

Розроблені конструкції дискових насосів можуть використовуватися для гідротранспорту абразивних гідросумішей. Виконання дисків у напрямку натікання рідини значно знижує знос робочих поверхонь дисків. А завдяки мінімальному ушкодженню складових перекачуваного рідкого середовища, дискові насоси можна застосовувати для транспортування легкоушкоджу-ваних продуктів(живої риби та різних плодів). РК таких насосів виконуються з почерговим виконанням широких і вузьких щілин. Вузькі щілини призначені для створення напору, а широкі - для проходу твердих включень.

Відомі схеми для перекачування рідин з крупними включеннями. Їх особливість в необхідності подрібнення часток, розміри яких перевищують прохідні перерізи. Подрібнення відбувається завдяки внутрішнім кромкам дисків, які виконані загостреними у вигляді кругових ножів.

Особливий інтерес представляє конструкція дискового насоса з передвключеним шнековим колесом для забезпечення додаткового напору. Схема насоса розроблена для перекачування цукрової патоки. Відповідь про можливість застосування її буде отримана після промислових випробувань.



ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОДВОДОВ В  
ДИНАМИЧЕСКИХ НАСОСАХ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПУТЬ УЛУЧШЕНИЯ  
ИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
RESEARCH OF THE COMBINED SEMIVOLUTE IN DYNAMIC  
PUMPS – PERSPECTIVE WAY OF IMPROVEMENT OF THEIR TECHNICAL  
AND ECONOMIC INDEXES

*Евтушенко А.А., профессор, Карпузова М.В., аспирант,  
Найда М.В., студент, СумГУ, Сумы*  
*Yevtushenko A.A., professor, Karapuzova M.V., postgraduate student,  
Naida M.V., student, SumSU, Sumy*

Подвод – один из важнейших элементов проточной части динамических насосов, оказывающий значительное влияние на технико-экономические (к.п.д., антикавитационные качества, виброшумовые характеристики) и производственно-технологические (технологичность, массогабаритные характеристики) показатели качества насоса.

Все боковые подводы характеризуются той или иной степенью окружной неравномерности потока на выходе. Задачи, стоящие перед насосостроением по повышению качества и надежности мощных высокооборотных энергетических насосов требуют разработки бокового подвода, формирующего малую неравномерность потока на выходе при его габаритных размерах, соразмерных с габаритными размерами собственно проточных частей насосов. Требование снижения неравномерности потока на выходе из бокового подвода при одновременном уменьшении его габаритных размеров является противоречивым.

Из известных нам последних работ по исследованию влияния подвода на характеристики динамического насоса, наиболее значимые результаты в последнее время получены в диссертационной работе к.т.н. Вертячих А.В., на некоторых результатах которой остановимся ниже. В частности, на основе закона сохранения энергии применительно к подводам в указанной работе получена структурно-логическая связь

$$\xi_0 = n_n \frac{(1 + \varphi^2 m^2)(1 + S^2)}{l^4},$$

где  $n_n$  – экспериментальный коэффициент подвода;  
 $\varphi$  – числовой коэффициент, зависящий от втулочного соотношения.

$\xi_0, m, s, l$  – параметры, характеризующие качество подвода

При этом:

$l = \alpha / D_{\text{вых}}$  – безразмерный габарит подвода;

$\xi_0$  – коэффициент потерь энергии в подводе;

$m$  – безразмерный коэффициент момента скорости, создаваемый подводом.

Коэффициент окружной неравномерности потока:

$$S = \left( \frac{1}{\overline{V}_{\text{вых}}} \right) \cdot \sqrt{S_z^2 V_z^2 + S_u^2 V_u^2 + S_r^2 V_r^2},$$

где  $\overline{V}_{\text{вых}}$  - осредненная по выходному сечению абсолютная скорость потока;

$S_z, S_u, S_r$  - осредненные по мерным окружностям и радиусам выходного сечения среднеквадратичные отклонения составляющих абсолютной скорости от их средних значений на окружностях мерных радиусов.

На кафедре ПГМ СумГУ достаточно глубоко исследовалось и исследуется влияние  $m$  на характеристики динамических насосов.

В работе Вертячих А.В. подробно исследовалось, в том числе экспериментальным путем, влияние окружной неравномерности  $S$  на параметры насоса, при этом получен примечательный результат. При увеличении неравномерности потока на 4% в оптимальном режиме относительный КПД снизился на 2%,  $C_{кр}$  - на 9%, а виброускорение корпуса возросло на 70...80% по всем координатным направлениям.

А.В. Вертячих разработан и исследован подвод нового типа. К сожалению, данная конструкция оказалась не технологичной, со сложными поверхностями двойной кривизны. На замену этого решения нами разработана конструкция комбинированного подвода (рисунок 1), где устранена основная проблема – низкая технологичность. Изменением конструкции вспомогательной «решетки» можно обеспечить требуемые величины  $m$  и  $s$ .

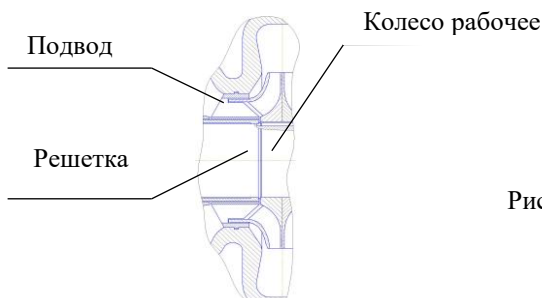


Рисунок 1

В настоящее время разработана и реализуется программа СумГУ и ОАО «Сумский завод «Насосэнергомаш» экспериментальных исследований насоса ДНм 2500-230 с различными видами «решетки».

Параллельно совместно СумГУ и ВНИИАЭН разработана и реализуется программа расчетных исследований. Полученные результаты проведенных исследований будут в дальнейшем доложены на кафедре прикладной гидроаэромеханики СумГУ и отражены в соответствующих публикациях.

# ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ ВЫСОКООБОРОТНЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

## DYNAMICS AND STRENGTH PROBLEMS OF HIGH-SPEED PUMP UNITS

*Гулый А.Н., доцент, Поклад А.А., аспирант, СумГУ, Сумы*

*Gulyi A.N., associate professor, Poklad A.A., postgraduate student, SumSU, Sumy*

Сегодня нет сомнений в том, что повышение стоимости как энергоресурсов, так и конструкционных материалов будет продолжаться, в связи с чем усилится борьба за снижение массогабаритных показателей оборудования, в том числе и насосов и их приводов. Повышение технологических затрат на изготовление более энергоемкого и совершенного насоса и приводного двигателя в определенный момент станет выгодным, поскольку с лихвой окупится снижением расхода стали и сплавов, меди, алюминия и т.д. Компактное энергонасыщенное оборудование позволит экономить на строительных площадях, транспорте, монтажных работах. Наиболее эффективным способом повышения энергонасыщенности динамических насосных агрегатов является повышение частоты вращения, которое в ближайшее время может стать экономически оправданным в связи с тенденцией непрерывного повышения надежности и снижения цены электронных преобразователей частоты.

Таким образом, в ближайшем будущем (а может быть, уже сегодня) становится актуальным вопрос оптимизации частот вращения динамического насосного оборудования. Хотя существует небольшой сегмент динамических насосов с турбоприводом, где частота вращения выбиралась произвольно, задача оптимизации на сегодняшний день еще не ставилась.

Из всего многообразия динамических насосов в первую очередь стоит рассмотреть секционные высоконапорные многоступенчатые центробежные насосы, для которых вопросы энергонасыщенности наиболее актуальны.

Выбор оптимальной частоты вращения насосного агрегата не может быть выполнен без сравнения насосов на заданные одинаковые напор и подачу, но с разной частотой вращения. Для повышения скорости и качества такой работы она должна быть упорядочена, поэтому на базе общей теории подобия лопастных насосов была разработана теория подобия насосов типа ЦНС, объединенных общей конструкцией.

В качестве основного критерия подобия естественно принять коэффициент быстроходности  $n_s$ . При равных  $n_s$  насосы будут подобны с точки зрения геометрии проточной части, кинематики и динамики рабочего процесса. Самое важное, что в первом приближении такие насосы будут подобны в плане потерь и кпд. Интересно сравнить основные параметры

насосов с одинаковым  $n_s$  и, конечно, с равными главными параметрами - подачей и напором, но с разной частотой вращения ротора. Такие насосы и будем называть подобными. Такая теория подобия может существовать только для многоступенчатых насосов, поскольку обеспечить одинаковый (или близкий) коэффициент быстроходности при равных параметрах можно только за счет варьирования числа ступеней.

Преобразованиями известных формул подобия центробежной ступени, получены зависимости числа ступеней и их размеров от частоты вращения. Получен положительный ответ на следующий вопрос: можно ли, используя геометрическое подобие проточной части, перенести его на все элементы конструкции и получать новые подобные насосы простым масштабированием одной отработанной модели?

Расчетом типовых элементов конструкции (вал, колесо, корпусная деталь) показано, что напряжения от статических нагрузок (крутящий момент, силы давления и механического взаимодействия) в деталях подобных насосов равны. При помощи динамических расчетов подобных насосов показано, что с ростом частоты вращения ротора пропорционально растет и его первая собственная частота. Таким образом, показано, что по условиям динамики и прочности подобные насосы являются эквивалентными.

Эквивалентность подобных насосов нарушается при рассмотрении вопросов потерь энергии и кпд. В наибольшей степени это касается объемных потерь, которые, как показано, не имели бы изменений при пропорциональном изменении геометрических размеров и зазоров в щелевых уплотнениях между ротором и статором. Однако, при уменьшении геометрических размеров, относительные предельные отклонения в пределах заданного качества точности, увеличиваются. Это увеличивает относительную несоосность сборки малых насосов и либо требует для них перехода к более точным качествам, либо увеличит объемные потери. Возможным путем сохранения кпд малогабаритных насосов является применение "полуподвижных" уплотнительных колец для внутренних щелевых уплотнений.

Другими переменными параметрами подобных насосов являются кавитация, скорость эрозионного и другого износа, а как следствие - ресурс и надежность. После оценки влияния частоты вращения на эти факторы при наличии соответствующих данных по приводу открывается возможность определения стоимости жизненного цикла агрегата и решения задачи оптимизации частоты вращения.

Таким образом, были сделаны выводы о том, что изменение размеров секционных насосов с одинаковым напором путем масштабирования не нарушит условий прочности и что с повышением частоты вращения подобных насосов типа ЦНС, синхронно будет расти также первая собственная частота поперечных колебаний.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОКРУЖНОЙ СКОРОСТИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА СТРУЙНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ

### DETERMINATION OF OPTIMUM ROTATIONAL VELOCITY OF THE RUNNER IN THE JET-REACTION TURBINE

*Бережной А.С., аспирант, Ванеев С.М., доцент, СумДУ, Сумы*

*Berezhnoi A.S., postgraduate student, Vaneyev S.M., associate professor, SumSU, Sumy*

Принцип действия СРТ заключается в преобразовании потенциальной энергии сжатого газа в кинетическую энергию сверхзвуковой струи, истекающей из тягового сопла. В результате образуется реактивная сила тяги и, соответственно, крутящий момент на валу турбины, а при вращении вала совершается механическая работа.

Работа посвящена вопросам определения некоторых кинематических и геометрических параметров и зависимостей, улучшающих эффективность привода со струйно-реактивной турбиной.

Для начала был проведен анализ основных потерь мощности, имеющих место в рабочем колесе струйно-реактивной турбины, дана количественная оценка каждого вида потерь.

Исходя из минимизации потерь в рабочем колесе была определена расчетная зависимость для оптимальной величины приведенной окружной скорости  $(\bar{U})_{opt}$ , соответствующая максимуму КПД. В теории и практике проектирования турбомашин важное значение имеет зависимость КПД турбины от приведенной окружной скорости рабочего колеса  $\bar{U}$ . Этот безразмерный коэффициент очень широко используется в теории турбомашин и характеризует нагруженность турбины, связывая воедино параметры, характеризующие физические свойства рабочего тела и состояние потока газа на входе и выходе турбины, с конструктивными величинами и частотой вращения вала турбины.

Учитывая некоторые допущения, сделанные в процессе расчета, значение  $(\bar{U})_{opt}$  было получено как экстремум функции  $\eta_T = f(\bar{U})$ .

В качестве анализа полученной формулы для определения  $(\bar{U})_{opt}$  были построены характерные графики зависимости оптимальной окружной скорости от входящих в формулу переменных.

Оценили погрешность в определении  $(\bar{U})_{opt}$ , появляющуюся из-за принятых допущений ( $W_{cp.m} = (C_{cp.m})_{n=0}$ ,  $\alpha_{yt} = 0$ ).

# МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДУ ПО ДОСЛІДЖЕННІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ВИСОКООБЕРТОВИХ ДИНАМІЧНИХ НАСОСІВ НА ВИСОКОВ'ЯЗКИХ РІДИНАХ

## MODERNIZATION OF AN EXPERIMENTAL TEST-SHOP FOR INVESTIGATION OF THE WORKING PROCESS OF HIGH-SPEED DYNAMIC PUMPS ON HIGH-VISCOUS LIQUIDS

*Антоненко С.С., доцент, Безрук В.М., студент,  
Колісниченко Е.В., ст. викладач, СумДУ, Суми*

*Antonenko S.S., associate professor, Bezruk V.M., student,  
Kolishnichenko E.V., lecturer, SumSU, Sumy*

Впродовж всієї історії існування нафтовидобувної промисловості виникали і вирішувалися проблеми якісного і найповнішого удосконалення технологій, способів і методик видобутку нафти. В даний час актуальним залишається завдання створення максимально ефективного нафтовидобувного обладнання, здатного працювати у великих діапазонах подач, напорів, з урахуванням складних особливостей реологій перекачуваного середовища.

Вирішення питання перекачування високов'язких середовищ ніколи не залишалось закритим. Науково-технічний прогрес сприяє виникненню вдосконалених механізмів для видобутку нафти, розвиваються нові технології в інших галузях промисловості і сільського господарства. Під впливом цих факторів в сучасній промисловості значно зросла потреба в ефективному насосному обладнанні гідродинамічного принципу дії.

Так для перекачування високов'язких рідин найбільше використання отримали погрузні насоси типу ЕЦН.

На кафедрі ПГМ СумДУ створений експериментальний стенд по дослідженню впливу частоти обертання і в'язкості рідини, що перекачується, на роботу погрузних динамічних насосів типу ЕЦН. Даний стенд спроектований на діапазон подач до 150 м<sup>3</sup>/доб, в той час, як дебет нафтових свердловин зазвичай досягає 200 - 400 м<sup>3</sup>/доб. Тому існує необхідність розширення діапазону подач експериментального стенду для проведення подальших досліджень.

Крім того, стенд вимагає доопрацювання в частині виміру подачі насоса. В існуючому варіанті подача вимірюється мірним способом, наслідком чого є низька точність її визначення, значно зростає час проведення експерименту і збільшується металоємність гідравлічної лінії стенду. У якості альтернативи пропонується установка на напірній лінії трубопроводу витратомірної діафрагми з диференційним манометром, що значною мірою підвищить точність виміру і дозволить зробити стенд більш компактним.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДИНАМІЧНИХ НАСОСІВ З КОМБІНОВАНИМ РОБОЧИМ ПРОЦЕСОМ

### INVESTIGATION OF OPERATION OF DYNAMIC PUMPS WITH A COMBINED WORKING PROCESS

*Антоненко С.С., доцент, Колісніченко Е.В., ст. викладач,  
Найда М.В., студент, СумДУ, Суми*

*Antonenko S.S., associate professor, Kolisnichenko E.V., lecturer,  
Nayda M.V., student, SumSU, Sumy*

На сьогоднішній день достатньо гострою є проблема створення ефективного насосного обладнання для різних умов його експлуатації. За останні роки у сфері насособудування достатньо активно впроваджуються новітні технології, направлені на вирішення актуальних проблем в цій галузі.

Однією з головних задач у насособудуванні є створення насосного обладнання для роботи в широких діапазонах подач та напорів.

Також ніколи не залишалося закритим вирішення питання перекачування високов'язких рідин.

Крім цього, властивості і склад перекачуваних середовищ істотно змінюють як характеристики мереж, так і вимоги до характеристик насосного обладнання, що використовується.

Тому першочерговою задачею є створення ефективного високотехнологічного насосного обладнання для даних умов роботи.

У складі сучасних гідравлічних мереж найбільшим попитом для перекачування високов'язких середовищ користуються насоси гідродинамічного принципу дії.

На сьогоднішній день для транспортування рідини в системах водопостачання, у харчовій промисловості, у нафтовій промисловості широке застосування отримали відцентрово-вихрові насоси, конструктивною особливістю яких є наявність двох ступенів: відцентрової і вихрової.

Їхньою перевагою є здатність перекачувати різні за складом і властивостями текучі середовища з достатньо високим рівнем надійності в роботі як на чистих рідинах, так і на гідросумішах. Досягається це завдяки їхній простоті та компактності.

Відцентрово-вихрові насоси відрізняються високими експлуатаційними показниками, в яких вдало використані переваги відцентрових і вихрових.

Але ці насоси мають цілий ряд недоліків, які можна усунути використанням створеної на кафедрі ПГМ Сумського державного університету відцентрово-вихрової ступені, яка, маючи ті ж самі властивості, що і традиційні відцентрово-вихрові насоси, значною мірою позбавлена їхніх основних недоліків.

МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ПУЛЬСАЦІЯМИ ШЛЯХОМ  
ВИКОРИСТАННЯ РЕЗОНАТОРА ГЕЛЬМГОЛЬЦА  
METHODS TO FIGHT PULSATION USING GELMGOLTS  
RESONATOR

*Ігнат'єв О.С., доцент, Низовий І.А., студент, СумДУ, Суми*  
*Ignatiev O.S., associate professor, Nyzovyi I.A., student, SumSU, Sumy*

Нерівномірність подачі рідини поршневими насосами викликає в підвідному і напірному трубопроводах коливання тиску, що є причиною вібрації насоса і всієї насосної установки. Пульсація тиску зменшує термін служби деталей насоса, оскільки останні схильні до дій гідравлічних ударів, а також знакозмінним навантаженням. В результаті зменшення коливань тиску знижується діапазон змін напруги, отже, число циклів навантаження деталі до поломки підвищується. Це можна досягти завдяки використанню поглинача пульсацій тиску.

Поршневими насосами перекачується рідина, яка добре чинить опір стискаючим навантаженням. Пружність гідравлічної частини насоса, підвідного та напірного трубопроводів не забезпечує усунення нерівномірності тиску. Отже, насосна установка для пониження до мінімуму коливання тиску вимагає особливого пружного елемента. Зазвичай таким елементом є спеціальне пристосування, в основу якого покладений принцип стиснення деякого об'єму газу або рідини в балоні (ковпаку). Явище резонансу впливає на всі коливальні процеси - механічні, електричні, звукові. З небажаним резонансом доводиться боротися, корисний резонанс потрібно використовувати. Прикладом простої гідравлічної коливальної системи є резонатор Гельмгольца. Він представляє собою певний об'єм з відкритою горловиною (горло). Рідина в горловині є масою, що коливається, а об'єм рідини у корпусі грає роль пружного елемента. Основна частина кінетичної енергії коливань виявляється зосередженою в горлі резонатора, де коливальна швидкість частинок рідини має найбільшу величину.

Поглинач пульсацій тиску — повинен відповідати наступним вимогам: 1) об'єм поглинача пульсацій, отвір горла а також його довжина повинні бути правильно вибрані; 2) поглинач пульсацій повинен бути правильно встановлений, для найбільш досконалого виконання свого призначення він повинен розташовуватися якомога ближче до насоса, щоб його здатність вирівнювати тиск повністю використовувалася.

Якщо ці вимоги задоволені, можуть бути досягнуті дві важливі експлуатаційні переваги: 1) терміни служби насоса, швидкозношуючихся деталей збільшаться; 2) збільшиться також корисна потужність насоса.

Проведені розрахунки довели, що при зменшенні діаметру горла і збільшенні його довжини об'єм поглинача пульсацій зменшується. При виготовленні горла обираємо мінімальний діаметр який технологічно можливо виготовити і довжину горла яка відповідає товщині сердечника поглинача пульсацій.



# КРИТИЧНИЙ ПОГЛЯД НА ОСНОВНІ ДИФЕРЕНЦІЙНІ РІВНЯННЯ ГІДРОСТАТИКИ (РІВНЯННЯ ЄЙЛERA)

## CRITICAL LOOK AT BASIC DIFFERENTIAL EQUATIONS OF HYDROSTATICS (EULER EQUATIONS)

*Ковальов І.О., професор, Назаров М.С., студент, СумДУ, Суми*

*Kovalev I.O., professor, Nazarov M.S., student, SumSU, Sumy*

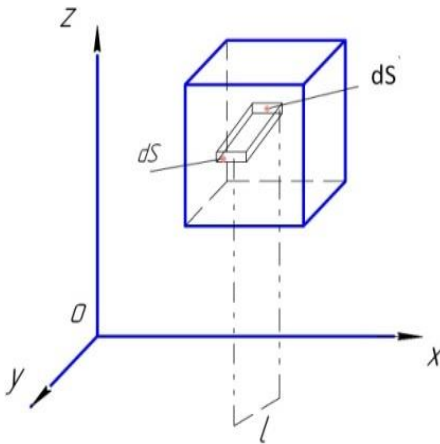


Рисунок 1

У навчальних курсах «Гідравліки» та «Механіки рідин і газів» названі рівняння у вигляді:

$$X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = 0; \quad Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

Отримуються шляхом використання тільки трьох умов рівноваги виділеного елементарного об'єму рідини, а саме, прирівнювання суми проєкцій зовнішніх сил нулю.

Але при цьому три інші умови рівноваги, а саме, необхідність нульового значення суми моментів цих сил відносно кожної з осей координат, чомусь ігноруються. Це викликає певний сумнів у коректності вищенаведених рівнянь.

Для перевірки цього питання виділимо у рідині об'єм кінцевих розмірів у вигляді паралелепіпеда із гранями, паралельними площинам координат і виріжемо в ньому нескінченно тонку призму із основою  $dS$ , що паралельна площині  $XOZ$ .

Використаємо друге рівняння у вигляді  $Y\rho = \frac{\partial p}{\partial y}$  і помножимо його на  $zdydS$ , де  $z$ - координата площини  $dS$  і взагалі всіх точок призми.

Отримаємо:

$$\int zY\rho dydS = \int zPdS = zdS(p-p') \quad (2)$$

де  $p$  і  $p'$  - гідростатичні тиски на  $dS$  і  $dS'$  відповідно.

Легко переконалися, що перша частина рівняння (2) є момент масової сили  $Y$  відносно осі  $OX$ :

$\int dydS$  - це об'єм вирізаної призми,

$\int \rho dydS$  - маса цієї призми,

$\int Y\rho dydS$  - проекція масової сили на вісь  $OY$ .

Вона, як видно із рисунка 1, паралельна осі  $OY$  і перпендикулярна  $OZ$ . Тому створює момент відносно осі  $OX$ , який дорівнює  $\int zY\rho dydS$ .

Друга частина рівняння (2) уявляє собою суму моментів сил тиску на площину  $dS$  і  $dS'$  відносно осі  $OX$ . Дійсно, на площину  $dS$  діє сила  $PdS$ , момент якої дорівнює  $zPdS$ , а на площину  $dS'$  діє сила  $P'dS = P'dS$  (так як для призми  $dS = dS'$ ), момент якої дорівнює  $-zP'dS$ . Сума цих моментів буде

$$zdS(p-p') = -zdS(p' - p) = -zdS \frac{\partial p}{\partial y} \quad 1.$$

Згідно із (2) ми встановили, що сума моментів, створених масовими силами і поверхневими (силами тиску), взятих відносно осі  $OX$ , дорівнює нулю.

До такого є результату ми дійшли б, якщо призму вирізали паралельну осі  $OX$  або  $OZ$ .

Висновок. Встановлено, що розглянуті нами три додаткові умови задовольняються самі собою при умові виконання рівнянь (1) і ніяких нових співвідношень між проекціями зовнішніх сил і густиною вони не дають.

## АНАЛІЗ ГІПОТЕЗ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ВІЛЬНОВИХРОВИХ НАСОСІВ

### THE ANALYSIS OF HYPOTHESIS OF WORKING PROCESS TORQUE FLOW PUMPS

*Герман В.Ф., доцент, Скоробагатько С.Ю., студент, СумДУ, Суми*

*German V.F., associate professor, Skorobahatko S.Y., student,  
SumSU, Sumy*

Практика використання вільновихрових насосів (ВВН) постійно розширюється і розвиток загальної теорії їх робочого процесу стає все більш актуальною задачею.

Складність робочого процесу вихрових гідромашин не дозволяє сформулювати загальні підходи до їх фізичного опису.

Частина авторів К.Рючі, С.Рокіта, А.Капелюш та інші ототожнюють робочий процес ВВН з робочим процесом відцентрового насоса з великим зазором між робочим колесом і корпусом. Але теорія лопатевих насосів і методика їх проектування, застосовані для розрахунків ВВН, не мали необхідної точності.

Експериментальні дослідження Г.Грабова, М.Аокі, В.Германа підтвердили раніше доведену теоретично Л.Пресманом наявність меридіонального потоку в ВВН, а також вихрового та лопатевого робочих процесів при передачі енергії в цих насосах. Крім цього експерименти показали, що потік рідини, який виходить з робочого колеса розділяється на потік протікання, що надходить у відвід та потік циркуляції, який повертається на вхід робочого колеса. Прийнята ними схема передачі енергії у ВВН відрізняється від схеми відцентрового насоса.

Крім цього на принципову відмінність фізичної суті робочих процесів вихрових і лопатевих гідромашин вказав С.Руднев. Тому ВВН необхідно віднести до гідромашин вихрового принципу дії. Саме цим можна пояснити всі невдалі спроби створення методик проектування вихрових машин різних типів, включаючи ВВН, на базі теорії робочого процесу лопатевих гідромашин.

У ВВН процес передачі енергії відбувається в два етапи: від робочого колеса до рідини, і далі, від потоку рідини, що виходить з колеса – потоку рідини у вільній камері. Передача енергії у вільній камері насоса супроводжується інтенсивним вихроутворенням, що спричиняє значні гідравлічні втрати. Цим пояснюється те, що теоретично досяжний ККД для вільновихрових насосів менше одиниці.

Достовірність розглянутих гіпотез робочого процесу ВВН може бути підтверджена практичними розрахунками.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІБРАЦІЙНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО  
ПРИВОДУ ПРЕСУ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ДЕРЕВООБРОБНИХ  
ПІДПРИЄМСТВ  
MATHEMATICAL MODEL OF THE VIBRATING HYDRAULIC  
DRIVE OF THE PRESS FOR UTILIZATION OF THE WASTES  
WOODWORKING INDUSTRY

*Дубінський В.В., ст. викладач, Кулініч С.П., доцент,  
Чуйко В.П., студент, СумДУ, Суми  
Dubinsky V.V., lecturer, Kulinich S.P., associate professor,  
Chuiko V.P., student, SumSU, Sumy*

Ефективність використання технологічного обладнання в значній мірі залежить від можливості прогнозування характеристик силових приводів, які в ньому застосовуються. Для деяких технологічних процесів, зокрема для брикетування відходів деревообробних підприємств, бажано на головний рух робочого механізму накласти вібрацію.

Відома математична модель гідроімпульсного приводу пресу для пресування заготовок з порошкових матеріалів в прес-формах закритого типу при інерційному навантаженні [1], коли вихідна ланка двигуна виконує коливання зі сталою частотою і амплітудою відносно положення рівноваги.

В пресі для утилізації відходів застосовується прес-форма відкритого типу, шток гідроциліндра повинен виконувати переміщення механізму з одночасною вібрацією. Однією з основних особливостей є також застосування гідравлічного циліндра з двома поршнями, які працюють на одне навантаження.

Розробка математичної моделі вібраційного гідравлічного приводу пресу для брикетування відходів деревообробних підприємств з метою дослідження динамічних характеристик є актуальною науковою задачею, яка має практичне застосування у промисловості.

Математична модель вібраційного приводу преса враховує особливості роботи гідравлічного циліндру з двома поршнями, двухфазність і стискальність робочої рідини, а також нелінійність характеристик елементів приводу.

Отримана в роботі система рівнянь дає можливість дослідити динамічні характеристики вібраційного гідравлічного приводу преса для брикетування відходів деревообробних підприємств як в режимі попереднього пресування (без накладення вібрації) так і в основному режимі.

#### Список літератури

1 Іскович-Лотоцький Р.Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів обладнання для віброударного пресування : Монографія. - Вінниця : Універсум-Вінниця, 2006. - 338 с.

# ЗАДАЧА СОЗДАНИЯ АВТОНОМНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДОХРАНИЛИЩ ОТ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

## TASK OF STAND-ALONE HYDRODYNAMIC PUMP SETTING CREATION FOR STORAGE POOLS CLEANING FROM SILT DEPOSITS

*Евтушенко А.А., профессор, Панченко В.А., ассистент,  
Халаджезадех С.М., аспирант, СумГУ, Сумы  
Yevtushenko A.A., professor, Panchenko V.A., assistant,  
Halajzadeh S.M., postgraduate student, SumSU, Sumy*

В Республике Иран водоснабжение осуществляется от водохранилищ, расположенных в ущельях между гор и пополняемых дождевой водой. Вместе с дождевыми водами в водохранилище по склону гор попадает большое количество твердых отложений и тем самым происходит заиливание водохранилищ. Требуется технические средства для очистки водохранилищ. Требование к таким техническим средствам:

- мобильность;
- автономность линий электропередач;
- учет слежалости иловых отложений;
- простота в эксплуатации и техническом обслуживании.

Анализ поставленной задачи показывает необходимость решения первоначальной задачи – выбор схемного решения. Первоначальный анализ позволяет предложить следующую схему:

1. За базу может быть выбрана насосная установка НПО «Гидромаш», расположенная на шасси автомобиля КраЗ с прицепным электрогенератором мощностью 250 кВт. На автомобиле расположен самовсасывающий центробежный насос, а также два насоса К100/60. Питание насосов – электропитание.

2. Требуется разработка гидроприводного погружного турбонасосного агрегата на базе СВН, питание – насосы К100/60.

3. В состав погружного насоса должно войти устройство размыва иловых отложений. Возможно использование гидроструйных установок разработки НАУ (г. Киев).

4. В состав АГДНУ должно войти плавсредство. Вопрос с плавсредством пока не решен.

Данная схема подлежит дальнейшей доработке. Оптимально будет вести разработку ТНА на базе СВН. Одной из проблем будет обеспечение незабиваемости насоса. Необходимо учесть, что на кафедре ПГМ СумГУ обнаружено явление забиваемости СВН не только в связи с гранулометрическим составом твердых частиц в гидросмеси, но и при превышении критической величины твердых частиц (критической концентрации) в гидросмеси.

## О РЕЗЕРВАХ ПОВЫШЕНИЯ КПД ЛОПАСТНОЙ СИСТЕМЫ ТИПА НР

### ABOUT RESERVES OF NR-TYPE BLADE SYSTEM EFFICIENCY INCREASE

*Гусак А.Г., доцент, Евтушенко А.А., профессор,  
Панченко В.А., ассистент, СумГУ, Сумы*

*Gusak A.G., associate professor, Yevtushenko A.A., professor,  
Panchenko V.A., assistant, SumSU, Sumy*

На кафедре ПГМ СумГУ создан принципиально новый вид лопастной системы для осевых насосов – тип НР. Работами, выполненными на кафедре, доказана ее энергетическая равноценность с типовой лопастной системой – типа РВ. В настоящее время в Украине стоит вопрос о создании отечественных осевых насосов взамен импортных. Для решения этой задачи принципиально важно на базе лопастных систем какого типа будут создаваться такие насосы.

Одним из основных показателей конкурентоспособности осевых насосов является КПД. В связи с этим выбор типа лопастной системы для вновь создаваемых насосов во многом определяется ответом на вопрос, какой из двух типов лопастной системы имеет большие резервы для повышения их уровня КПД. Лопастные системы типа РВ прошли большой путь совершенствования расчетно-экспериментальным путем и во многом исходные резервы у них на сегодня исчерпаны. Нам представляется, что заметным преимуществом в этом случае обладают лопастные системы типа НР. Учитывая доказательство А.Г. Гусака о равнозначности по энергетическим качествам направляющего (тип НР) и выправляющего (тип РВ) аппаратов, резерв указанного повышения КПД можно искать только в геометрии рабочего колеса лопастной системы типа НР.

На первых этапах создания лопастных систем типа НР их рабочие колеса проектировались, опираясь на рекомендации по проектированию рабочих колес лопастных систем типа РВ. Как показывают результаты анализа, такой подход не является полностью оправданным. Так работы Н.А. Федотовой показывают, что выбор основных геометрических параметров меридианной проекции рабочего колеса лопастной системы типа НР необходимо обязательно вести с учетом наличия перед колесом момента скорости потока.

Опираясь на выполненные дальнейшие исследования, можно утверждать, что соответствующей корректировки требуют также и известные (для типа РВ) рекомендации по проектированию лопастей

колес лопастных систем типа РВ. Остановимся на одной из таких рекомендаций – выбор густоты решеток, из которых образуются лопасти рабочего колеса. В первую очередь необходимо уделить внимание выбору густоты периферийной решетки  $\left(\frac{l}{x}\right)_{nep}$ , величина которой определяется в первую очередь уровнем КПД насоса.

Другими словами, чем меньше величина  $\left(\frac{l}{x}\right)_{nep}$ , тем выше КПД колеса. Но величина  $\left(\frac{l}{x}\right)_{nep}$  определяет и допустимую (чтобы не было отрыва потока от всасывающей стороны профиля) кривизну профиля, от которой в свою очередь зависит величина развиваемого напора. Таким образом, требуются дополнительные меры, которые бы способствовали предотвращению отрыва потока от всасывающей стороны профиля. Конструктивно таким мероприятием может быть введение диагональности. В то же время согласно работам А.А. Евтушенко существует предельная диагональность, при которой отрыв перемещается со всасывающей на напорную сторону профиля и этим исчерпывается резерв уменьшения густоты решетки за счет диагональности.

Отдельным фактором также является характер изменения толщины слоя, обтекающего решетку, но согласно расчетным данным А.А. Евтушенко и экспериментальным данным Е.Г. Зайченко существенного влияния этот фактор не оказывает и заметного резерва в данном случае ожидать не следует.

Наконец, приведенные расчетные исследования в части влияния на форму распределения относительной скорости на профиле при разном по величине и знаку моменте скорости потока дают интересный результат – под влиянием момента скорости эпюра приобретает требуемую форму – становится более «наклоненной» на периферии профиля – при положительном моменте – на всасывающей стороне профиля, при отрицательном моменте – на нагнетательной стороне. Таким образом, момент скорости потока перед профилем, наряду с другими перечисленными факторами, является одним из факторов, использование которого позволяет сохранить эпюру распределения относительной скорости по профилю оптимальной по форме и при заданном напоре колеса рассматривать вопрос о возможности уменьшения  $\left(\frac{l}{x}\right)_{nep}$  у колеса лопастной системы типа НР.

Правомерность данного утверждения говорит об актуальности задачи уменьшения густоты решетки лопастного колеса, что позволит ожидать увеличение его КПД.

## ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НАСОСНИМ ОБЛАДНАННЯМ

### WAYS OF REDUCTION CONSUMPTION OF ENERGY WITH PUMP EQUIPMENT

*Ковальов І.О., професор, Ратушний О.В., студент, СумДУ, Суми*

*Kovalev I.O., professor, Ratushniy O.V., student, SumSU, Sumy*

У роботі розглядається проблема зменшення енергоспоживання насосним обладнанням і гідравлічними системами, яке сьогодні сягає від 25 до 60% у різних галузях економіки. При чому сформульовані шляхи досягнення суттєвого зменшення на рівні 40% до 2020р. згідно з проголошеною в 2007р. Директивою ЄС і з намірами Європейської Асоціації виробників і споживачів насосного обладнання «EuroPump».

Дослідження є однією із перших робіт такого спрямування, в якій представлено комплексне авторське бачення вирішення проблеми суттєвого зменшення енергоспоживання насосним обладнанням. В цілому погоджуючись із концепцією «EuroPump», але зазначаючи її недостатньо укрупненою і обґрунтованою, була представлена більш детальна комплексна програма.

Запропоновані і проаналізовані всі її основні блоки – джерела енергії, раціональний вибір привідного двигуна, енергозбереження на рівні самого насоса, насосного агрегату в цілому разом із системою управління, резерви економії у трубопровідних мережах і технологічних процесах споживачів. А також пропонуються можливі інноваційні шляхи подальшого розвитку насособудування з використанням нетрадиційних підходів:

- вибір оптимального типу насоса та його конструкції;
- використання змінних роторів;
- організація комбінованого робочого процесу;
- застосування нетрадиційних лопатевих ґраток;
- керування формою напорної характеристики;
- застосування пандеромоторних сил;
- удосконалення нормативної бази проектування.



# ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМАХ ТЕЧІЇ

## RESEARCH OF HYDRAULIC RESISTANCE IN UNSTEADY FLOW REGIMES

*Євтушенко А.О., професор, Овчаренко М.С., аспірант,  
Папченко А.А., доцент, СумДУ, Суми*

*Evtushenko A.O., professor, Ovcharenko M.S., postgraduate student,  
Papchenko A.A., associate professor, SumSU, Sumy*

Розрахунки нестационарних гідродинамічних процесів стають в ряд визначаючих при розробці нових зразків техніки у різних областях – у двигунобудуванні, авіації і космонавтиці, енергетиці, суднобудуванні, криогенній техніці, хімічній технології та інших.

Експериментальні та теоретичні дослідження [1] показують суттєву відмінність коефіцієнтів гідродинамічного опору в нестационарних умовах від квазістационарного розрахунку. Під квазістационарним розрахунком, маємо на увазі розрахунок з використанням емпіричних залежностей, отриманих для стационарних умов.

Коефіцієнт тертя  $\lambda$  в нестационарних течіях, на відміну від стационарних, додатково залежить від часу та критеріїв. Які характеризують тимчасове протікання процесу. При цьому важливо зауважити, що в нестационарних течіях  $\lambda$  не характеризує дисипативних втрат.

Розсіювання енергії при течії в трубах відбувається, як відомо, завжди, в кожен момент часу, тоді як коефіцієнт  $\lambda$  може принципово кажучи, в окремий момент часу нульове (коли поблизу стінки  $\frac{\partial u}{\partial r} = 0$ ) чи навіть від'ємне значення (по останньому випадку в цей момент часу спостерігається пристінна течія в напрямку, протилежному основному потоку)

Втрата (дисипація) механічної енергії повинна бути охарактеризована іншим коефіцієнтом, безпосередньо з  $\lambda$  не зв'язаним. До сих пір в вітчизняних працях [2] по нестационарним течіям гідравлічний опір помилково трактувався як міра дисипації енергії потоку.

Закони, визначаючі зміну  $\lambda$  в часі для нестационарних течій повинні включати до себе як граничний випадок і закони стационарних течій. Тому будемо представляти нестационарний коефіцієнт опору у вигляді добутку:

$$\lambda = \Lambda \cdot \lambda_*$$

де  $\lambda_*$  - коефіцієнт опору у квазістаціонарному режимі при же значенні числа Рейнольдсу  $Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu}$ , яке має нестационарний потік в розглянутий момент часу,  $\Lambda$  – приведений коефіцієнт нестационарного опору тертя, який підлягає дослідженню.

В сьогоднішні при розрахунках динаміки гідравлічних елементів приймається, що  $\lambda = \lambda_*$ , тобто  $\Lambda = 1$ . Але, як впливає з проведених розрахунків та попередніх експериментів для турбулентної течії [3], це допущення в багатьох випадках може виявитись несправедливим.

Експериментальне дослідження вище перерахованих параметрів, в пульсуючої течії ускладнюється неможливістю використання звичайного контрольно-вимірювального обладнання.

Дослідження можливі лише при використанні спеціального обладнання з мінімальною інерцією, точність приборів повинна знаходитись в межах 0.5 відсотків. Для дослідження необхідно використовувати наступне обладнання:

1. Електромагнітний витратомір з можливістю підключення до комплекс вторинної апаратури (для вимірювання середньої швидкості, витрати, рідини)
2. Мембранно індукційний датчик (для вимірювання та запису перепаду тиску)
3. Датчики тиску, для контролю та запису тиску рідини,
4. Комплекс вторинної апаратури, для перетворення сигналу та підключення усіх компонентів до обчислювальної техніки

Таким чином, результати цієї роботи свідчать о необхідності враховувати у швидкозмінних процесах відмінність нестационарного коефіцієнту тертя від квазістаціонарного.

Для цього необхідно досліджувати та знайти кількісну залежність приведенного коефіцієнту тертя  $\lambda$  (а також аналітичного приведенного коефіцієнту для місцевих опорів) від визначальних його критеріїв.

#### Список літератури

1. И.А. Чарный. Неустойчившееся движение реальной жидкости в трубах. М.-Л., 1951.
2. Н.А. Панчурин. Гидравлическое сопротивление при нестационарных течениях. Труды Ленингр. Ин-та водного транспорта вып. 13, 1961.
3. Пневмо- и гидроавтоматика. Академия наук СССР. Издательство наука. 13 издание, 1973. - 350 с.

# РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОТОРНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТЕЙ РІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## DEVELOPMENT AND RESEARCH ROTARY HOMOGENIZER TO ENHANCE THE LIQUID MEDIUM OF FOOD TECHNOLOGY

*Євтушенко А.О., професор, Ковальов С.Ф., аспірант,  
Коломієць В.В., студент, Овчаренко М.С., аспірант,  
Папченко А.А., доцент, СумДУ, Суми*  
*Evtushenko A.O., professor, Kovalev S.F., postgraduate student,  
Kolomiets V.V. student, Ovcharenko M.S., postgraduate student,  
Papchenko A.A., associate professor, SumSU, Sumy*

На сьогоднішній день більшість технологічних ліній ряду виробництв харчової, фармацевтичної, хімічної промисловості потребує удосконалення хіміко-технологічного процесу. Найбільш поширені технологічні процеси типу диспергування, розчинення, вилуговування таких систем, як «рідина-рідина», «тверде тіло-рідина» і «газ-рідина». В результаті отримують готові продукти: фармацевтика – мазі, креми, пасти; харчова промисловість – майонез, молоко, соуси, пасти, соки з м'якоттю, харчові суміші; хімічна промисловість – пасти, гелі, клеї, фарби, суспензії та інше. Суть процесу полягає в поетапному змішуванні ряду компонентів (як рідин так і порошкоподібних речовин), при цьому характеристики готового продукту контролюються за показниками однорідності та гранулометричним складом.

Вказаний спектр задач технологічно вирішується за допомогою роторного гомогенізатора. Пропонований кафедрою ПГМ СумДУ гомогенізатор порівняно з іншими апаратами для отримання пружних коливань різного спектру частоти та інтенсивності в оброблюваному середовищі (електромагнітними, електродинамічними, магнітострикційними, п'єзоелектричними випромінювачами, імпульсними генераторами, роторно-пульсаційними апаратами (РПА) має ряд переваг, а саме: низький рівень енерговитрат, висока якість виробленої продукції, найменші габаритні розміри та високий рівень надійності. Основна відмінність гомогенізатора від існуючих роторно-пульсаційних апаратів полягає в наступному:

1) гомогенізатор має різну кількість прорізів на роторі і статорі, що кардинально змінює принцип дії агрегату (при однаковій кількості прорізів на робочих органах виникають взаємні положення ротору та статору коли прохідні канали повністю перекриваються, що призводить до значної пульсації тиску). При роботі на двофазних робочих середовищах можливий абразивний знос робочих елементів, що призводить до збільшення зазору між ними та, як наслідок, зниження величини пульсації. Це зумовлює зниження ефективності обладнання в цілому. За таких умов конструктивно зроблено ставку на пристрій, гомогенізуюча дія якого визначається ефективністю турбулізації потоку;

2) наявність на робочих органах агрегату елементів для турбулізації потоку у вигляді канавок на концентричних кільцях.

Перевага даного агрегату обумовлена також реалізацією різних факторів впливу на оброблюване середовище:

- механічна дія робочих частин апарату на потік рідини, що приводить до його турбулізації, виникнення великих градієнтів зсувних напруг, зрізаючих зусиль;

- акустичний вплив на потік оброблюваного середовища, що виражається у виникненні пульсацій динамічного тиску, інтенсивної гідродинамічної та акустичної кавітації, гідравлічних ударів, вторинних нелінійних акустичних ефектів.

Крім того, в результаті дисипації частини підведеної енергії в тепло, особливо в радіальних зазорах між роторним і статорними елементами машини відбувається нагрів оброблюваного середовища, який в більшості технологічних процесів є невід'ємною умовою вихідного продукту. До того ж, це підвищує раціональність затраченої енергії.

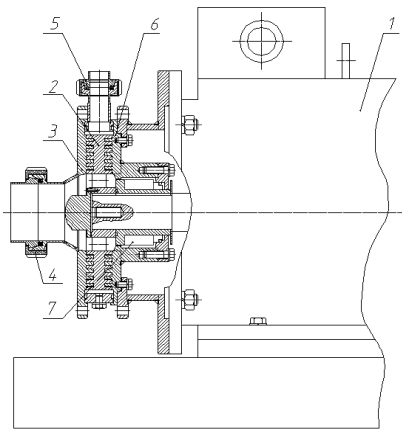


Рисунок 1 – Проточна частина гомогенізатора

Конструктивно гомогенізатор представляє собою проточну частину, яка складається з робочого колеса двохстороннього входу 2 із радіальними концентричними кільцями, яке кріпиться безпосередньо на валу двигуна (моноблочна схема) і обертається між статорними кільцями відповідно переднього 3 і заднього 6 дисками. Для запобігання витоків робочої рідини передбачене торцеве ущільнення 7. Рідина надходить у проточну частину агрегату і виходить з неї через з'єднувальні муфти 4 і 5 відповідно. Проточна частина машини кріпиться до приводного асинхронного електродвигуна 1.

Потужностями кафедри ПГМ СумДУ виготовлено натурний зразок гомогенізатора. Планується випробування агрегату в умовах реального виробництва на молокозаводах «Добряна» (м. Суми) та «Моліс» (м. Запоріжжя).

В подальшому буде проведена робота по експериментальному дослідженню впливу кількості та розмірів турбулізаторів на енергетичну характеристику агрегату та ефективність гомогенізації. Передбачається їх виконання у вигляді циліндричних отворів на кожній ступені, що призведе до інтенсивного вихроутворення і відповідно кращого перемішування оброблюваного середовища. Це дозволить отримати більш якісний за гранулометричним складом вихідний продукт.

АЛГОРИТМ СТВОРЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ  
АГРЕГАТІВ  
MULTIFUNCTIONAL ALGORITHM CREATING UNIT

*Євтушенко А.О., професор, Ковальов С.Ф., аспірант,  
Овчаренко М.С., аспірант, Папченко А.А., доцент, СумДУ, Суми  
Yevtushenko A.O., professor, Kovalev S.F., postgraduate student,  
Ovcharenko M.S., postgraduate student,  
Papchenko A.A., associate professor, SumSU, Sumy*

Більшість технологічних процесів здійснюються з використанням різних рідин і гідроциклів, тому існує велика кількість гідродинамічного обладнання того чи іншого конструктивного виконання чи принципу дії. З іншого боку в даний час іде стрімкий процес старіння технологій і технологічного обладнання. В існуючих умовах відсутності вільних коштів у підприємств потрібним стає багатофункціональна машина, на основі якої можна буде реалізувати декілька технологічних функцій конкретної виробничої лінії. Вказані роботи формують задачу розробки багатофункціональних машин.

Згідно теорії розвитку технічних систем створення багатофункціональних машин іде наступним шляхом. Перший етап – створення перспективного функціонального центру. Другий етап – розвертання функціонального центру: добавка додаткових пристроїв, які забезпечують появу нових якостей для споживача. Основний постулат сучасної теорії розвитку технічних систем – розвиток відбувається по об’єктивно існуючим законам. Їх можна використовувати для вирішення конкретних практичних задач. Закони розвитку технічних систем є окремим випадком більш загальних законів природи – законів діалектики. На сьогодні автором «Теорії вирішення винахідницьких задач» Г.С. Альтшулем та його учнями виявлені та сформульовані принципи розвитку технічних систем. Їх зацікавлення окремими технічними системами показує, що це допомагає виявити нові закономірності, які характерні тільки для цього виду систем. Така робота була виконана стосовно гідромашинобудування. По напрямку розвитку робочого процесу гідромашин існує ланцюг – «об’ємні – динамічні – вихрові гідромашини». В свою чергу існує закономірність – чим складніший робочий процес (вихрові машини), тим простіше конструкція гідромашини. Останнє дозволяє стверджувати, що для створення багатофункціональної гідромашини за її функціональний центр доцільно взяти вихрові гідромашини. Так на кафедрі ПГМ СумДУ створено технологічний агрегат ТГА-2 вихрового принципу дії, який зараз використовується як функціональний центр багатофункціональної гідромашини – теплогенеруючий агрегат. Зокрема з її допомогою вдалось реалізувати технологічні функції – підігрів, перекачування, гідропомол, і гомогенізацію робочого середовища.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
КОМБІНОВАНОГО ВІДЦЕНТРОВО-ДОЦЕНТРОВОГО СТУПЕНЮ  
RESEARCH OF POWER DESCRIPTIONS COMBINED  
CENTRIFUGAL-CENTRIPETAL STAGE

*Ковальов І.О., професор, Казнієнко Д.В., аспірант, СумДУ, Суми*  
*Kovalev I.O., professor, Kaznienko D.V., postgraduate student,*  
*SumSU, Sumy*

За розробленими кресленнями на кафедрі Прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету було виготовлено дослідний зразок комбінованого відцентрово-доцентрового ступеню, який складається з комбінованого робочого колеса, направляючого та відвідного апаратів. Усі монтажні та габаритні розміри цього ступеню задовольняють умові взаємозамінності з серійним ступенем насосу ЦНС 180 – 1900. Кількість лопатей доцентрової решітки робочого колеса, а також направляючого та відвідного апаратів обрано з умови створення необхідної конфігурації потоку у проточній частині ступеню.

Нижче зображено принциповий вигляд проточної частини комбінованого відцентрово-доцентрового ступеню.

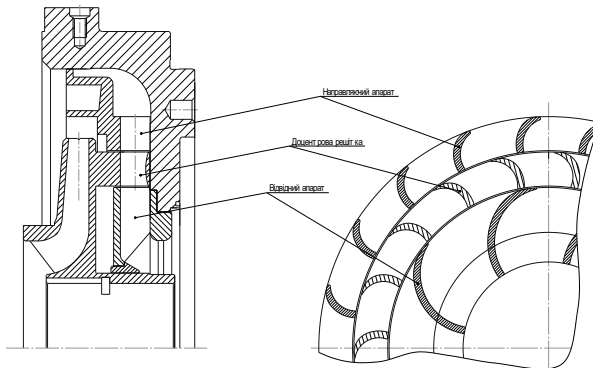


Рисунок – Проточна частина відцентрово-доцентрового ступеню

На кафедрі Прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету створено експериментальний стенд для визначення напірних та енергетичних характеристик різних модифікацій робочих органів динамічного насосу типу ЦНС. Його було розроблено на базі існуючого на кафедрі стенду для випробування вільновихорових насосів в умовах перекачування двофазних середовищ з різним повітря, твердих домішок і т. ін.

Основною та принциповою відмінністю, у порівнянні з попередньою комплектацією стенду, є конструкція та призначення робочого модулю. Його

було розроблено у ході дослідження можливості організації комбінованого процесу енергопередачі у насосах типу ЦНС.

Маючи стандартні монтажні та габаритні розміри протічної частини, конструкція робочого модулю забезпечує можливість проведення випробувань певного типорозмірного ряду робочих органів насосу типу ЦНС. Також при розробці стенду враховано необхідність проведення напірних та енергетичних випробувань комбінованого відцентрово-доцентрового робочого колеса, спроектованого на базі стандартного проміжного ступеню насосу ЦНС 180 – 1900

Експериментальні дослідження проводяться наступним чином: поступово відкривається напірна засувка, від повного закриття до повного відкриття якої фіксується 12 – 15 положень. При кожному положенні виконується зрівноважування балансувальної машини з зазначенням сумарної маси задіяних при цьому вантажів, та записуються покази усіх вимірювальних приладів.

Після повного відкриття засувки проводиться її поступове закриття, згідно попередньої схеми фіксації експериментальних даних.

Таким чином, у наслідок проведення випробувань, отримується близько 30 різних точок, що при подальшій обробці результатів дослідження дозволяє досить точно визначити параметри досліджуваного ступеня та побудувати його напірну та енергетичну характеристики.

Отримані експериментальні дані обчислюються на ЕОМ за допомогою відповідної програми, розробленої на кафедрі Прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету.

Використовуючи описане вище обладнання, та за допомогою наведеної методики, було проведено експериментальне дослідження напірних та енергетичних характеристик дослідного зразка комбінованого відцентрово-доцентрового ступеню.

При подальшій обробці результатів виявилось, що у ході дослідження, при даній конструкції проточної частини комбінованого відцентрово-доцентрового ступеню, не вдалося отримати очікуваних результатів, а саме: підвищення напірності ступеню на 20 – 30%.

Можливими причинами, що призвели до таких результатів, перш за все, є конструктивні особливості проточної частини ступеню, зокрема величина осьового зазору між покриваючим диском доцентрової ґратки та стінкою секції, а також кількість лопатей доцентрової ґратки.

Також причиною неспівпадання математичних розрахунків та результатів фізичного експерименту є певна неточність виготовлення робочих органів ступеню, що в свою чергу призводить до зміни конфігурації трикутників швидкостей на лопатях реального робочого колеса.

Поглиблене вивчення отриманих результатів, а також причин, що до них призвели та шляхів їх усунення заплановано програмою подальших досліджень робочого процесу комбінованого відцентрово-доцентрового ступеню.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК  
КОНУСНОГО УПОРНОГО ПІДШИПНИКА КОВЗАННЯ НА ПІДСТАВІ  
ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ТЕОРІЇ

A MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING THE CHARACTERISTICS  
OF A CONICAL THRUST BEARING ON THE BASIS OF THE  
HYDRODYNAMIC THEORY

*Шевченко І.Д., доцент, Горлова К.В., студент, НУК, Миколаїв*

*Shevchenko I.D., docent, Gorlova K.V., student, NUOS, Mykolaiv*

В даній роботі виконано дослідження розподілу гідродинамічного тиску в шарі змащення ступені по колу і довжині вкладиша кінцевої довжини. Виконано знаходження несучої здатності багатоступінчастого шару змащення. Виконано розрахунок витрати змазки та підвищення температури шару змащення.

**Мета:** Знайдення відносних величин – умовного коефіцієнту тертя і відносного підвищення температури шару змащення. Теоретичне дослідження шляхом вирішення варіаційним методом Гальоркіна диференціального рівняння, що описує розподіл тиску в шарі змащення гідродинамічного конусного підшипника ковзання при обертальному русі шипа, ізотермічній течії з урахуванням інерційних сил, при постійній в'язкості.

Аналіз результатів дозволяє встановити:

- значний вплив форми профільованого зміщувального шару на його несущу здатність;
- збільшення коефіцієнта  $m$  супроводжується ростом значень безрозмірної величини несущої здатності і температури змащувального шару;
- впливом інерційних сил змащувального шару на основні характеристики підшипника  $q < 0.4$ , для  $m > 5$  можна знехтувати;
- оптимальним, з точки зору найбільшої несущої здатності, є підшипник з зазором в ступені, що змінюється по рівнянню:

$$H = m^{-2\Phi(5\varepsilon)}; \quad H = m^{\varepsilon^2 - 2\varepsilon}$$

- Оптимальним з точки зору мінімального відносного збільшення температури в змащувальному шарі, є підшипник з зазором в ступені, що змінюється по рівнянню  $H = m^{\varepsilon^2 - 2\varepsilon}$ ;
- Оптимальною кількістю ступенів, з точки зору найбільшої несущої здатності, можна вважати число ступенів, що дорівнює 3 або 4;
- Оптимальним з точки зору мінімальної величини коефіцієнта відносного збільшення температури, є підшипник з кутом нахилу твірної конусного шипа  $\alpha \approx 45^\circ$ .



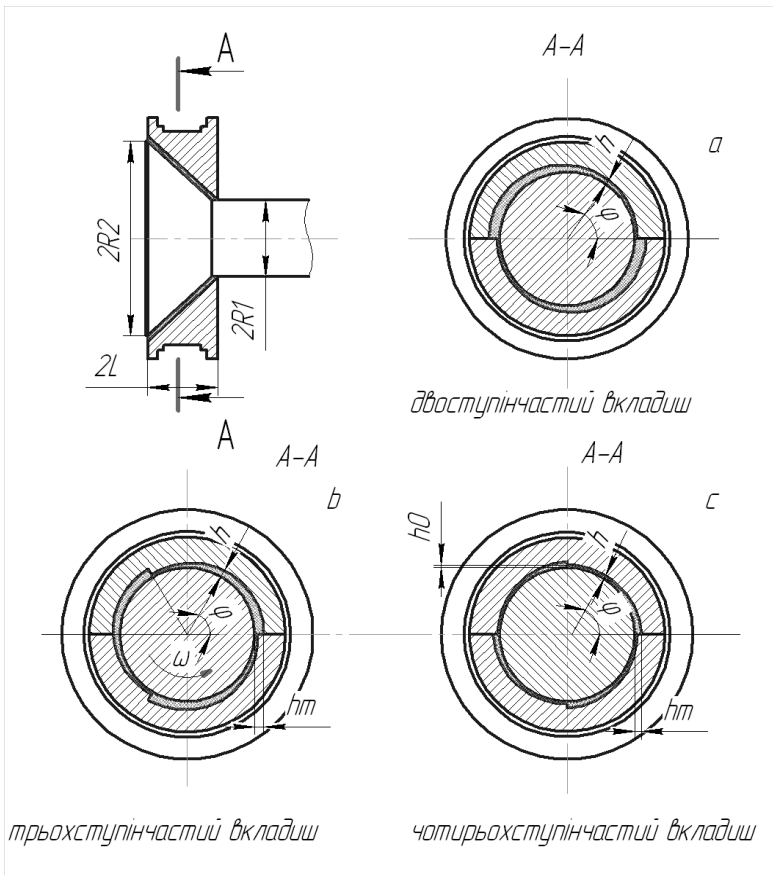


Рисунок - Конструктивна схема багатоступінчастих конусних упорних підшипників ковзання с профільованими зазорами

#### Література:

1. Богданов О.И., Дьяченко С.К. Расчет опор скольжения. - «Техніка» - Киев, 1966.
2. Коровчинский М.В. Теоретические основы работы подшипников скольжения - Машгиз, - Москва, 1959.
3. Коднир Д.С. Контактно – гидродинамическая теория смазки - Куйбышевское книжное издательство, 1963.
4. Токарь И.Я. Проектирование и расчет опор трения - Машиностроение – Москва, 1971.

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ  
ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ**

**КАФЕДРА «ПРИКЛАДНА  
ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА»**

АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМИ ПОДАЧІ СТОКІВ З ТЕРИТОРІЇ  
МІСТА СУМИ ДО ОЧИСНИХ СПОРУД  
ANALYSIS OF WASTE WATER SYSTEM FROM THE TERRITORY  
OF SUMY TO TREATMENT FACILITIES

*Ганіч Л.В., аспірантка, Сотник М.І., доцент, СумДУ, Суми*  
*Gapich L.V., postgraduate student, Sotnik M.I., associate professor,*  
*SumSU, Sumy*

Одним з напрямків наукової діяльності кафедри прикладної гідроаеромеханіки СумДУ є дослідження гідравлічних мереж.

На сьогоднішній день однією з важливих проблем цього напрямку є експлуатація напірних каналізаційних колекторів у системі житлово-комунального господарства України.

Серед основних проблем, що існують сьогодні в каналізаційних системах міст України, треба відмітити наступні:

- незадовільний технічний стан більшості об'єктів каналізаційної системи;
- необхідність заміни застарілого технологічного обладнання каналізаційних насосних станцій;
- необхідність реконструкції каналізаційних очисних споруд.

Практично в усіх містах нашої держави склалась критична ситуація зі станом міських каналізаційних колекторів внаслідок зношення і неправильної експлуатації обладнання. Незважаючи на те, що термін експлуатації мереж давно вийшов, напівзруйновані колектори і досі експлуатуються. Значний відсоток амортизації основних фондів (мереж та обладнання) і недостатні обсяги фінансування експлуатаційної діяльності на протязі останніх років призвели до збільшення кількості аварійних витоків та пошкоджень. Практично в усіх містах України каналізаційні системи потребують заміни або негайного капітального ремонту. Часті прориви каналізаційних колекторів є постійними джерелами небезпечного забруднення міського середовища, а іноді приводять до спалаху інфекційних захворювань.

Системи напірних каналізаційних колекторів обласних міст України з кількістю населення 300 – 500 тисяч мешканців є типовими. Саме тому на прикладі роботи напірного каналізаційного колектора у м. Суми було проведено аналіз сучасного стану обладнання каналізаційних насосних станцій і мережі. Також проведено аналіз гідравлічних показників роботи системи, основних енергетичних характеристик роботи напірного каналізаційного колектора. Аналіз основних показників і характеристик дав можливість розробити предметно-орієнтовану модель роботи всього комплексу напірного каналізаційного колектора. Детальний аналіз дав змогу висунути вимоги та надати конкретні пропозиції щодо модернізації системи подачі стоків з міста до очисних споруд з урахуванням основних критеріїв роботи таких систем: надійність, максимальна довготривалість експлуатації, максимальна незмінність якісних параметрів роботи обладнання та його енергоефективності.

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОНОСІЇВ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЮ ШКОЛОЮ

### THE RATIONAL ENERGY CONSUMPTION FOR THE SECONDARY SCHOOL

*Мандрыка А.С., доцент, Ромась А.А., студент,  
Сапожніков С.В., доцент, СумДУ, Суми*

*Mandryka A.S., associate professor, Romas A.A., student,  
Sapozhnikov S.V., associate professor, SumSU, Sumy*

У сучасному середовищі нашого проживання дуже відчутними стають енергетичні проблеми людства, які значною мірою одночасно з політичною кризовою ситуацією зумовлюють економічний та матеріальний рівень життя регіонів і країни в цілому. Як і всі природні ресурси, енергетичні ресурси можуть вичерпатися, тому важливо заощаджувати їх якомога більше.

Соціальна значущість бюджетної сфери та її недостатнє фінансування гостро ставить проблему раціонального споживання енергоресурсів, їх обліку та економії. Все це говорить про актуальність енергозбереження в житлово-комунальному господарстві на сьогодні. Тож саме комплексне розв'язання проблеми енергозбереження є найбільш прийнятним для України шляхом подолання енергетичної кризи.

Тому у відповідності до Програми підвищення енергоефективності використання енергії в бюджетній сфері та житлово-комунальному господарстві м. Суми на 2008-2010 роки було проведено енергетичне обстеження загальноосвітньої школи №17 м. Суми.

Метою даного енергетичного обстеження було визначення потенціалу енергозбереження на об'єкті, пошук шляхів зменшення обсягів споживання енергії та зменшення навантаження на міський бюджет.

Обстеження включало: визначення фізичного стану будівлі, опалювальної системи, системи гарячого водопостачання, електропостачання та постачання холодної води; проведення вимірювання геометричних параметрів будівлі, опалювальної системи, температури теплоносія, температури зовнішнього повітря та мікроклімату приміщень; теплотехнічні розрахунки системи опалення, аналіз електроспоживаючого обладнання, порівняльний аналіз розрахункових та експериментальних даних. Були виявлені причини неефективного енергоспоживання даним об'єктом.

Система теплопостачання мала наступні недоліки:

1 Подача теплоносія від ТЕЦ не відповідає вимогам температурного графіку теплопостачання.

2 Тривалий термін експлуатації привів до морального і фізичного зношення теплотраси, тому потрібні значні капіталовкладення для її ремонту і подальшої експлуатації.

3 Ізоляція теплопроводу не задовольняє вимогам, її значні ушкодження призводять до додаткових теплових втрат.

4 Вікна внаслідок тривалої експлуатації не відповідають вимогам і тому потребують заміни.

Причинами неефективного споживання електричної енергії є:

1 Неправильний вибір типів освітлювальних приладів і джерел світла.

2 Недовантаження електроспоживаючого обладнання, наслідком якого є робота з низьким ККД.

3 Силове електроспоживаюче обладнання об'єкту застаріле та потребує заміни на більш енергозберігаюче.

Обстеження системи водопостачання школи показало, що вона знаходиться у задовільному стані, адже:

1 На деяких ділянках водопроводів гарячої води відсутня ізоляція.

2 Трубопроводи холодної та гарячої води заржавіли і потребують заміни.

3 метою більш ефективного споживання паливно-енергетичних ресурсів були запропоновані наступні енергозберігаючі заходи:

1 Утеплення віконних прорізів ущільнювачем. Запропонований захід дає 5% річної економії (16987 грн.). Розрахункова загальна сума капітальних витрат – 22872 грн. Термін окупності заходу становитиме 1 рік 4 місяці.

2 Встановлення тепловідбиваючої плівки на вікнах. Запропонований захід дає 15 % економії за опалювальний період (50960 грн.). Загальна сума капітальних витрат – 87970 грн. Термін окупності запропонованого заходу – 1 рік 9 місяців.

3 Встановлення тепловідбиваючих екранів за опалювальними приладами. Економія теплової енергії при цьому складе близько 10 % (33973 грн.). Розрахункова загальна сума капітальних витрат – 2275 грн. Термін окупності запропонованого заходу становитиме 1 місяць.

4 Заміна старих вікон на нові пластикові енергозберігаючі. Такі вікна спроможні дати приблизно 35% економії теплової енергії або 118907 грн./рік економії у грошовому еквіваленті. Орієнтована загальна сума капітальних витрат становить 1029612 грн. Термін окупності запропонованого заходу – 8 років 7 місяців. Сума капітальних вкладень дуже значна, але поступова заміна вікон приведе до значної економії коштів на опалення школи.

5 Заміна старих конвекторів на сучасні панельні радіатори. Орієнтована загальна сума капітальних витрат за розрахунками становить 268102 грн. Запропонований захід дає можливість скоротити витрати приблизно на 20% (67947 грн. економії за опалювальний період). Термін окупності запропонованого заходу становитиме 3 роки 11 місяців.

# ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ БЮДЖЕТНОЇ УСТАНОВИ

## AUDITING OF MUNICIPAL ENERGY SYSTEMS

*Мандрыка А.С., доцент, Сапожніков С.В., доцент,  
Талан О.С., студент, СумДУ, Суми*

*Mandryka A.S., associate professor, Sapozhnikov S.V., associate professor,  
Talan O.S., student, SumSU, Sumy*

Ступінь розвитку техніки і рівень життя тісно пов'язані з кількістю використаної енергії. Чим більше використовується енергії на одну людину, тим вище рівень життя і використання більш ефективних та екологічних технологій в промисловості та побуті.

Саме з таких міркувань, а також з метою зменшення обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та визначення потенціалу енергозбереження було проведено енергетичне обстеження Сумської гімназії №1.

Обстеження включало: визначення фізичного стану будівлі, опалювальної системи, системи гарячого водопостачання, електропостачання та постачання холодної води; проведення вимірювання геометричних параметрів будівлі, опалювальної системи, температури теплоносія, температури зовнішнього повітря та мікроклімату приміщень; теплотехнічні розрахунки системи опалення, аналіз електроспоживаючого обладнання, порівняльний аналіз розрахункових та експериментальних даних.

У результаті енергетичного обстеження були виявлені причини неефективного споживання електричної енергії:

- 1 Неправильний вибір типів освітлювальних приладів і джерел світла.
- 2 Відсутність автоматичного регулювання систем освітлення.
- 3 Застаріле технологічне обладнання (електричні плити, марміти, холодильні установки, електрична пекарська шафа та м'ясорубки).

У системі теплопостачання основні причини завищених витрат на енергоносії у даній бюджетній установі є:

- 1 Відсутність енергетичних паспортів, що призводить до неузгодженості фактичних витрат на споживання енергоносіїв з нормативними вимогами.
- 2 Відсутність контролю за температурою всередині приміщень.
- 3 Регулювання споживання теплової енергії здійснюється ручним методом за допомогою засувки, що є нераціональним з точки зору енергоефективності. Це призводить як до перегріву, так і до недостатнього нагрівання приміщень.

4 Тривалий термін експлуатації приладів опалення привів до морального і фізичного зношення, потрібні капіталовкладення для їх модернізації та подальшої експлуатації.

5 Стіни та вікна внаслідок тривалої експлуатації не відповідають вимогам до опору теплопередачі і тому потребують додаткової теплоізоляції або заміни.

6 Теплоізоляція даху частково втратила теплоізоляційні властивості у зв'язку з тривалою експлуатацією.

3 метою більш ефективного використання споживання ПЕР були запропоновані маловитратні та багатовитратні енергозберігаючі заходи:

Маловитратні енергозберігаючі заходи:

1 Зниження втрат тепла шляхом ущільнення віконних стиків дерев'яних вікон гумовою стрічкою.

В результаті впровадження цього заходу економія теплової енергії складе близько 5%. Термін окупності складає за розрахунками 1,5 опалювальних сезони.

2 Встановлення тепловідбиваючих екранів за опалювальними приладами по всій школі.

Тепловідбиваючі екрани повертають тепло від батарей, що даремно йде в найближчу до них стіну. Економія теплової енергії складе близько 10%. Тепловідбиваючі екрани окупаються менш ніж за один опалювальний сезон.

3 Встановлення тепловідбиваючої плівки («теповідбиваючі шторки») на вікнах.

Плівка економить 10-20% енергії, яка надходить на нагрів приміщення, залежно від площі скління. Термін окупності за розрахунками складе 2,5 роки.

4 Ліквідація корозії та інкрустації в системі опалення шляхом внутрішньої промивки системи опалення.

Хімічна промивка систем опалення будинків дозволяє понизити витрати на опалення будівлі на 2-4%.

5 Встановлення на кожному поверсі укомплектованого фотореле (за можливістю).

6 Встановлення замість ЕМППА в старих світильниках для люмінесцентних ламп ЕПРА.

7 Заміна ламп розжарювання люмінесцентними енергозберігаючими.

8 Заміна старих люмінесцентних ламп (40 Вт) на нові люмінесцентні лампи зниженої потужності (18 Вт) з елементами світловідбиття.

Багатовитратні енергозберігаючі заходи:

1 Замінити конвектори старої конструкції на сучасні панельні радіатори. Економія розрахункова становить 20% і окупиться за 5 років.

2 Поліпшення теплової ізоляції стін за рахунок нанесення додаткового шару ізоляційного матеріалу. Економія 20-25% , термін окупності 3,8 роки.

## ЗИМОВИЙ САД: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ + ЕКОНОМІКА + ЕКОЛОГІЯ WINTER GARDEN: ENERGY SAVING + ECONOMY+ECOLOGY

*Бугрій Т.О., студент, Пікуза І.М., студент, Суміна О.М., доцент,  
Ткачук Ю.Я., доцент, СумДУ, Суми  
Bugry T.O., student, Pikuza I.M., student,  
Sumina O.M., associate professor, Y.Y. Tkachuk, associate professor,  
SumSU, Sumy*

На сьогоднішній день тема енергозбереження все частіше пов'язується з темами економіки і екології. Проводяться науково – технічні конференції, в яких розглядається спільно цим «Три Е», тобто енергозбереження, економіка і екологія, скликаються наради високого рівня.

Така постановка питання не випадкова, а має глибоке гуманне значення, так як енергозбереження, звичайно, важливе, але це не є найважливішою метою. Дійсно, можна досягти енергозберігаючий ефект вкладаючи величезні грошові засоби, які можливо, ніколи не окупляться. Таке енергозбереження нікому не потрібне, так як воно в економічному плані неспроможне. З іншого боку, можна досягти дуже великої економії коштів, відмовившись від всіх фільтрів, накопичувачів промислових стоків та ін., але при цьому, продовжуючи забруднювати атмосферу Землі, ріки і моря, що лишає людей чистого повітря, природних багатств – чистої землі і водяних просторів, порушувати всі вимоги екології.

Який же вихід? Звичайно компроміс між вимогами енергозбереження, економіки та екології. Абсолютно правильного вирішення задовольняючого на сто відсотків енергетиків, економістів та екологів не існує.

Однією із вдалих спроб вирішення проблеми «трьох Е» є так званий «Зимовий сад», коли створюється ізольований простір, в якому забезпечують штучно мікроклімат, що відповідає всім вимогам екології, тобто комфортні умови для людини. Звичайно, це потребує значних витрат, але створюється так званий соціальний ефект від перебування в зимовому саду, люди менше хворіють, підвищується мотивація до праці, люди ніби «зближуються» з природою.

Зимовий сад – це прекрасне місце для відпочинку, організоване в найзручнішому місці. Як відомо, знаходження на природі надає позитивний ефект на психіку людини, заспокоює, знімає стреси. Свіже повітря, що виділяється рослинами, - прекрасна альтернатива автомобільним вихлопам і диму заводських труб.

Інтегрований або прибудований зимовий сад до типового навчального корпусу не тільки підвищує працездатність студентів, так як в мозок поступатиме чистий кисень, а й зменшує втрати тепла через огорожуючі конструкції основної будівлі.



МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ПОВІТРЯНИХ  
ПОТОКІВ, ЩО ЙДУТЬ ВІД РУХОМОГО МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ  
METHOD OF DETERMINING THE ENERGY OF AIR CURRENTS  
COMING FROM A MOVING TRANSPORT

*Романенко Н.В., студентка, Ткачук Ю.Я., доцент,  
Целікова Ю.В., студентка, СумДУ, Суми  
Romanenko N.V., student, Tkachuk Y.Y., associate professor,  
Tselikova Y.V., student, SumSU, Sumy*

В умовах міста транспортні засоби змушені рухатися по вулицям дискретно, тобто від однієї зупинки до іншої. Процес даного руху супроводжується необхідністю рушання з місця від однієї зупинки і гальмуванням у другої. Між рушанням і гальмуванням є ділянка усталеного руху. Рушання з місця відбувається починаючи від швидкості рівної нулю та зростає приблизно до 60 км/год на ділянці усталеного руху. Гальмування відбувається як би в протилежному напрямку: швидкість усталеного руху зменшується від свого максимального значення до нуля. Ділянка набору швидкості від нуля до максимальної та ділянка гальмування приблизно рівні за часом та займають 10-15 секунд, що відповідає ділянці дороги приблизно 10-12 метрів.

При дослідженні енергетичних характеристик повітряного потоку від рухаючогося транспорту в першому наближенні можна знехтувати змінами швидкості на ділянках набору швидкості та гальмування й рахувати, що швидкість руху транспорту становить величину постійну, рівну приблизно 60 км/год.

Виходячи з цієї величини швидкості й були розраховані енергетичні характеристики повітряних потоків, що відходять від міського транспорту по горизонталі вперед по ходу транспорту, в бік від дороги й вгору від дорожнього полотна:  $V_{вперед} = a \cdot V_{max}$ ;  $V_{вгору} = b \cdot V_{max}$ ;  $V_{вгору} = c \cdot V_{max}$ .

Величини коефіцієнтів a, b, c можуть бути визначені тільки експериментально.

На основі заходів через кожні 10 метрів уздовж дороги та перпендикулярно їй можна отримати достатньо значень швидкості повітряного потоку, щоб побудувати двомірні епюри швидкостей та розрахувати величини енергій в кожній точці квадрата 10x10 метрів

$$E_i = \alpha \cdot v_i^2; E_j = \beta \cdot v_j^2; \text{ та } E_k = \gamma \cdot v_k^2$$

Індекси i, j, k відповідають напрямам потоків уздовж дороги, перпендикулярно їй та вгору від полотна дороги.

Виміри швидкостей повітряного потоку здійснюються за допомогою анемометра, стрілками на плані місцевості відзначаються напрями повітряних потоків.

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАСОСНИХ АГРЕГАТИВ В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖКГ

### POWER SAVINGS AT OPERATION OF THE PUMP EQUIPMENT IN SYSTEM OF WATER SUPPLY OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

*Хованський С.О., асистент, СумДУ, Суми*

*Khovansky S.O., assistant, SumSU, Sumy*

Одним з стратегічних напрямків реформування сучасного житлово-комунального господарства України є енергозбереження: зменшення витрат і втрат енергоносіїв, скорочення енергоємності продукції і послуг. Особливо актуальні ці проблеми для підприємств сфери водопостачання та водовідведення, частка енергетичних витрат у собівартості послуг яких досягає 50 %. Водоспоживання є однією з основних характеристик рівня добробуту. На даний час без глибокого дослідження процесів водоспоживання неможливо не тільки задати напрямок для проектування систем водозабезпечення, визначити оптимальні темпи і напрямки розвитку, але й забезпечити безперебійне водопостачання, при раціональному використанні води.

Високий рівень енергоємності продукції і послуг вітчизняних водопостачальних підприємств обумовлений нераціональним використанням енергії у виробничих процесах внаслідок значного зношення діючого обладнання, високого рівня втрат води в мережах, а також завідома високою енергоємністю продукції і послуг, закладеною при проектуванні цих підприємств. Останній фактор значною мірою визначений історично початковими умовами розвитку систем водопостачання і водовідведення в містах України. Становлення цієї сфери комунального господарства відбувалося в період панування планової економіки (1960-1980-і роки), яка характеризувалася найбільшими розмірами державних капітальних вкладень у міськводоканали. У той час розвиток економіки відбувався переважно екстенсивним шляхом в умовах низьких цін на енергоресурси.

При проектуванні насосних станцій (з розрахунком на ріст водоспоживання в майбутньому) насоси вибиралися зі стандартного ряду з запасом по напору і розраховувалися на максимальний режим витрати, однак при цьому не враховувалися коливання добового графіка споживання води.

Враховуючи вищезазначене, актуальною проблемою для підприємств водопостачання є високий рівень енерговитрат, які обумовлені встановленням обладнання завищеної потужності. Таким чином практично у всіх містах України є резерви зниження енергоємності водопостачання за рахунок визначення оптимальної кількості насосного обладнання насосної станції системи водопостачання на підставі аналізу коливань добового графіка споживання води.

## ЗИМОВИЙ САД НА ПІДПРИЄМСТВІ «АС-ПОЛІГРАФ»

### WINTER GARDEN OF “AS-POLIGRAF” COMPANY

*Богданович В.С., студент, Суміна О.М., доцент,  
Ткачук Ю.Я., доцент, СумДУ, Суми*

*Bohdanovych V.S., student, Sumina O.M., associate professor,  
Tkachuk Y.Y., associate professor, SumSU, Sumy*

Поліграфічне виробництво відноситься до ряду шкідливих виробництв, так як у технологічних процесах використовуються поліграфічні матеріали, переважно на полімерній основі. Провідні групи: друкарські фарби і лаки, органічні розчинники і розріджувачі, фотополімерні композиції.

Застосування поліграфічних матеріалів у технологічних процесах обумовлює забруднення повітря робочої зони шкідливими речовинами, в тому числі 2 і 3 класів небезпеки, які перевищують відповідні ГДК у 1,2 – 5 разів.

Флексографічним друкарським фарбам притаманні: вплив на центральну нервову систему, здатність проникати через непошкоджену шкіру. Водні флексографічні фарби викликають порушення з боку клітинної та гуморальної ланок імунної системи. Розчинники і розріджувачі офсетних та флексографічних фарб проявляють подразнювальну дію й уражають центральну нервову систему.

Для запобігання подібного шкідливого впливу на працюючого використовуються засоби індивідуального захисту, такі як: рукавички, рукавиці; захисні окуляри; маски; респіратори і навіть протигазу.

Проте ці заходи не можуть вирішити проблему захворюваності серед персоналу. Одним із найкращих методів, який буде доповнювати вищенаведені, є організація рекреаційних зон, таких як зимовий сад. У ньому людина зможе періодично відпочивати після обіду, роботи. Мікроклімат зимового саду позитивно впливає на здоров'я працівників сприяє зменшенню кількості лікарняних та курців.

Провівши аналіз енерговикористання на підприємстві «АС-Поліграф», прийшли до висновку, що можливо скоротити тепловтрати через стіни шляхом прибудову зимового саду. Таким чином зимовий сад буде являти собою буферну зону між внутрішніми приміщеннями будинку та зовнішнім середовищем.

Отже, використання зимового саду на підприємстві хоча й дещо підвищить витрати на енергоресурси, проте принесе вигоду через скорочення виплат на лікарняні працівникам, що в свою чергу позитивно вплине на темпи виробництва. Також, можливим є оренда зимового саду для різного роду урочистостей.

## ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ РЕГУЛЬОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА СУМСЬКІЙ БІОФАБРИЦІ

### PERSPECTIVES OF REGULATED SUPPLY SYSTEM CREATION FOR SUMY BIOLOGICAL FACTORY

*Коваленко Т.С., студентка, Ткачук Ю.Я., доцент, СумДУ, Суми*

*Kovalenko T.S., student, Tkachuk Y.Y., associate professor, SumSU, Sumy*

Проблема енергозбереження в системах водопостачання населення та промислових підприємств в теперішній час досить актуальна. Важливість її підвищується кризовими явищами в економіці України. Звичайні системи водопостачання, як закономірність, мають нерегульовані насосні агрегати як першого, так і другого підйому. Одним із можливих шляхів економії енергії в таких системах є пристрій регульованих автоматичних систем, які забезпечують необхідною кількістю води споживачів в певний час постачання в залежності від потреби.

Згідно аналізу даних, отриманих при енергетичному обстеженні водокачки Сумської біофабрики було отримано те, що в нічний час вода необхідна виключно для протипожежних потреб. Підприємство в нічний час не працює, а система водопостачання продовжує свою роботу, тобто витрати енергії на перекачку завищені.

Керівництво біофабрики звернулося з проханням знайти спосіб зменшення енергозатрат в неробочий час в системі водопостачання. Одним із вигідних варіантів було запропоновано використати керування електродвигунів насосних агрегатів станції 2-ого підйому. Для цього довелося встановлювати закон добової зміни потреби в воді. Такий закон було виведено при дослідженні добової потреби води у вигляді графіку водоподачі й представлений у вигляді математичного виразу, на основі якого можна підібрати відповідний перетворювач частоти напруги, яка підводиться та забезпечити заданий режим роботи насосного агрегату 2-ого підйому.

В запропонованому аналітичному виразі можна змінювати цифри, які характеризують початок і закінчення роботи водокачки. Такий підхід дає можливість переходити на інший режим водопостачання, наприклад, при переході з однозмінного на трьохзмінний режим роботи і навпаки. Це дозволяє створити гнучку систему регулювання водопостачання, яке б відповідало вимогам підприємства.

## НАБЛИЖЕНИЙ ОПИС ШВИДКОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У МІСТІ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ СУПУТНИХ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ

### APPROXIMATE DESCRIPTION OF THE SPEED OF VEHICLES IN THE CITY FOR THE ENERGY ESTIMATE RELATED AIR FLOW

*Ткачук Ю.Я., доцент, СумДУ, Суми*

*Tkachuk Y.Y., associate professor, SumSU, Sumy*

Міський транспорт в сучасному суспільстві відіграє важливу комунікативну роль, поєднуючи окремі структури міста та утворюючи тим самим єдину систему з адміністративних, промислових та жилих одиниць. Це, безумовно, позитивна сторона розвитку міського транспорту. Однак має місто негативний вплив міського транспорту, наприклад, забруднення навколишнього середовища, великі витрати рідкого палива на основі переробки нафти, запаси якої катастрофічно зменшуються.

Чи є можливість зберегти позитивні та зменшити негативні наслідки використання міського транспорту? Найбільш перспективними є два підходи: перший – заміна рідкого палива на нафтовій основі на паливо на основі етилових спиртів чи рослинної сировини, другий – перехід на електромобільний транспорт.

На наш погляд можливий і третій шлях – використання енергії повітряних потоків, виникаючих при русі транспортних засобів, особливо на окружних дорогах, автобанах, швидкісних магістралях, де допустимі швидкості автомобілів значно перевищують 100 км/год.

Навіть декілька відсотків утилізованої енергії повітряних потоків дозволяють отримати в абсолютних одиницях значний економічний ефект. Для рішення цієї важливої задачі необхідна хоча б наближена оцінка енергії потоків повітря від рухаючихся транспортних засобів. Таку оцінку почали проводити Целікова Ю.В. та Романенко Н.В. на вибраній ними ділянці довжиною 400 метрів між двома зупинками у світлофорів.

Аналіз руху транспортних засобів(легкових автомобілів) показує, що графічно залежність швидкості автомобіля можна представити кривою у вигляді купола з плоскою вершиною. Плоска частина графіка являє собою швидкість при усталеному русі автомобіля, права частина графіка – це крива розгону(швидкість збільшується від  $v=0$  до  $v=v_{\max}$ ), а ліва частина – гальмування, де швидкість зменшується від  $v=v_{\max}$  до  $v=0$ . Таким чином, в цілому зміна швидкості автомобіля уздовж дороги представляється складаючоюся з процесів розгону, руху з усталеною швидкістю та гальмування. На вимірюваній ділянці в 400м ділянка розгону та гальмування склали по 10-15 метрів, тобто приблизно 5-6%, що знаходяться в межі

допустимої помилки таких розрахунків. Тому, при приблизних розрахунках ділянками розгону та гальмування можна знехтувати. Однак, для більш точних розрахунків можна враховувати й ділянки розгону та гальмування. Для цього необхідно скласти аналітичний вираз, описуючий весь процес руху автомобіля від моменту рушання з місця й до чергового гальмування.

Для отримання аналітичного виразу скористаємось підходом описаним в роботі Ю.Я. Ткачука «Удосконалення методів розрахунку промислових роботів», К.:1988

В результаті отриманий вираз який описує зміну швидкості руху автомобіля в міських умовах, коли необхідно періодично зупинятися перед

$$\text{світлофорами: } v = v_{\max} \left[ 1 - \frac{1}{e^{\frac{K_1 \cdot L}{10}}} - \frac{1}{e^{K_2 \cdot \left(1 - \frac{L}{400}\right)}} \right],$$

де  $v$  – поточне значення швидкості, км/год;

$v_{\max}$  - максимальна швидкість, тобто швидкість усталеного руху, км/год;

$e$  – основа натурального логарифма;

$L$  - поточна відстань від місця руху.

10 та 400 – відповідно шлях розгону та шлях закінчення гальмування, метри.

# **ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕПЛОФИЗИКА**

## СИСТЕМА АВТОНОМНОГО ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ КАМЕРИ-ПРИТУЛКУ ДЛЯ ШАХТАРІВ

### SYSTEM OF AUTONOMOUS COLD SUPPLY CAMERA REFUGE FOR MINERS

*Арсеньєв В.М., професор, Тимченко А.А., студент, СумДУ, Суми*

*Arseniev V.M., professor, Timchenko A.A., student, SumSU, Sumy*

Высокая аварийность угольных шахт Украины требует создания современного горноспасательного оборудования, в том числе и камер-убежищ стационарного и передвижного типа. При разработке транспортабельных камер-убежищ для рабочих забоев необходимо предусматривать полную автономность жизнеобеспечения шахтеров в течении трех суток.

Выбор способа охлаждения воздуха внутри камеры-убежища в период аварийной ситуации на шахте характеризуется многовариантностью и обусловлен возможностями неповрежденных связей с внешними источниками энергии различного вида. Однако предусмотреть вероятность сохранения линии энергопитания того или иного вида реально не представляется возможным. Даже наличие статистических данных по этому вопросу не дает 100-процентной гарантии правильности выбора внешнего источника энергопитания для работы холодильной системы и поэтому охлаждение внутрикамерного воздуха должно быть реализовано на базе возможностей резерва энергоресурсов в виде электроаккумуляторов, аккумуляторов хладоносителя, топливных элементов, сжиженных газов и др.

Схемное решение оптимального варианта холодильной установки для камеры-убежищ базируется на применении системы охлаждения с промежуточным хладоносителем, в которой испаритель выполняет также функции аккумулятора холода. В качестве приборов охлаждения могут применяться либо воздухоохладители, либо батареи с панельным оребрением, что позволяет реализовать перехват внешних теплопритоков с помощью воздушного или панельного экранирования.

Расчет холодопроизводительности выбранной системы охлаждения имеет определенную специфику, связанную с динамическим характером теплопритоков от наружной газовой среды, образованной за счет взрыва метано-воздушной или пылегазовой смеси. На базе некоторых допущений была разработана приближенная методика определения динамической характеристики изменения температуры наружной газовой среды, в которой предусматривается охлаждение указанной среды только за счет теплопроводности подземного массива, окружающего рассматриваемый шахтный канал стандартных размеров.

Выбор оборудования системы хладоснабжения выполняется на основе возможностей минимизации массо-габаритных показателей и показателей энергопотребления.



МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ РІДИННО-ПАРОВОГО ЕЖЕКТОРА,  
ЩО ПРАЦЮЄ В РЕЖИМІ ВАКУУМУВАННЯ

MATHEMATICAL MODELING  
OF WORKING PROCESS OF LIQUID-STEAM EJECTOR,  
PUMPING OUT WORKING IN A MODE

*Арсеньєв В.М., професор, Шаранов С.О., аспірант,  
Прокопов М.Г., асистент, СумДУ, Суми*

*Arseniev V.M., professor, Sharapov S.O., postgraduate student,  
Prokopov M.G., assistant, SumSU, Sumy*

В настоящее время струйные аппараты жидкостно-парового типа, работающие в режиме вакуумирования, имеют ограниченное применение в машиностроении, металлургии и других отраслях техники и народного хозяйства из-за их недостаточной изученности в теоретическом плане. Целью данной работы является математическое моделирование рабочих процессов данных аппаратов с целью составления численного метода расчета с последующей оценкой их эффективности.

Математическая модель рабочего процесса жидкостно-парового эжектора, работающего в режиме вакуумирования, численно описывается в виде системы уравнений сохранения массы, количества движения, энергии, состояния среды и производства энтропии, в интегральном виде, а также зависимостями по кинетике парообразования, характеристикам дробления и полидисперсного распределения жидкой фазы, и критическим режимам. Течение смешиваемых двухфазных потоков влажного пара в проточной части по своей природе является турбулентным характеризуется мелкодисперсной парок капельной структурой, термической метастабильностью жидкой фазы и интенсивными тепло- и массообменными процессами. Для расчета осредненных параметров по длине тракта и суммарных характеристик компрессора применяется система уравнений одномерного адиабатного движения в квазиравновесном термодинамическом приближении для выделенных границ рассматриваемого участка течения.

По результатам математического моделирования строим графические зависимости достижимых показателей от давления в приемной камере, таких как коэффициент инжекции, степень паропроизводства пара и эксергетический к.п.д. эжектора. Также расчетные результаты представлены в виде таблиц для различных режимов работы в зависимости от рабочего давления в приемной камере.

На основании результатов расчета следует, что составленная математическая модель учитывает термическую метастабильность двухфазного потока, характерный низкий уровень массового коэффициента инжекции, состояние потоков на входе в смесительную камеру и ее геометрическую форму. Также степень завершенности обменных процессов в каналах проточных частей является фактором, определяющим эффективность рабочего процесса жидкостно-парового эжектора.

## МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ЗМІННИХ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН ВІДЦЕНТРОВИХ КОМПРЕСОРИВ

### TECHNIQUE OF DESIGNING OF REPLACEABLE FLOWING PARTS OF CENTRIFUGAL COMPRESSORS

*Білик Я.І., студент, Калінкевич М.В., доцент,  
Калашніков А.М., ст. викладач, СумДУ, Суми*

*Bilyk Y., student, Kalinkevych M., associate professor,  
Kalashnikov A., lecturer, SumSU, Sumy*

У газодобувній промисловості застосовують компресори великої потужності. На головних компресорних станціях вони використовуються для дотискування природного газу до параметрів, які потрібні для його транспортування у магістральному трубопроводі.

Під час вироблення газового родовища пластовий тиск падає, в той час, коли транспортний тиск повинен бути постійним. Це потребує встановлення нового компресора, який буде забезпечувати більше відношення тисків, безперебійний видобуток і транспорт газу. Однак такі дії потребують великих втрат часу та коштів на проектування, виготовлення та монтаж на місці використання.

Іншим шляхом підвищення відношення тисків компресора – це заміна проточної частини. При цьому залишаються корпус компресора з під'єднаними до нього трубопроводами газового тракту, а також вузли підшипників та ущільнень.

Метою роботи є розробка методики проектування змінних проточних частин з широким діапазоном відношень тисків для відцентрових компресорів газоперекачувальних агрегатів.

Для визначення кількості змінних проточних частин та їх параметрів потрібно було розв'язати такі завдання:

- визначення теплофізичних властивостей газу для широкого діапазону значень тисків;
- визначення безрозмірних характеристик для змінних проточних частин з різною кількістю ступенів;
- визначення видаткових і напірних параметрів для кожної ЗПЧ, які відповідають зоні економічної роботи.

У процесі розробки методики виконувались розрахунки для відцентрового компресора газоперекачувального агрегату дотискуючої компресорної станції з приводом від газової турбіни ПС-90 потужністю 16 МВт, кінцевим тиском газу 5,49 МПа, відношенням тисків від 1,44 до 3, частотою обертання ротора 5300 об/хв, початковою температурою 288 К.

Теплофізичні властивості газу для діапазону значень тисків, які відповідають заданим відношенням тисків, можна визначити з

використанням рішення рівняння Бенедикта-Вебба-Рубіна методом Лі-Кеслера.

За базову характеристику для ЗПЧ з відношенням тисків  $\Pi=1,44$  була прийнята характеристика двоступеневого компресора ГПА потужністю 16 МВт.

Безрозмірні характеристики для змінних проточних частин з різною кількістю ступенів визначаються з урахуванням того, що коефіцієнт теоретичного напору зростає при додаванні ступенів.

Для подальших розрахунків безрозмірні характеристики були представлені у вигляді залежностей зведених параметрів  $\eta_{3\phi} = f(V_{3\phi})$  та  $\Pi_{3\phi} = f(V_{3\phi})$ . Ці характеристики використовуються для визначення коефіцієнтів, що відповідають зоні економічної роботи. Зона економічної роботи встановлена для кожної ЗПА на рівні не менше 95% від максимального. Так як  $\eta_{\max} = 0,85$ , то  $\eta_{\min} = 0,8075$ .

Значення відношень тисків для ЗПЧ визначаються за формулою:

$$\Pi_{\text{ном}}^n = \Pi_{\text{ном}}^{n-1} \cdot \frac{K_{1n}}{K_{2n}} = \Pi_{\text{ном}}^{n-1} \cdot K_n.$$

Для діапазону значень відношень тисків від 1,44 до 3 були визначені характеристики змінних проточних частин, які закривають собою всю область експлуатації за умови використання кожної ЗПЧ в зоні економічної роботи (при зниженнях ККД кожної з них не більше ніж на 5% від його максимального значення). Розрахунки дозволили визначити, що для значень відношень тисків 2,52 та 3, об'ємна продуктивність змінюється незначно і тому для цих значень нема потреби в розробці двох різних ЗПЧ. Отже, остаточно було розраховано, що для покриття всього діапазону потрібно мати п'ять змінних проточних частин.

На основі отриманих даних були розроблені конструктивні схеми змінних проточних частин одновальної компресорної машини. Для  $\Pi = 1,44$  – двоступеневий двопоточний компресор з розташуванням робочих коліс першого та другого ступенів «спина до спини». Для відношення тисків  $\Pi = 3$ , компресор – п'ятиступеневий однопоточний. У цій схемі робочі колеса також розташовані «спина до спини». Після перших трьох ступенів організований відвід стиснутого газу в проміжний теплообмінник, де він охолоджується для зменшення роботи стиснення та потужності.

Вибір необхідної кількості ЗПЧ на допомогу запропонованої методики забезпечує високу економічність роботи компресора в широкому діапазоні відношень тисків.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТИНЧАТОГО КОМПРЕСОРА (ПРК) З РАДІАЛЬНИМИ ПЛАСТИНАМИ

## INVESTIGATION OF VOLUME CHARACTERISTICS OF ROTARY – VANE COMPRESSOR WITH RADIAL VANES

*Грибиніченко М.С., студент, Вертепов Ю.М., доцент, СумДУ, Суми*

*Hrebinichenko M.S., student,  
Vertepov U.M., associate professor, SumSU, Sumy*

Ротационные пластинчатые компрессоры нашли широкое применение в различных отраслях промышленности вследствие простоты конструкции, технологии изготовления, сборки, эксплуатации и регулирования производительности, уравновешенности и надежности.

Целью данного исследования является определение влияния на объемные характеристики ПРК таких факторов, как число пластин  $Z$ , относительный эксцентриситет  $\bar{e}$ , и их толщина  $\delta$  с целью определения оптимальных значений указанных величин.

Оптимальное число пластин  $Z_{opt}$  определялось из условия максимума площади поперечного сечения  $F_{\Pi}$  максимальной рабочей ячейке с учетом ее загромождения пластинами с толщиной  $\delta$  при радиусе ротора  $R$  и эксцентриситета  $e$ .

По итогам выполненных исследований были установлены следующие результаты:

1. С увеличением числа радиальных пластин  $Z$  безразмерная относительная площадь поперечного сечения рабочей ячейки  $\frac{F_{\phi}}{R^2}$  уменьшается и имеет минимум при  $\phi = 180^\circ$ , причем это уменьшение при  $Z \geq 12$  незначительно и его можно не учитывать.

2. Оптимальное число пластин  $Z_{opt}$  для ПРК зависит от его относительного эксцентриситета  $\bar{e}$ , радиуса  $R$  и толщины пластины  $\delta$ , причем оптимизация учитывала только изменение теоретической производительности (без учета мощности трения пластин и внутренних перетечек рабочего тела).

3. С возрастанием относительного эксцентриситета  $\bar{e}$  максимальный объем рабочей ячейки  $F_h$  возрастает прямо пропорционально. Величина  $\bar{e}$  ограничена допустимой глубиной паза ротора и прочностью пластин.

# ТЕПЛОХОЛОДОЭНЕРГЕТИЧНИЙ АГРЕГАТ НА БАЗІ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА НК-16СТ

## HEATCOLDENERGY UNIT ON THE BASIS AIRCRAFT ENGINES NK-16ST

*Романенко О.І., студент, Курилов А.Ф., доцент, СумДУ, Суми*

*Romanenko O.I., student, Kurilov A.F., associate professor, SumSU, Sumy*

Используя теплоту сгорания натурального топлива, можно осуществить одновременную выработку холода, теплоты (для теплоснабжения) и электроэнергии.

Выполнен комплекс научно-исследовательских и проектных работ по созданию принципиально новых теплохолодоэнергетических агрегатов (ТХЭА) для комплексной выработки в едином термодинамическом цикле теплоты, холода электроэнергии.

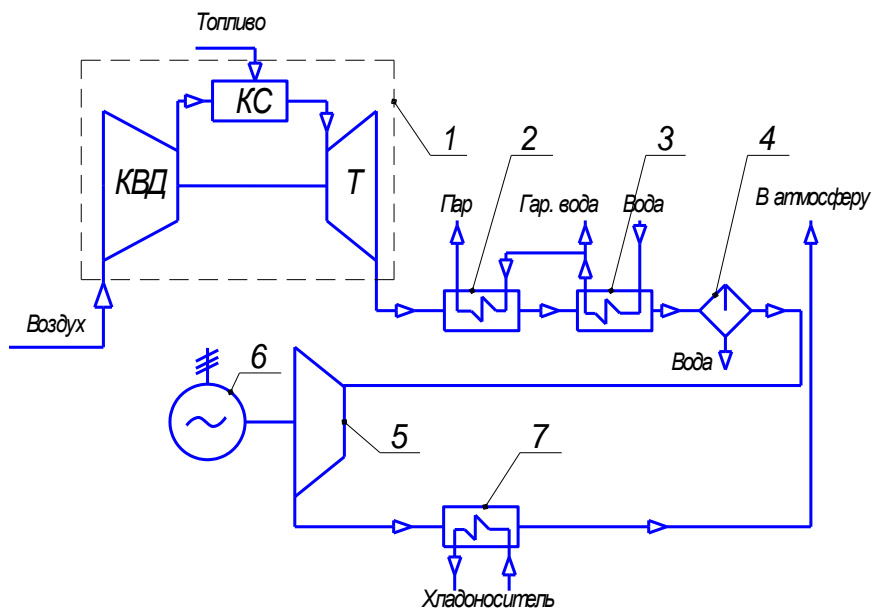


Рисунок 1 – Схема теплохолодоэнергетического агрегата (ТХЭА)

Принцип действия ТХЭА заключается в том, что в генераторе 1, состоящем из компрессора К, камеры сгорания КС и турбины Т для привода компрессора, в результате сжигания жидкого топлива или природного газа в

среде сжатого воздуха образуется газовая смесь (дымовые газы) при повышенном давлении 0,3 – 0,6 МПа и температуре 450 - 650 °С.

В качестве генератора газозвушной смеси в ТХЭА могут быть использованы авиационные газотурбинные двигатели (с использованным летным моторесурсом), свободно-поршневые генераторы газа и высоконапорные парогенераторы.

Дымовые газы (рис.1) поступают в котел-утилизатор 2, в котором образуется пар давлением 0,3 – 0,6 МПа и более, а затем в экономайзер 3, где вода, используемая для питания котла и на горячее водоснабжение производства, нагревается до 60—75 °С.

Дымовые газы при этом охлаждаются до температуры 30—35 °С, т. е. ниже температуры точки росы для водяных паров, присутствующих в продуктах сгорания в результате сжигания топлива. Водяные пары конденсируются и отделяются от потока во влагоотделителе 4.

Далее дымовые газы направляются в турбодетандер 5, где расширяются до давления, близкого к атмосферному. Температура газа снижается до -10 -50 °С.

Мощность, развиваемая турбодетандером, используется для выработки электроэнергии в электрогенераторе 6, спаренном с турбодетандером 5.

Холодные дымовые газы в теплообменном аппарате 7 охлаждают хладоноситель, подаваемый на технологические цели.

Таким образом, в ТХЭА реализуются совмещенные прямой и обратный термодинамические циклы, отличающиеся той особенностью, что газовая смесь, образующаяся в генераторе продуктов сгорания, превращается не только в рабочее тело теплофикационного цикла, но и в рабочее тело обратного цикла.

Высокая эффективность ТХЭА по сравнению с раздельным способом производства теплоты (в основном от котельных), холода (от паровых компрессорных холодильных машин) и двуокиси углерода по обычному абсорбционно-десорбционному методу обуславливается отсутствием теплопотерь с уходящими газами, так как продукты сгорания топлива в итоге выбрасываются в атмосферу при температуре, близкой к температуре окружающей среды.,

В связи с этим сокращается расход топлива примерно на 10 %, полезно используется теплота конденсации водяных паров продуктов сгорания, т. е. утилизируется высшая теплота сгорания топлива, что равноценно сокращению расхода топлива на 10 - 12 %

Сокращение необратимых потерь, связанных с трансформацией одного вида энергии в другой за счет комбинирования прямого и обратного циклов в едином агрегате эквивалентно сокращению расхода топлива на 8—10%.

## ПРОЕКТУВАННЯ РАДІАЛЬНО-ОСЬОВИХ КАНАЛІВ ТУРБОКОМПРЕСОРИВ

### DESIGN OF THE RADIAL-AXIAL CHANNELS OF TURBOCOMPRESSORS

*Скорик А.В., студент, Калінкевич М.В., доцент, СумДУ, Суми;  
Гавриченко І.В., інженер, ВАТ «СМ НВО ім. М. В.Фрунзе», Суми*

*Skoryk A.V., student, Kalinkevych M., associate professor, SumSU, Sumy;  
Havrichenko I., engineer, JSC «Sumy MBSPA named after M.V.Frunze», Sumy*

Структура течения в осесимметричных криволинейных каналах турбокомпрессоров влияет на эффективность машины в целом. К таким каналам относятся радиально-осевые каналы центробежных компрессоров: входное устройство и выходное колено обратного направляющего аппарата.

В работе рассматривается методика проектирования радиально-осевых каналов и последующего расчета течения в них. Для автоматизированного проектирования и расчета таких каналов создана программа в среде Delphi.

Исходными данными для построения меридионального контура канала являются геометрические параметры входного и выходного сечений канала. Проектирование производится в несколько этапов: 1) построение средней линии канала; 2) построение срединной ортогонали согласно выбранного закона изменения площади по длине канала; 3) построение образующих втулочной и периферийной поверхностей в виде кривых 2-го порядка; 4) построение заданного количества ортогоналей к средней линии (построение расчетной сетки).

Закон изменения площади имеет вид

$$F_i = F_0 + \frac{F_2 - F_0}{l_{02}} \cdot l_i + f_2 \cdot l_i \cdot (l_{02} - l_i),$$

где  $F_0$  и  $F_2$  - площадь входного и выходного сечений канала соответственно;

$l_{02}$  - длина средней линии канала;  $f_2$  - коэффициент площади;

$F_i$  и  $l_i$  - текущие площадь канала и длина средней линии соответственно.

Уравнения образующих втулочной и периферийной поверхностей, представленных в виде кривых 2-го порядка, имеют вид

$$f(r, z) = r^2 + A \cdot z^2 + 2 \cdot B \cdot z \cdot r + 2 \cdot C \cdot r + 2 \cdot D \cdot z + E = 0.$$

Для определения неизвестных коэффициентов  $A, B, C, D, E$  составляется система из 5-ти уравнений, которая решается методом Крамера.

Для расчета параметров потока в канале принят ряд допущений: течение считается установившимся, без теплообмена с окружающей средой. Принята физическая модель, в которой газ в ядре потока считается невязким, а вязкость газа учитывается при расчете пограничного слоя. Исходными данными для расчета являются параметры состояния, а также скорость газа во входном сечении канала.

В результате ряда преобразований дифференциальных уравнений движения для невязкой жидкости и уравнения Бернулли получена формула для определения меридиональной скорости вдоль нормали:

$$c_m = c_{m0} \cdot e^{\int R_m} = c_{m0} \cdot e^A.$$

При линейном законе изменения кривизны вдоль нормали интеграл  $A$  для  $j$ -ой линии тока будет иметь вид

$$A_j = \frac{n_j}{R_{\dot{\omega}}} + \frac{n_j^2}{2 \cdot b} \cdot \left( \frac{1}{R_{i\dot{\omega}}} - \frac{1}{R_{\dot{\omega}}} \right),$$

где  $R_{\dot{\omega}}$  и  $R_{i\dot{\omega}}$  - радиусы кривизны образующих втулочной и периферийной поверхностей соответственно;  $b$  - длина ортогонали;  $n_j$  - расстояние по нормали от поверхности втулки до точки, в которой рассчитывается  $c_m$ .

Значение меридиональной скорости на втулочной поверхности  $c_{m0}$  для каждой ортогонали определяется методом последовательных приближений с использованием уравнения расхода.

Толщина пограничного слоя определялась в первом приближении по формуле для плоской пластины.

Для оценки течения по результатам расчета автоматически строятся графики изменения относительной скорости и газодинамической функции давления вдоль образующих втулочной и периферийной поверхностей, а также вдоль средней линии канала. Отрыв потока оценивался по методу Маркова. Согласно этому методу при значениях формпараметра

$A_m = -\frac{\delta}{c_m} \cdot \frac{dc_m}{dl}$ , не превышающих 0,02, отрыв потока не происходит.



# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ В'ЯЗКОГО ГАЗУ У БЕЗЛОПАТКОВИХ ДИФУЗОРАХ ВІДЦЕНТРОВИХ КОМПРЕСОРИВ

## RESEARCH OF VISCOUS GAS FLOW IN VANELESS DIFFUSERS OF THE CENTRIFUGAL COMPRESSORS

*Щербаков О.М., студент,  
Калінкевич М.В., Ігнатенко В.М., доценти, СумДУ, Суми*

*Shcherbakov O., student,  
Kalinkevych M., Ihnatenko V., associate professors, SumSU, Sumy*

Расширение сферы применения центробежных компрессоров сопряжено с необходимостью совершенствования их технико-экономических показателей, в частности повышения КПД, а также расширения диапазона экономической работы компрессора в области малых производительностей.

Компрессоры со ступенями с безлопаточными диффузорами имеют ряд преимуществ - технологичность изготовления, более равномерное распределение давлений за рабочим колесом, что обеспечивает небольшую динамическую нагрузку на ротор. Ступени с безлопаточными диффузорами имеют широкую зону устойчивой работы и пологую характеристику КПД в области больших производительностей компрессора. Однако экономичность безлопаточного диффузора в области малых расходов обычно заметно ниже, чем лопаточного. Это вызвано в первую очередь возникновением обратного течения вследствие отрыва пограничных слоев от боковых стенок.

Целью работы является создание комплекса компьютерных программ, которые могут позволить выполнить численное исследование конструктивных и режимных параметров на характеристики безлопаточных диффузоров центробежных компрессоров.

Система уравнений для расчета течения газа в осесимметричном канале состоит из уравнений движения, осредненных по Рейнольдсу (RANS), уравнения неразрывности, уравнения состояния и уравнения процесса.

Расчет течения газа выполняется в два этапа:

- 1.Определение осредненных параметров течения;
- 2.Расчет полей скоростей и характерных величин пограничного слоя.

Средняя радиальная проекция скорости находится из уравнения:

$$c_{\text{ср}} = \frac{G}{2\pi r b \rho_{\text{ср}}}.$$

При неразвитом турбулентном течении, средняя окружная проекция скорости  $c_u^{cp}$ :

$$c_u^{cp} = c_{u3} \cdot \frac{r_3}{r} \cdot \left( 1 - 2 \cdot \left( \frac{\delta_{ru}^{**}}{b_3} \right) \right)$$

где  $\delta_{ru}^{**}$  - толщина потери момента.

При полностью развитом течении, средняя окружная составляющая скорости  $c_u^{cp}$

$$c_u^{cp} = c_{u3} \cdot \frac{r_3}{r} \cdot \left\{ 1 + 0,6\mu \left[ \left( \frac{r}{r_3} \right)^{1,25} - 1 \right] \right\}^{-1,333}$$

Изменение давления вдоль радиуса определяется соотношением:

$$\frac{p - p_3}{\rho c_{r3}^2} = \frac{0,7778}{\sin \tilde{\alpha}_3} \left[ 1 - \left( \frac{r_3}{r} \right)^2 \right] - 0,0516 \left( \frac{c_{r3} b_3}{\nu} \right)^{-0,25} \frac{r - r_3}{b_3} \left[ 1 + \frac{r_3}{r} \left( 1 - \frac{r_3}{r} \right) (\operatorname{ctg} \tilde{\alpha}_3)^{2,75} \right].$$

Для возможности математического описания закономерностей течения в пограничном слое была принята упрощенная модель пограничного слоя, согласно которой, пограничный слой условно можно разделять на две области: а) область ламинарного течения вблизи стенки (вязкий подслой); б) область турбулентного течения, в которой проявляются как молекулярные, так и молярные силы трения.

Оценка возможности появления отрыва пограничного слоя для радиальной составляющей может выполняться с использованием формпараметра Бури:

$$\Gamma = \frac{\delta_r^{**}}{\rho C_r^2} \frac{dp}{dr} \left( \frac{\delta_r^{**} C_r}{\nu} \right)^{\frac{2m}{m+1}},$$

где  $\delta_r^{**}$  - толщина потери импульса

Условие отрыва потока:

$$\Gamma < \Gamma_0 = -0,06.$$

Программа для расчета турбулентного течения газа в безлопаточном диффузоре разработана в среде Delphi 7.0. Программа имеет удобный интерфейс и позволяет рассчитывать параметры потока, характерные величины пограничного слоя.

ВИБІР ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ХОЛОДИЛЬНОГО  
КОМПРЕСОРА СОГ-4 КС «ЯМБУРГСЬКА» ЗА ДОПОМОГОЮ  
КОМП'ЮТЕРНОГО 3D МОДЕЛЮВАННЯ

SELECTION AND OPTIMIZATION OF STRUCTURAL ELEMENTS  
REFRIGERATION COMPRESSOR CGS-4 CS «YAMBURGSKAYA»  
USING 3D COMPUTER SIMULATION

*Безпалько Я.С., Жуков С.А., Обухов О.А., Тимофеев В.В.,  
інженери-конструктори, ВАТ «СНВО ім. М.В. Фрунзе», Суми*

*Bezpalko Y. S., Jykov S.A., Obukhov A.A., Temofeev V.V.,  
engineer-designers, JSC «Sumy MBSPA named after M.V.Frunze», Sumy*

Во избежание растепления вечномерзлых грунтов, температура природного газа подаваемого в магистральный трубопровод должна соответствовать температурному интервалу от 0 до минус 2<sup>0</sup>С. Необходимый температурный режим газа, в течение года, обеспечивается таким образом: в зимнее время, приблизительно 6 месяцев, компримируемый газ охлаждается аппаратами воздушного охлаждения (АВО), в летнее же время, когда температура окружающей среды поднимается до значений +13<sup>0</sup>С, природный газ охлаждается последовательно в АВО и испарителях СОГ.

Основным элементом СОГ является холодильный центробежный компрессор с параметрами:

- начальное давление 0,233 МПа;
- политропный КПД -78%;
- отношение давлений – 4,14;
- производительность, приведенная к нормальным условиям – 28, 7 м<sup>3</sup>/с.

Учитывая физические свойства холодильного агента и параметры, которые должен обеспечить проектируемый центробежный компрессор возникло ряд технологических и конструкторских задач:

- определение компоновки проточной части холодильного компрессора;
- выбор материала корпусных деталей;
- определение конструкции корпуса и технологии его изготовления;
- определение возможности применения высокорасходной ступени с условным коэффициентом расхода 0,13;
- выбор материала для рабочих колес;
- разработка технологии изготовления рабочего колеса первой ступени компрессора.

Проанализировав параметры, которые должен обеспечить центробежный компрессор, было принято решение применить двупоточную схему, которая наиболее рациональна с конструкторской точки зрения и

технологичности изготовления. Компонуя проточную часть по схеме «спина к спине» исключается установка думмиса, т.к. идёт разгрузка осевых сил действующих на ротор проточной части (секции симметричны). Разделяя поток, так же исключается сверхзвуковое течение хладагента в элементах проточной части.

Для решения вышеуказанных задач были привлечены современные программные комплексы: FlowER, ProEngineer, Ansys. С помощью программы FlowER было проведено поверочные расчеты течения газа в проточной части первой ступени компрессора, в основе которой лежит осерадиальное рабочее колесо с пространственной формой лопаток. Получены интегральные характеристики ступени компрессора, позволили подтвердить теоретические характеристики. В программном комплексе ProEngineer было произведено моделирование наиболее проблематичных элементов конструкции центробежного компрессора, таких как его корпус, крышка и рабочее колесо с пространственной формой лопаток. Основной целью моделирования было необходимость достигнуть минимальных массогабаритных их показателей, выбор оптимальной толщины стенок и технологичность конструкции. С помощью объемного моделирования было спроектировано три различных варианта корпуса: с горизонтальным разъемом и патрубками направленными вниз, с горизонтальным разъемом и патрубками направленными вбок и баррельный корпус. Все варианты корпусов соответствовали жестким требованиям, предусматривавшие обеспечение минимальных массогабаритных показателей. Объемная модель рабочего колеса с пространственными лопатками позволила отработать технологичность конструкции основного и покрывного дисков и колеса в целом, спроектировать форму технологических пазов в покрывном диске, через которые осуществлялась его приварка к лопаткам.

С помощью программного комплекса ANSYS были выявлены места концентраторов напряжения в элементах конструкции компрессора, проанализированы причины их возникновения и приняты меры для их исключения. Полученные результаты прочностных испытаний были подтверждены при проведении гидроиспытаний. При испытаниях на корпусе компрессора были размещены тензодатчики, которые предоставили действительную картину перемещений элементов корпуса. Расхождение между расчетными и действительными перемещениями не превышали 5%. Так же при проведении разгонных испытаний рабочих колес было получено подтверждение правильности принятых решений по выбору материалу и их конструкции.

Благодаря применению современных программных комплексов удалось создать современный компрессор, отвечающий всем современным требованиям компрессоростроения.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ  
РОЗРОБКИ РОБОЧОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЦИЛІНДРОВИХ ГРУП I,  
II, III СТУПЕНІВ КОМПРЕСОРА «4ГМ10–48/2–57С»

APPLICATION OF PARAMETRIC MODELING FOR THE DEVELOPMENT  
OF WORKING DOCUMENTATION CYLINDER GROUPS I, II, III  
COMPRESSOR STAGES «4GM10-48/2-57C»

*Беков О.А., інженер-конструктор II к.,  
Либенко В.О., Туренко М.А., інженери-конструктори III к.,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми*

*Bekov A., engineer-designer II cat.,  
Lybenko V., Turenko M., engineer-designers III cat.,  
JSC «Sumy MBSPA named after M.V. Frunze», Sumy*

К настоящему времени ОАО «Сумское НПО им. М. В. Фрунзе» было выпущено более 1000 поршневых компрессоров.

При проектировании нового компрессора больше 60% времени конструктор тратит на разработку чертежей. Для ускорения получения рабочей документации и облегчения работы конструктора в Объединении разработаны и продолжают разрабатываться модели стандартизированных узлов и деталей, созданные согласно действующим СТП. Однако свойства программного продукта ProEngineer позволяет значительно ускорить процесс разработки рабочей документации, используя ранее не задействованные возможности унификации трёхмерных моделей – параметрическое моделирование, позволяя использовать информацию не только о геометрическом образе.

Цель работы: Совершенствование методологии проектирования цилиндрической группы (ЦГ) для ускорения получения конструкторской документации.

Нашим коллективом разработана САПР ЦГ в системе ProEngineer, базирующаяся на методике и алгоритме расчета, используемого на ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе». За основу разрабатываемой параметрической модели положена твердотельная модель ЦГ наиболее распространенной конструкцией для базы М10. Результаты расчетов импортируются в модель путем придания им статуса параметров, что позволяет осуществлять динамическое изменение геометрии модели при задании новых значений начальных параметров.

Создание чертежа на основе новой геометрии модели ПГ происходит путем автоматической регенерации прикрепленного к модели шаблона чертежа.

За базовую модель взят цилиндр первой ступени Ø550 мм компрессора 4ГМ10-48/2-57С. Цилиндр компрессора изготовлен из серого чугуна, с водяным охлаждением, два прямооточных клапана в каждой газовой полости. Для облегчения производства отливки цилиндр выполнен сквозным, сальник

устанавливается в крышку-фонарь. Цилиндры диаметром меньше 220 мм изготавливать сквозными считается нетехнологично для базы М10. Согласно конструкции цилиндра диапазон диаметров цилиндра – 220 – 650 мм.

В рамках данной работы спроектированы 3 ступени для компрессора 4ГМ16-48/2-57С, по заказу 12112, г. Кудиновка, Россия.

В работе выполняется проверочный прочностной расчет разработанной ЦГ с помощью автоматизированных прочностных расчетов цилиндрической группы в среде MS Excel 2003. При данном подходе, файл может храниться на сервере и содержать БД всех произведенных расчетов.

Все расчеты ведутся с использованием БД, которые представляют собой электронные таблицы с необходимыми для расчета коэффициентами и параметрами. Информация в данных таблицах заблокирована для корректировки другими пользователями. Автоматически формируется расчетная документация. Для удобства расчет каждого элемента размещен на отдельном листе.

Согласно нормам для изготовления чертежа такого уровня сложности, как цилиндрическая группа необходим инженер-конструктор I кат. Время разработки КД одним конструктором равно 32,3 дня.

В данном случае для разработки чертежа цилиндрической группы со всеми известными исходными данными, а также чертежей узлов входящих в цилиндрическую группу конструктор тратит 1 ... 2 ч. Для получения прочностных расчетов – 1 ч. Проверка чертежей и корректировка – 4 ... 5 ч. На получение готового чертежа ЦГ конструктор тратит около 1 рабочего дня.

Результаты:

- разработана параметрическая твердотельная модель ЦГ в составе цилиндр, крышка-фонарь, задняя крышка, нажимной фонарь, клапанная крышка;

- автоматическое получение чертежей ЦГ с минимальной ручной корректировкой.

- применение Pro/Engineer доказало целесообразность выбора данного продукта как наиболее подходящего для осуществления поставленных задач. Расчет реализован внутри продукта в нескольких его модулях, поэтому нет необходимости в использовании дополнительного программного обеспечения;

- автоматизированные проверочные прочностные расчеты ЦГ в среде MS Excel. Автоматическое получение расчетной документации;

- созданная САПР успешно прошла проверку на производстве;

- данная САПР внедрена и используется в отд. 331 СКБ ТКМ ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе»;

- создана база данных ЦГ;

В дальнейшем планируется пополнение созданной базы данных геометрических образов ЦГ (в зависимости от конструкции цилиндра и базы компрессора), для максимально возможного облегчения процесса проектирования.

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ТА ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОРШНЕВИХ  
КОМПРЕСОРИВ ПРИ НАЯВНОСТІ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ ГАЗУ У  
ВСМОКТУЮЧІЙ СИСТЕМІ

THE THERMODYNAMIC, DYNAMIC ANALYSIS OF RECIPROCATING  
COMPRESSOR IN THE PRESENCE OF RESONANT FLUCTUATIONS OF  
GAS IN SOAKING UP SYSTEM

*Рутковський Ю.О., професор, «ДонДТУ» Алчевськ;  
Найчук В.В., Телик О.М., інженери-конструктори,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми*

*Rutkovsky U., professor, «DonGTU», Alchevsk;  
Naychuk V., Teslyk O., engineer-designers,  
JSC «Sumy MBSPA named after M.V. Frunze», Sumy*

Во многих отраслях промышленности воздушные поршневые компрессоры двойного действия получили широкое применение, главной целью которых является получение сжатого воздуха. Менее 25% затраченной электроэнергии на получение сжатого воздуха переходит в его потенциальную энергию, что свидетельствует о том, что сжатый воздух является самым дорогим источником энергии. Со временем в связи с физическим и моральным износом оборудования действительная производительность компрессора уменьшается, что влечет за собой серьезные капитальные затраты. Одним из вариантов увеличения производительности без капитальных затрат является резонансный наддув [1-2]. Достижение резонансного наддува осуществляется путем настройки всасывающей линии на резонанс, то есть на совпадение частоты собственных колебаний давления газа с частотой возмущающих импульсов по второй гармонике, при котором положительное значение амплитуды колебания давления совпадает с моментом закрытия всасывающих клапанов при положении поршня в мертвых точках. Это влечет за собой увеличение объема газа поступающего в цилиндр, следовательно, давление в первой ступени тоже возрастет [4].

Амплитуда колебания давления в патрубках в отдельных случаях достигает 25% от номинального давления и влияние таких колебаний весьма велики [3]. Таким образом, при проектировании коммуникаций компрессорных установок необходимо учитывать их акустические характеристики. Как правило, движение воздуха в трубопроводах считается установившимся или описывается упрощенными зависимостями, что приводит к погрешностям в расчетах акустических характеристик трубопроводов. Резонансный наддув пока не нашел широкого применения. Основными причинами этого являются значительные расхождения между теоретическими и действительными значениями резонансных длин всасывающих трубопроводов, отсутствие сведений на наполнения цилиндра газом. Необходимо иметь полное представление об эксплуатационных качествах компрессора в режимах использования колебаний давления во всасывающем трубопроводе, так как стационарные воздушные компрессоры

имеют нерегулируемый привод, а всасывающие трубопроводы выполняются различных размеров, которые определяются расположением оборудования в помещениях компрессорных станций.

Много статей было посвящено акустическому наддуву, но все же, некоторые последствия этого процесса остаются неизвестными [5-6]. Для более глубокого анализа резонансного наддува был проведен термодинамический расчет компрессора 4ВМ10-55/71 с учетом резонанса и сравнен с термодинамическим расчетом этого же компрессора без резонанса. Исходя из расчетов видно явное увеличение температуры газа на линии нагнетания первой ступени за счет увеличения давления газа в цилиндре. Рассмотрены вопросы влияния резонансных колебаний давления во всасывающей системе на температурные режимы поршневых компрессоров с цилиндрами двухстороннего действия в первой ступени. На основе динамического расчета компрессора показано возрастание нагрузок на полость цилиндра, а также на механизм движения первой ступени. С помощью современных технологий САПР (ProEngineer) провели прочностные расчеты более нагруженных деталей первой ступени с учетом резонанса. Прочностные расчеты позволяют определять максимально возможные напряжения в отдельных узлах компрессора и делать выводы о долговечности их использования.

Резонансный наддув является перспективным способом повышения производительности поршневых компрессоров. Следует отметить, что резонансные явления повсеместно используются для повышения мощности двигателей внутреннего сгорания.

На промышленных предприятиях увеличение производительности даже на 5-7% несет значительные прибыли владельцам. При резонансной длине всасывающего патрубка производительность компрессора может возрасти на 15-20%, по сравнению с длиной патрубка, отличающегося от оптимальной резонансной длины. Что само за себя говорит об актуальности более детального изучения резонансного наддува.

#### Список литературы

1. Рутковский Ю.А. Работа поршневого компрессора при наличии колебаний давления воздуха во всасывающем трубопроводе // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2008.-№3(13), 83-92с.
2. Лавренченко Г.К., Швец С.Г. Основы теории резонансного наддува поршневых компрессоров // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2006.-№1(3), 31-38с.
- 3 Френкель М.И. Поршневые компрессоры.-М.: Машиностроение, 1969г.-742с.
4. Боднер В.А. Повышение мощности двигателей внутреннего сгорания. «Дизелестроение», 1939г.-№2, 17-22с.
5. Алексеев В.В. Теоретические исследования резонансного наддува поршневых компрессоров. «Изв. высш. учебн. завед.», геол. и разв., 1972, №2.
6. Хачатурян С.А. Резонансный наддув поршневых компрессоров .-М.: ВИНТИ, 1958г., 12с.



УТОЧНЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДИНАМІЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ ВАКУУМНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ  
THE REFINED DESIGN PROCEDURE OF DYNAMIC PERFORMANCE FOR  
VACUUM COOLING SYSTEM

*Мелейчук С.С., доцент, Арсен'єв В.М., професор,  
Пономаренко Д.М., студент, Левченко Д.О., асистент, СумДУ, Суми*

*Melechuk S.S., associate professor, Arseniev V.M., professor,  
Ponomarenko D.M., student, Levchenko D.O., assistant, SumSU, Sumy*

Одним з найбільш простих і надійних способів охолодження рідких середовищ є вакуумування парового простору над поверхнею рідини. У більшості випадків схемне рішення системи вакуумного охолодження передбачає конвективне охолодження рідини за рахунок циркуляції холодоносія в сорочці апарата, конденсацію пари в поверхневому конденсаторі й відкачку парогазової суміші механічним вакуум-насосом або вакуумним агрегатом на базі механічного вакуум-насоса.

Основна проблема, що виникає при виборі вакуумного насосу чи вакуумного агрегату на його базі – це неоднозначність рівня об'ємної продуктивності, що головним чином залежить від рівня підтримуваного вакууму, а також від характеристик конденсаційного обладнання системи вакуумування.

Основний показник, що характеризує систему вакуумного охолодження виражається через динамічну характеристику, що називається швидкістю охолодження. При функціонуванні даної установки має місце енерго- та масообмін між розчином, який охолоджується, та зовнішніми потоками холодоносіїв, навколишнім середовищем та зв'язаними джерелами механічної роботи. Охолодження розчину протікає тільки при умові порушення енергетичного балансу між вхідними та вихідними енергетичними потоками для обраного контрольного простору системи, що розглядається.

Побудувавши схему масових та енергетичних потоків, можна вирішити рівняння, що визначає швидкість охолодження водного розчину. Уточнена методика вакуумного охолодження враховує втрати тепла до навколишнього середовища шляхом введення конвективної складової, що визначається по відомим залежностям.

За результатами даної роботи розроблено програму розрахунку динамічних характеристик системи вакуумного охолодження, що дозволило проаналізувати основні базові схеми вакуумних агрегатів (комбінації одноступеневих вакуумних насосів різної продуктивності, а також комбінації одноступеневих вакуумних насосів з ежекторною ступенем).

Примітка: Дана робота виконана у рамках Гранта Президента України для підтримки наукових досліджень молодих вчених за фінансової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ ГАЗУ У ВИСОКОВИТРАТНИХ  
ВІДЦЕНТРОВИХ КОМПРЕСОРНИХ СТУПЕНЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ  
ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ FLOWVISION

ANALYSIS STREAM GAS IN HIGHTDISCHARGE CENTRIFUGAL  
COMPRESSOR STAGE WITH HELP PROGRAMME SET FLOWVISION

*Мелейчук А.С., студент,  
Ванєєв С. М., Мелейчук С.С., доценти, СумДУ, Суми*

*Melechuk A.S., student,  
Vaneev S.M., Melechuk S.S., associate professors, SumSU, Sumy*

Рабочий процесс в проточных частях турбокомпрессоров характеризуется сложным трехмерным течением рабочего тела, связанным как с геометрией проточной части турбокомпрессора, так и с особенностями работы.

В настоящее время используются современные расчетные программные комплексы, такие как Ansys CFX, FlowVision и др., предназначенные для трехмерного пространственного моделирования течения в проточных частях центробежных компрессорных ступеней.

При проектировании центробежного компрессора основной задачей является получение газодинамических и геометрических параметров и характеристик, обеспечивающих удовлетворительную работу компрессора во всем рабочем диапазоне с достаточно высоким коэффициентом полезного действия.

В данной работе сделано сравнение безразмерных газодинамических характеристик (зависимостей политропного КПД и коэффициента политропного напора от условным коэффициентом расхода), полученных при помощи программных комплексов Ansys CFX и FlowVision, с исходными характеристиками для трех высокорасходных центробежных компрессорных ступеней ( $\Phi_0=0.09$ ,  $\Phi_0=0.12$ ,  $\Phi_0=0.15$ ). Выполнен подробный анализ характеристик, полученных с помощью программного комплекса FlowVision.

Рассматриваемые программные комплексы обладают широкими возможностями по визуализации и интерпретации полученных результатов. В работе представлены результаты визуализации течения газа в проточной части ступени с условным коэффициентом расхода  $\Phi_0=0.12$  (модельная ступень для центробежного компрессора станции охлаждения газа СОГ-4) в виде заливок по давлениям и скоростям, всплывающих из скорости, векторов и т.п., выполненные с помощью программного комплекса FlowVision.

Анализ полученных результатов показал целесообразность применения программного комплекса FlowVision для исследования течений и расчета характеристик центробежных компрессорных ступеней.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ВХІДНОГО РЕГУЛЮЮЧОГО АПАРАТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ FLOWVISION

*Юрко І.В., студент,  
Бондаренко Г.А., професор, СумДУ, Суми*

### OPTIMIZATION OF INLET GUIDE VANES BY USING PROGRAM FLOWVISION

*Yurko. I.V., student,  
Bondarenko G.A., professor, SumSU, Sumy*

В связи с интенсивным развитием газовой промышленности и увеличением количества нагнетателей центробежного типа, наряду с улучшением качества и увеличением надежности, большое значение имеет вопрос повышения эффективности их работы в широком диапазоне режимов, которая может быть достигнута путём применения наиболее экономичного способа регулирования.

До последнего времени вопросам регулирования центробежных компрессорных установок уделялось недостаточное внимание, но актуальность данного вопроса возросла с увеличением цен на энергоснабжение.

В данной работе исследовался метод регулирования путём закрутки потока перед входом в рабочее колесо с помощью входного регулирующего аппарата с поворотными лопатками (ВРА), который является вторым по эффективности методом, после регулирования изменением частоты вращения ротора.

Прототипом послужила конструкция ВРА осевого типа с центральным телом, разработанная «ВНИИГАЗ» для нагнетателя природного газа типа 280-14-7АП. ВРА имеет 15 лопаток, каждая из которых состоит из неподвижного предкрылка стреловидного профиля и поворотного закрылка.

При помощи программы «SolidWorks 2009» была построена твердотельная модель проточной части ВРА с углами установки закрылка равными  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$  и  $45^\circ$ .

Известно, что такие ВРА имеют недостаточную эффективность и узкий диапазон изменения режимов. Целью настоящего исследования была оптимизация геометрических характеристик лопаточного аппарата на основе результатов численного моделирования течения в аппарате с использованием современного программного комплекса FlowVision.

Для численного экспериментального исследования течения через ВРА была создана и апробирована методика расчёта в программном комплексе FlowVision.

При помощи программного комплекса FlowVision было осуществлено численное моделирование течения во входном регулирующем аппарате при разных углах поворота закрылка, в результате чего были получены интегральные значения газодинамических характеристик (статического давления  $p$ , полного давления  $p^*$ , плотности  $\rho$ , абсолютной скорости  $c$ ) на входе и выходе ВРА. Для заданной массовой скорости в контрольных сечениях получены графики изменения радиальной  $c_x$ , расходной  $c_z$ , окружной  $c_u$  составляющей абсолютной скорости  $c$ , а также угол выхода потока по высоте лопатки, которые сохранялись в отдельном файле для дальнейшей обработки. Построены графики зависимости коэффициента местного сопротивления  $\zeta$  от угла поворота закрылка  $\theta$ ; получена эмпирическая формула для определения угла выхода потока  $\alpha$  в зависимости от угла установки закрылка  $\theta$ . Данная формула была подтверждена известными экспериментальными данными.

Исследовался анализ структуры потока за ВРА. Возможности программного комплекса FlowVision позволили детально изучить течение газа при помощи визуализации, увидеть зоны отрывных течений, а соответственно и наибольших гидравлических потерь. Было получено распределение полного давления на плоскости (в виде заливки) возле втулочной поверхности, на среднем радиусе, на периферии, а также на выходе. Результаты этой визуализации стали ключевыми для понимания и анализа явлений, возникающих в решетках лопаток.

На основании результатов численного моделирования течения в ВРА, была проведена оптимизация геометрических параметров лопаточного аппарата (угол установки предкрылка  $\gamma$  и длина предкрылка  $L_1$ ).

На втором этапе настоящей работы были сформулированы принципы оптимизации геометрических параметров лопаточного аппарата (угол установки предкрылка  $\gamma$  и длина предкрылка  $L_1$ ) и на основании результатов численного моделирования течения в ВРА предложены конкретные конструктивные мероприятия, которые позволили увеличить диапазон регулирования за счёт уменьшения гидравлических потерь.

Идея оптимизации угла установки предкрылка  $\gamma$  заключается в следующем: если заранее известно, что компрессор работает в диапазоне  $V_{\min}$ ,  $V_{\max}$  с равной вероятностью (что практически всегда имеет место на практике), целесообразно угол установки предкрылка принять отличным от осевого направления ( $\gamma > 0$ ). Это позволит уменьшить потери, повысить эффективность при максимальном угле поворота закрылков ( $\theta = 45^\circ$ ) или увеличить глубину регулирования при той же эффективности (до  $\theta \approx 52^\circ$ ). Но предварительный угол установки предкрылка должен быть таким, чтобы существенно не ухудшить характеристики ВРА при нулевом угле установки закрылка.

Проведенные исследования показали целесообразность такого приема при  $\gamma = 7,5^\circ$ .

Оптимальная величина длины предкрылка получена равной  $L_1/H = 0,5$ .

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
ЭНЕРГОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ТЕПЛОФИЗИКА»**

## ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДЦЕНТРОВОГО КОМПРЕСОРА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГПА З ГАЗОТУРБІННИМ ПРИВОДОМ

### INFLUENCE OF CHARACTERISTICS OF CENTRIFUGAL COMPRESSOR ON EFFICIENCY OF GCU WITH A GAS-TURBINE DRIVE

*Тертишний І.М., студент, СумДУ, Суми*

*Tertishniy I.N., student, SumSU, Sumy*

Современные газоперекачивающие агрегаты (ГПА) компрессорных станций магистральных газопроводов выполняются в блочно – комплектном исполнении с размещением оборудования в легкоборном укрытии, что значительно сокращает сроки сооружения компрессорных станций и освоения производственных мощностей.

В качестве двигателя центробежного компрессора (ЦК) используется конвертированный газотурбинный привод создаваемый на основе судовых и авиационных газотурбинных двигателей (ГТД).

Газотурбинные ГПА с простым рабочим циклом ГТД имеют коэффициент полезного действия (КПД) 32 – 36%; со сложным рабочим циклом могут достигать значений их КПД 39 – 42%.

Цель данной работы – изучение влияния основного функционального элемента ГПА, т.е. ЦК, на эффективность агрегата в целом.

ГПА, как энерготехнологическая установка, предназначена для компримирования природного газа путем преобразования химической энергии топливного газа в газотурбинном двигателе (ГТД) в потенциальную энергию давления перекачиваемого газа в ЦК.

В связи с этим уровень эффективности рабочего процесса ГПА определяется эффективностью работы ГТД и ЦК.

В настоящей работе на примере агрегата типа ГПА – Ц – 16С/120 мощностью 16 МВт, оснащенного ЦК с различными проточными частями показано влияние эффективности рабочего процесса в ЦК на величину расхода топливного газа в ГПА, как интегрального показателя его эффективности.

Для анализа работы агрегата применялся эксергетический метод. При этом учитывается эксергетический КПД двигателя, компрессора, а также величина потерь эксергии.

Такой подход позволяет также определить оптимальный режим работы ГПА, как энерготехнологической системы.

# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПОНИЖУЮЧОГО ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРА НА БАЗІ СТК У РЕЖИМІ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

## POWER EFFICIENCY OF THE LOWERING THERMOTRANSFORMER ON THE BASIS OF THE JET THERMOCOMPRESSOR IN THE REFRIGERATOR MODE

*Арсеньєв В.М., професор, Проценко М.І., аспірант, СумДУ, Суми*

*Arseniev V.M., professor, Protsenko M.I., postgraduate student, SumSU, Sumy*

Холодильное оборудование играет большую роль в жизни человека на сегодняшний день. Круглогодичное использование холодильных машин для целей отопления и вентиляции зданий является технически возможным и практически целесообразным, т.к. каждая холодильная установка может работать как для выработки холода, так и для выработки тепла.

Понижающий термотрансформатор на базе струйной термокомпрессии является малоизученной темой, но как показали расчеты, что на рабочих веществах НФС-типа достигаются показатели энергоэффективности в режиме теплового насоса, гораздо лучше, чем у обычных понижающих термотрансформаторов. На основании полученных результатов было принято решение произвести расчеты в режиме холодильной машины.

В качестве исследуемых веществ были выбраны холодильные агенты R134a и R22. Выбор данных хладагентов обусловлен тем, что на сегодняшний день они являются наиболее используемыми в холодильной технике как отечественных производителей («ОАО» РЕФМА) так и зарубежных (Danfos, Copeland, Bitzer).

В качестве сравниваемых параметров указанного термотрансформатора была рассмотрена величина коэффициента преобразования. В процессе расчета варьировалась температура кипения хладагентов в испарителе в интервале  $-20...-10^{\circ}\text{C}$ ; температура конденсации  $+30...+40^{\circ}\text{C}$ ; подогрев жидкой фазы после насоса  $2^{\circ}\text{C}$ . Холодильные машины выбирались с холодопроизводительностью в интервале  $15...30\text{кВт}$  и  $50...100\text{кВт}$ .

Полученные результаты расчетов показывают, что показатели коэффициента преобразования термотрансформатора на базе СТК в определенном интервале температур лучше выбранных ХМ, например: на х/а R134a в интервале температур в испарителе  $-20...-14^{\circ}\text{C}$  и холодопроизводительности  $50...100\text{кВт}$  по сравнению с ХМ Bitzer; аналогичная ситуация просматривается и на х/а R22. Но лучшие показатели коэффициента преобразования понижающего термотрансформатора на базе СТК достигаются на х/а R134a.

## ДВОКАСКАДНИЙ ТЕПЛОВИЙ НАСОС НА БАЗІ ШАХТНОГО ВОДОВІДЛИВУ

### TWO-STAGE HEAT PUMP ON THE BASE OF THE MINE DRAINAGE

*Кузяков К.В., студент, СумДУ, Суми*

*Kuzjakov K. V., student, SumSU, Sumy*

В даний час раціональний підхід до вжитку паливоенергетичних ресурсів пов'язаний з використанням економічно доцільної частини потенціалу вторинних енергоресурсів (ВЕР), більшість технологічних процесів у промислових виробництвах, у тому числі і в гірничодобувних, характеризується значними об'ємами ВЕР низькотемпературного рівня, що генеруються (10-40<sup>0</sup>С). Промислові споживачі використовують в даний час понад 60% всього палива, що добувається, і близько 70% всієї електроенергії, що виробляється. Коефіцієнт корисного використання енергії в технологічних процесах залишається все ще невисоким і складає лише 35-40%. Утилізація теплових ВЕР подібного потенціалу не раціонально за рекуперативними схемами.

Для умов шахтного виробництва спостерігається поєднання потреб об'єкту в тепловому навантаженні певного температурного рівня і можливостей джерел теплових ВЕР (річна потреба в гарячому водопостачанні і великі резерви низькотемпературної теплоти з потоками шахтного водовідливу).

Шахтні води - підземні (інколи поверхневі) води, що поступають в гірські вироблення і піддаються фізико-хімічній зміні в процесі гірських робіт.

Хімічний склад і загальна мінералізація шахтних вод відрізняються від підземних вод, що оточують гірські вироблення, що пов'язане з окисненням, активізацією вилуговування гірських порід, зміною газового і бактерійного складу, а також з їх забрудненням нафтопродуктами, маслами і тому подібне. До забруднюючих чинників також можна віднести підвищену температуру шахтних вод і каналізаційні стоки.

Теплонасосна установка в подальшому розглядається як комплекс устаткування, що реалізує термотрансформацію нізкопотенційного теплового потоку, що підвищує, від шахтної води, і забезпечує експлуатаційні зв'язки теплового насоса з джерелом утилізованої теплоти і об'єктом вжитку теплового навантаження.

Співвідношення між теплотою, що відводиться від конденсатора, і споживаною потужністю для теплового насоса залежить від різниці температур випарювання і конденсації. Ця залежність визначає економічну



температуру води після конденсатора теплового насоса в тих випадках, коли її тепло корисно використовується. Економічно виправданим є рівень температури 41-42°C [1].

Каскадна система складається з двох автономних контурів, сполучених лише проміжним каскадним теплообмінником. Головна перевага каскадної системи полягає в тому, що в обох каскадах не обов'язково мати однакові холодоагенти. Холодоагент з вищим тиском пари можна використовувати в низькотемпературних системах, а холодоагент із зниженим тиском пари використовують для високотемпературних систем.

Вибір холодоагенту і розподілу масла для каскадної системи можна вирішувати для кожного контура окремо. Важливо відзначити, що каскадний теплообмінник піддається стрибкам температури і тиску.

Зважаючи на проблему глобального потепління і забруднення озонового шару викидами від виробництва, яскраво виражається перевага теплових насосів у порівнянні з іншими виробниками теплової енергії. Приймаючи питому витрату на вироблення 1кВт.ч електроенергії рівним 300 г у.т., неважко, дати порівняльну оцінку шкідливих викидів за опалувальний сезон (5448 ч) від різних теплджерел тепловою потужністю 1,16 МВт.

Таблиця. 1 - Порівняльна оцінка шкідливих викидів за опалувальний сезон від різних теплджерел

Вид шкідливих викидів	Котельня на вугіллі	Електро-обігрів	ТН, з середньорічним КОП -3,6
SO <sub>x</sub>	21,77	38,02	10,56
NO <sub>x</sub>	7,62	13,31	3,70
Тверді частки	5,8	8,89	2,46
Фтористі з'єднання	0,182	0,313	0,087
Всього	34,65	60,53	16,81

Шкідливі викиди при використанні теплового насоса - це викиди в місці виробництва електроенергії (за джерело електроенергії прийнята ТЕС); безпосередньо ж на місці установки теплових насосів шкідливих викидів немає.

#### Список літератури

1. [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=321](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=321)
2. <http://www.swep.net/index.php?tpl=page0&lang=ru&id=164>
3. [http://www.metro.ru/library/stroitelstvo\\_metropolitenov/28.html](http://www.metro.ru/library/stroitelstvo_metropolitenov/28.html)
4. Закиров Д. Г., Нехороший И. Х., Малахов А. Н., Дружинин Л. Ф. Утилизация низкопотенциального тепла шахтных вод- перспективное направление энегосбережения в угольной отрасли.- [http://www.energosvet.ru/stat\\_23html](http://www.energosvet.ru/stat_23html).

## РОЗРОБКА ТУРБОГЕНЕРАТОРА ПОТУЖНІСТЮ 500 КВТ НА БАЗІ ВИХРОВОЇ ТУРБИНИ

### DEVELOPMENT OF TURBOGENERATOR POWER 500 KW ON THE BASE OF VORTICAL TURBINE

*Листопад О. В., Тertiшній І.М., студенти,  
Ванєєв С. М., доцент СумДУ, Суми*

*Listopad A. V., Tertyshniy I.N., students,  
Vaneev S. M., associate professor , SumSU, Sumy*

В настоящее время Украина испытывает острую нехватку в энергоресурсах, поэтому решение проблемы энергосбережения всеми возможными путями сейчас весьма актуально. Одним из путей решения этой проблемы является утилизация вторичных энергоресурсов. Известно, что большое количество потенциальной энергии давления сжатых газов и паров безвозвратно теряется на редукторах и регуляторах давления на газораспределительных станциях, газораспределительных пунктах и при подаче топливного газа на газотурбинные двигатели в газовой промышленности, в различных технологических процессах в химической и других отраслях промышленности, в коммунально-бытовом хозяйстве и т.п.

В работе выполнен анализ производства и редуцирования пара для производственных нужд на одном из украинских предприятий. В результате этого анализа установлено, что возможно создание турбогенератора для утилизации потенциальной энергии давления на турбогенераторе с вихревой турбиной, который может быть установлен параллельно узлу редуцирования пара.

Выполнен предварительный газодинамический расчет вихревой турбины на следующие исходные данные: давление на входе в турбину - 1,2 МПа, температура на входе в турбину – 493 К, давление на выходе из турбины - 0,39 МПа, массовый расход водяного пара – 7 кг/с. В результате расчета было установлено, что эффективная мощность на валу турбины составляет 518 кВт. Для данной турбины подобран асинхронный генератор напряжением 380 В, мощностью 500 кВт, номинальной частотой вращения 3020 об/мин и сделан уточненный расчет газодинамических и геометрических параметров, в результате которого, получено:

- массовый расход пара: 6,991 кг/с;
- рабочее колесо: четырехканальное двухпоточное;
- наружный диаметр рабочего колеса: 0,6 м;
- диаметр меридионального сечения проточной части: 0,056 м;
- температура пара на выходе из турбины: 441,3 К.

Приблизительный срок окупаемости установки – 1,6 года.

ЕКСТРАКЦІЯ ДАНИХ ДЛЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО  
ІНТЕГРУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДІЛУ ШФЛВ НА ЦЕНТРАЛЬНІЙ  
ГАЗОФРАКЦІОНУЮЧІЙ УСТАНОВЦІ

DATA EXTRACTION FOR HEAT INTEGRATION OF LIGHT  
HYDROCARBONS SEPARATION ON  
CENTRAL GAS FRACTIONATION PLANT

*Ульєв Л.М., професор, Болдырев С. А., доцент,  
Полівода К.В., студентка, НТУ «ХПІ», Харків*

*Ulyev L.M., professor, Boldyryev S.A., associate professor,  
Polivoda K.V., student, NTU "KhPI", Kharkiv*

Нефтепереработка и нефтехимия являются энергоемкими производствами, и уровень энергозатрат в значительной степени влияет на себестоимость готовой продукции. В зависимости от глубины переработки нефти, ее состава, ассортимента и качества целевых продуктов, технического уровня оборудования и других факторов расход энергии на собственные нужды нефтеперерабатывающих заводов эквивалентен (6–10)% перерабатываемой нефти. Из общего количества потребляемой энергии (55–65)% приходится на долю технологического топлива, (30–35)% – на тепловую и (8–12)% – на электрическую энергию [1].

На украинских НПЗ большая часть технологических установок строилась в 60-х и 70-х годах, когда цена энергоресурсов была очень низкая, и экономии энергии не придавалось большого значения. И в последующие годы энергосберегающих мероприятий практически не производили. Поэтому энергопотребление в основных процессах нефтепереработки и нефтехимии на (30–60)% выше, чем в современных зарубежных установках.

Улучшения в этом направлении достигаются путем модернизации отдельных систем производства, установок и заводов в целом, рационализации и совершенствования производственных операций.

Деятельность специалистов нефте- и газодобывающей, а также перерабатывающей промышленности направлена на усовершенствование технологического процесса и получение достоверных предсказаний параметров. Перед инженерами стоит задача нахождения оптимального способа осуществления технологического процесса в сжатые сроки и с минимальной вероятностью допущения ошибок [2]. Кроме того, решения, принимаемые технологами, должны соответствовать поставленным бизнес-целям и в тоже время обеспечивать эффективность, безопасность и рентабельность работы предприятия [3].

В данной работе рассматривается процесс разделения широкой фракции легких углеводородов на центральной газодобывающей установке. ЦГФУ предназначена для разделения сырья – фракции широкой легких углеводородов и бутана технического на товарные фракции: пропановую, изобутановую, нормального бутана, изопентановую, нормального пентана, гексановую методом ректификации [4].

Для экстракции данных технологических потоков в исследуемом процессе, т.е. таких, как расходы, температуры потоков, их теплофизические параметры использовались: регламент установки, данные центральной заводской лаборатории, прямые измерения параметров, а где такие измерения были недоступны – использовались данные режимных листов.

Для выполнения материальных балансов установки и уточнения измеренных потоковых данных было выполнено моделирование работы ЦГФУ в программе HYSYS, которая представляет собой пакет математического обеспечения, предназначенный для моделирования в стационарном режиме, проектирования химико-технологических производств, контроля производительности оборудования, оптимизации и бизнес-планирования в области добычи и переработки углеводородов и нефтехимии.

Программный пакет HYSYS построен на основе надёжных и проверенных методов расчёта технологических процессов. Уже более 25 лет HYSYS применяется для моделирования процессов добычи нефти и газа, нефте- и газопереработки. На сегодняшний день инженеры и технологи используют HYSYS как средство построения стационарных моделей при проектировании технологических процессов, для мониторинга состояния оборудования и выявления неисправностей, для оптимизации технологических режимов, бизнес – планирования и управления активами. Кроме того, использование программы HYSYS даёт значительный экономический эффект: повышается производительность и прибыльность установок [5].

Уточненные параметры технологических потоков установки позволили сформировать таблицу потоковых данных, которая служит основой для его теплоэнергетической интеграции [6].

#### Список литературы

1. Клименко В.Л. Энергоресурсы нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности / В.Л. Клименко, Ю.В. Костерин. Л.: Химия. 1985. – 256 с.
2. Скляр В.Т. Необходимость и условия развития нефтеперерабатывающей промышленности Украины / В.Т. Скляр, А.В. Степанов, П.И. Ковальчак // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1996. – №3. – С. 65-69.
3. Т. Нацуо. Многоотраслевой комплекс объединяет нефтепереработку с энергетической и строительной промышленностью / Т. Нацуо, Т. Яаги // Нефтегазовые технологии. – 2004. – №3. – С. 79-82.
4. Уильям Л. Леффлер. Переработка нефти. – М.: Олимп-бизнес, 2004. – 224 с.
5. Plesu V. Retrofit solutions in crude distillation plant using process simulation and process integration / Plesu V., Bumbac G., Tacu-Marcov C., Ivanescu I., Popescu D.C.// Chemical engineering transactions, 2005. Vol. 7. P. 169-174.
6. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. Основы интеграции тепловых процессов: Харьков: НТУ “ХПИ”. 2000.– 457 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАДЛИШКІВ  
ТЕХНОЛОГІЧНОГО КИСНЮ ДЛЯ ЕКОНОМІЇ  
ПАЛИВА НА МЕТАЛУРГІЧНОМУ ЗАВОДІ

EFFICIENCY OF THE USE OF TECHNOLOGICAL SURPLUS  
OXYGEN FOR THE FUEL SAVING  
AT THE METALLURGICAL PLANT

*Гупало С.В., доцент,  
Пономаренко Д.С., Романько В.В., студенти, НМетАУ, Дніпропетровськ*

*Gupalo O.V., associate professor,  
Ponomarenko D.S., Romanko V.V., students, NMetAU, Dnepropetrovsk*

Производство продукции металлургическими предприятиями характеризуется неритмичностью потребителей технологического кислорода (доменного и конвертерного цехов) при постоянной производительности кислородных блоков, в результате чего возникают временные излишки технологического кислорода, которые при отсутствии накопителей, сбрасываются в атмосферу.

Котлы ТЭЦ и нагревательные устройства прокатных цехов могут быть без особых затрат переоборудованы в гибких потребителей излишков технологического кислорода, что обеспечит снижение расходов топлива, в том числе и природного газа.

Расходы атмосферного воздуха и технологического кислорода для обогащения воздушно-кислородной смеси, предназначенной для сжигания природного, коксового и доменного газов, обеспечивающей сжигание топлива со стехиометрическим расходом кислорода в окислителе, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расходы атмосферного воздуха и технического кислорода, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> газа

% O <sub>2</sub> в смеси	Доменный газ		Коксовый газ		Природный газ	
	Расход воздуха	Расход кислорода	Расход воздуха	Расход кислорода	Расход воздуха	Расход кислорода
21	0,665	0	3,978	0	9,651	0
23	0,588	0,0162	3,525	0,0968	8,531	0,2348
25	0,523	0,0298	3,137	0,1781	7,593	0,4321
27	0,468	0,0414	2,806	0,2474	6,793	0,6001
29	0,421	0,0513	2,521	0,3071	6,103	0,7450
31	0,379	0,0600	2,273	0,3591	5,503	0,8711

Как видно из таблицы, при обогащении воздушно-кислородной смеси до содержания 31 % кислорода расход атмосферного воздуха снижается почти в два раза, при этом содержание балласта (N<sub>2</sub>) в окислителе также уменьшается.

Результаты расчетов эффективности применения технологического кислорода для обогащения воздуха, подаваемого на горение, для условий работы котлов ТЭЦ и нагревательных печей прокатного производства при отоплении природным, косовым и доменным газами приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расходы технического кислорода и экономия топлива

%O <sub>2</sub> в смеси	Расход техническо го O <sub>2</sub> , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> газа	Котлы ТЭЦ		Нагревательные печи	
		Эконо мия газа, %	Удельный расход технического O <sub>2</sub> на 1 м <sup>3</sup> сэкономленного газа	Эконо мия газа, %	Удельный расход технического O <sub>2</sub> на 1 м <sup>3</sup> сэкономленного газа
Природный газ					
23	0,2348	0,532	44,14	3,72	6,312
25	0,4301	0,960	44,80	6,64	6,477
27	0,6001	1,335	44,95	8,98	6,683
29	0,7449	1,650	45,15	10,91	6,828
31	0,8711	1,920	45,37	12,53	6,952
Косовый газ					
23	0,09679	0,477	20,291	3,313	2,922
25	0,17809	0,877	20,307	5,930	3,003
27	0,24735	1,211	20,425	8,050	3,073
29	0,30706	1,501	20,457	9,806	3,131
31	0,35906	1,749	20,529	11,281	3,183
Доменный газ					
23	0,01618	0,396	4,086	4,39	0,369
25	0,02977	0,727	4,095	7,78	0,382
27	0,04135	1,005	4,114	10,49	0,394
29	0,05133	1,240	4,140	12,7	0,404
31	0,06002	1,440	4,168	14,54	0,413

Как видно из таблицы 2, эффективность использования обогащенной воздушно-кислородной смеси в нагревательных печах значительно выше, чем в котлах ТЭЦ. Для экономии 1 м<sup>3</sup> природного газа в котлах ТЭЦ необходимо затратить 44 ÷ 45 м<sup>3</sup> технологического кислорода, в то время как в нагревательных печах – 6 ÷ 7 м<sup>3</sup>. Для экономии 1 м<sup>3</sup> косового газа в котлах ТЭЦ необходимо затратить 20,3 ÷ 20,5 м<sup>3</sup> технологического кислорода, а в нагревательных печах – 3 ÷ 3,2 м<sup>3</sup>. Эффективность использования технологического кислорода для экономии доменного газа в нагревательных печах на порядок выше, чем в котлах ТЭЦ.

Таким образом, нагревательные устройства прокатного передела имеют значительное преимущество при использовании излишков технологического кислорода.

# ЕКОНОМІЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ЗАВОДІ З ПОВНИМ МЕТАЛУРГІЧНИМ ЦИКЛОМ

## NATURAL GAS SAVING AT THE PLANT WITH A COMPLETE METALLURGICAL CYCLE

*Гупало Є.В., доцент,  
Пономаренко Д.С., Романько В.В., студенти, НМетАУ, Дніпропетровськ*

*Gupalo O.V., associate professor,  
Ponomarenko D.S., Romanko V.V., students, NMetAU, Dnepropetrovsk*

Рассмотрена возможность снижения расхода природного газа за счет рационального распределения доменного, коксового и природного газов между основными потребителями газообразного топлива "эталонного" металлургического завода.

Под рациональным следует понимать такое распределение топлива, при котором собственные энергоресурсы (доменный и коксовый газы) расходуются полностью при минимальном расходе природного газа.

В качестве "эталонного" принят завод с полным металлургическим циклом, производящий 3,2 млн. т. проката в год, включающий коксохимическое производство, доменное производство, конвертерное производство стали, прокатное производство и энергетические мощности для выработки пара и электроэнергии для собственных нужд.

Выполнены расчеты топливного баланса завода при распределении различных видов топлива между нагревательными печами прокатного передела и котлами ТЭЦ.

Задача рационального распределения топлива между потребителями решается с использованием коэффициентов взаимозаменяемости топлив, предложенных проф. В.М. Ольшанским [1]:

$$K_{1-2} = \frac{Q_{i1}^{\delta} \cdot \eta_1}{Q_{i2}^{\delta} \cdot \eta_2},$$

где  $Q_i^{\delta}$  – теплота сгорания топлива, кДж/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – коэффициент использования теплоты топлива.

Коэффициент взаимозаменяемости топлив  $K_{1-2}$  показывает, какое количество м<sup>3</sup> топлива 2 заменяет 1 м<sup>3</sup> топлива 1 для данного потребителя. Агрегату с минимальным коэффициентом взаимозаменяемости отдается предпочтение в отоплении топливом 2 по сравнению с другими агрегатами.

Значения коэффициентов взаимозаменяемости топлив приведены в таблице 1. Рациональный вариант распределения топлива между

потребителями осуществляется в соответствии с величинами коэффициентов взаимозаменяемости, рассчитанными в отдельности для каждого агрегата.

Таблица 1– Значения коэффициентов  $K_{1-2}$  для различных потребителей топлива

Коэффициенты взаимозаменяемости газов	Прокатные станы	ТЭЦ
природного газа доменным газом	17 – 18	10 – 12
коковского газа доменным газом	7 – 8	4 – 5
природного газа коксовым газом	2,15 – 2,16	2,18 – 2,19

Как видно из таблицы 1 котлы ТЭЦ имеют преимущество в использовании доменного газа. Коксовый газ практически с одинаковой эффективностью заменяет природный газ как в котлах ТЭЦ, так и в нагревательных устройствах прокатных станов. Природный газ более эффективно использовать для отопления котлов ТЭЦ, поскольку коэффициент использования теплоты топлива в котлах достигает – 0,9, а в нагревательных устройствах прокатных станов – 0,6.

В таблице 2 представлен базовый и рациональный варианты газового баланса предприятия.

Таблица 2 – Газовый баланс "эталонного" металлургического завода

Вид топлива	Вариант распределения топлив, т.у.т./сут					
	Базовый			Рациональный		
	ТЭЦ	Прокат	Всего	ТЭЦ	Прокат	Всего
Доменный газ	1320	180	1500	1350	150	1500
Коксовый газ	343	437	780	86	694	780
Природный газ	426	694	1120	648	432	1080
Экономия природного газа				40		

Как видно из таблицы 2 перераспределение газов между ТЭЦ и прокатным переделом с увеличением расхода природного газа на ТЭЦ и соответствующим увеличением расхода коксового газа на производство проката обеспечило экономию природного газа в размере 3,6 % при одинаковых общих расходах коксового и доменного газов на предприятии.

#### Список литературы

1. Ревун М. П. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки в металлургии : учебное пособие / М. П. Ревун, Б. Б. Потапов, В. М. Ольшанский, А. В. Бородулин. – Запорожье : ЗГИА. – 2002. – 443 с.



ТЕПЛООБМІННЕ ОБЛАДНАННЯ КОМПРЕСОРНИХ АГРЕГАТІВ ТА  
УСТАНОВОК З ГАЗОТУРБІННИМ ПРИВОДОМ НОМЕНКЛАТУРИ  
ВАТ «СУМСЬКЕ НВО ІМ. М.В. ФРУНЗЕ»

HEAT-EXCHANGING EQUIPMENT OF COMPRESSOR UNITS AND GAS  
TURBINE DRIVEN UNITS WITHIN PRODUCT RANGE OF  
JSC SUMY FRUNZE NPO

*Смірнов А.В., Татарінов В.М., Сидоренко А.В., Лазоренко Р.А.,  
конструктори, ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми*

*Smirnov A.V., Tatarinov V.M., Sidorenko A.V., Lazorenko R.A.,  
engineer-designers, JSC «Sumy MBSPA named after M.V. Frunze», Sumy*

Надежная работа газоперекачивающего агрегата (ГПА) зависит от бесперебойной работы компрессора и двигателя для обеспечения, работы которых предназначена маслосистема.

В состав маслосистемы входят блоки воздушного охлаждения масла (БВОМ) с пластинчато-ребристыми теплообменниками, которые в качестве охлаждающей среды используют окружающий воздух.

За многолетнюю историю выпуска продукции производством было освоено около 40 БВОМ, которые обеспечивают работу 15-ти приводных двигателей в различных климатических районах. Все они отличаются по конструктивным или технологическим признакам.

Для расчета установки маслоохладителей (УМО), входящей в состав блока, применяется “Программно-вычислительный комплекс по расчету блоков пластинчато-ребристых теплообменников системы смазки двигателя и компрессора” (разработка СКБ турбокомпрессорных машин – г. Сумы, Украина). Комплекс позволяет производить поверочный расчет по заданной тепловой нагрузке или по температуре масла на входе в систему и предложенной конструктором схеме расположения теплообменников.

Конструкция блоков в ряде случаев не обеспечивает необходимую площадь проходного сечения во всасывающем или отводящем воздуховодах. На пути воздушного потока установлены инерционно-жалюзийные решетки.

Все эти факторы приводят к повышению сопротивления, а следовательно снижению расхода воздуха через маслоохладители. Алгоритм расчета программно-вычислительного комплекса не учитывает дополнительные сопротивления системы, что искажает его результаты.

Принимая во внимание постоянное использование базовой конструкции пластинчато-ребристых теплообменников, увеличение площади проходного сечения по охлаждаемой и охлаждающей среде приводит к снижению скорости теплоносителей, что уменьшает коэффициент теплопередачи.

В связи с вышеизложенным эффективность работы блоков маслоохладителей занижается, имеют место замечания, связанные с

неудовлетворительной работой изделий в составе агрегата при пиковых нагрузках.

Все это послужило основанием в 2009 г. для выполнения научно-исследовательской работы (НИР) [3].

Цель НИР - дополнение методики по расчету пластинчато-ребристых блоков воздушного охлаждения масла (БВОМ) газотурбинных двигателей, на основании расчета построение унифицированного ряда БВОМ двигателей, разработка, расчет и конструктивная реализация типового представителя ряда.

В результате исследования впервые был разработан БВОМ, который может встраиваться как в ангарные, так и в блочно-контейнерные компоновки газоперекачивающих и турбокомпрессорных агрегатов производства ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе».

Расчет унифицированных БВОМ проводился в процессе вычислительного эксперимента основанного на методике, предложенной для учета конструктивных особенностей работы маслоохладителей. Данная методика включает тепловой расчет пластинчато-ребристых маслоохладителей [2], совмещенный с расчетом гидравлических и аэродинамических потерь во всех элементах БВОМ [1].

В ходе расчетов был определен ряд из пяти блоков которые перекрывают диапазон рабочих характеристик 15-ти газотурбинных двигателей, применяемых при проектировании ГПА.

Выполнение НИР позволило разработать конструкции блоков воздушного охлаждения масла двигателей, которые обеспечивают:

- стабильную работу в диапазоне температур от 213 К (-60°C) до 316 К (43°C);
  - транспортабельность в рамках габаритности ж/д и воздушного транспорта;
  - высокую степень заводской готовности;
  - регулировку температуры масла на выходе из маслоохладителей;
  - переход с летнего режима на зимний и обратно без остановки агрегата;
  - механизацию монтажа (демонтажа) маслоохладителей и вентиляторов;
  - эффективный обогрев теплообменных поверхностей в предпусковой период;
  - применяемость в агрегатах любой компоновки.
- построение унифицированного ряда БВОМ на базе новой конструкции для пятнадцати газотурбинных двигателей.

#### Список литературы

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. - М.: Машиностроение, 1992. - 672 с.
2. ВНИИКомпрессормаш. Газлифтная компрессорная станция КС-4 ЦГТП/0,6-12. Расчеты.- Сумы, 1986. – 178 с.
3. Отчет о НИР. Унификация блоков воздушного охлаждения масла, применяемых в системах маслообеспечения двигателей, установленных на объектах, производства "Сумское НПО им. М.В. Фрунзе". - Сумы, 2009. - 151 с.

## ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ ВИКОРИСТАННЯ МАСЕЛ В ТУРБОМАШИНАХ

### EXTENSION OF THE USE OF OILS IN TURBO MACHINES

*Овчаренко С.Ю., Немченко В.О., інженери-конструктори,  
ВАТ «Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе», Суми*

*Ovcharenko S.J., Nemchenko V.O., engineer-designers,  
JSC «Sumy MBSPA named after M.V. Frunze», Sumy*

На промышленных объектах регулярно образуется огромное количество отработанных масел и других отходов. Цены на вывоз и утилизацию отработки масла постоянно растут, а также штрафы за нарушение экологических норм и требований.

Целью работы является решение данной проблемы – возврат отработанных масел в оборот (регенерация масла).

Использование представляемой нами установки позволяет умножить срок службы масел, уменьшить экологическое загрязнение окружающей среды.

В ходе нашей работы были проанализированы различные конструкции и параметры аналогичных установок нашего и зарубежного производства. В результате было установлено, что все разработанные установки могут работать только при плюсовых температурах.

Мы предлагаем конструкцию установки, которая позволяет производить дегазацию масла при условиях низких температур (на предприятиях находящихся на севере).

Принцип работы установки заключается в следующей системе очистки:

- нагрев залитого в бак дегазатора масла до температуры 100 – 115°C;
- вакуумирование (откачка выделенных газов и паров на свечу) сосуда до величины вакуума 40÷70%;
- циркуляция и разбрызгивание нагретого масла на слой насадки. Из стекающей по кольцам плёнки масла выделяются растворённые газы и пары.

Все эти процессы: нагрев, вакуумирование, циркуляция и разбрызгивание масла происходят одновременно.

Предлагаемая нами установка имеет:

- низкую потребляемую мощность;
- малые габаритные размеры;
- высокую надежность, обусловленную применяемой схемой и оборудованием;
- возможность передвижения.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ПАРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ ПЕНТАНОВОГО ЦИКЛУ  
ВАТ «СУМСЬКЕ НВО ІМ. М.В. ФРУНЗЕ»

RESEARCH OF WAYS OF INCREASE OF AN OVERALL PERFORMANCE  
THE PENTANOIC CYCLE STEAM-TURBINE ADJUSTMENT OF  
OPEN SOCIETY «SPA OF M.V.FRUNZE», SUMY

*Козін В.М., Левченко Д.О., асистенти,  
Підлужний А.О., Устименко В.В., студенти, СумДУ, Суми*

*Kozin V.M., Levchenko D.O., assistants,  
Podluzhnyi A.O., Ustimenko V.V., students, SumSU, Sumy*

Одним из наиболее важных направлений развития современной теплоэнергетики является создание энергогенерирующих мощностей на базе когенерационных технологий.

В когенерационных установках обеспечивается самая высокая в теплоэнергетике эффективность полезного использования топлива и, соответственно, низкая себестоимость выработанной электроэнергии, существенное снижение вредных выбросов, а также парниковых газов, радикальное снижение потерь на транспорт выработанной электроэнергии.

Использование комбинированных парогазотурбинных установок является одним из перспективных направлений повышения эффективности выработки электрической энергии. Такой проект был реализован на ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе». Теплоту уходящих газов базовой газотурбинной установки (ГТУ), имеющей невысокий КПД, утилизируют в паротурбинной установке (ПТУ). Такое комбинирование дало возможность повысить эффективность использования первичного топлива. Невысокие значения температур уходящих газов в утилизаторе ГТУ определили использование в качестве рабочего тела ПТУ высококипящие углеводороды (в частности пентан) вместо традиционно используемой воды. Цикл ПТУ был создан с частичной регенерацией. Оборудование, применяемое в цикле, не смотря на высокую технологичность самой идеи, не позволило существенно повысить его эффективность. С целью решения возникшей проблемы предполагается модернизация существующей ПТУ в следующих направлениях:

- применение альтернативных рабочих веществ – высококипящих углеводородов (н-октан, н-гептан и др.) и их смесей;
- применение циклов ПТУ с полной регенерацией, промежуточным перегревом пара;
- применение нового высокоэффективного и компактного теплообменного оборудования.

Широкое внедрение когенерационных технологий позволит решить одну из главных задач – оживить отечественное энергомашиностроение. Украина обладает мощной промышленностью, способной обеспечить реализацию когенерационных технологий практически всем необходимым энергетическим оборудованием.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ  
ОПАЛЕННЯ НА БАЗІ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ  
TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF HEATING SERVICES  
PERFORMANCE ON THE BASIS REVERSE CYCLE HEATING SYSTEM

*Ляшко О.О., студент, Мелейчук С.С., доцент,  
Арсеньєв В.М., професор, СумДУ, Суми*

*Lyashko O.O., student, Meleychuk S.S., associate professor,  
Arseniev V.M., professor, SumSU, Sumy*

Одним з перспективних напрямів в області заощадження енергоресурсів – є застосування теплонасосних систем. Основна перевага теплових насосів в порівнянні з іншими тепłodжерелами полягає в можливості використання в теплопостачанні потоків низькопотенційних вторинних енергоресурсів.

Об'єктом техніко-економічного аналізу є система опалення Сумського комунального підприємства «Міськводоканал». Проведений енергоаудит показав можливість використання теплонасосної установки для системи опалення. В якості низькопотенційного джерела пропонується використання тепла стічних вод.

В зв'язку з тим, що система опалення повинна мати регламентований рівень температур подачі теплоносія споживачу, то використання теплоносноної установки, що працює в моновалентному режимі – недоцільно. Адаптація теплонасосних установок до характеристик водяного батарейного опалювання для нашого регіону з середньозимньою температурою нижче мінус 2°C пов'язана з використанням бівалентних теплонасосних установок, в яких догрів теплоносія буде забезпечуватися традиційними теплогенеруючими пристроями.

Зв'язок термодинамічних і вартісних показників теплонасосної системи опалення передбачається у вигляді показника питомої вартості тепла, що витрачається на нагрів необхідної кількості теплоносія. Даний показник враховує вартість енергоносіїв та амортизаційних відрахувань.

В даній роботі розглянуто три варіанти використання бівалентної теплонасноної установки за рівнями температур у конденсаторі теплового насоса та в електродкотлі і, відповідно, по співвідношенню теплових навантажень на теплонасосне обладнання та догрівуючий пристрій.

Шляхом введення в методіку розрахунку термoeкономічних показників, а саме ціни ексергії потоку продукту й інвестиційної складової, з'явилась можливість оптимізувати строк окупності пропонованого теплонасосного обладнання. Методика, що використовується враховує фінансові витрати, обумовлені недосконалістю перетворення ексергії і витрати на створення, експлуатацію і обслуговування устаткування або системи в цілому.

## ДІАГНОСТИКА ПРОЦЕСУ ДИСТИЛЯЦІЇ БЕНЗОЛУ

### DIAGNOSTIC OF BENZENE DISTILLATION

*Ульєв Л.М., професор, Болдырєв С. А., доцент,  
Васильєв М. А., студент, НТУ «ХПІ», Харків*

*Ulyev L.M., professor, Boldyryev S.A., associate professor,  
Vasilyev M.A., student, NTU "KhPI", Kharkiv*

В Україні було введено в строй 14 коксохімічних заводів. Всі вони будувались під час відносних дешевих енергоносіїв, і в сьогоднішній день, як правило, працюють далеко не в оптимальному режимі з погляду енергоспоживання. У зв'язку з стійкою тенденцією підвищення цін на енергоносії, питання енергозбереження на КХЗ стало винятково важливим.

У роботі досліджувався технологічний процес дистиляції бензолу, типовий для країн СНД. Сирий бензол витягується з прямого коксового газу абсорбцією органічними поглиначами [2].

За допомогою методів пінч-анализа була визначено енергозберігаючий потенціал, проведена інтеграція процесу відділення дистиляції бензолу. У даній роботі представимо метод впровадження енергозберігаючого потенціалу.

Використавши методи пінч-діагностики виявлено, що процес у теперішній час споживає гарячі утиліти у кількості 5,45МВт, а холодні у кількості 12,75 МВт.

Застосування пінч-метода дозволяє досягти істотної фінансової економії за рахунок мінімізації використання зовнішніх енергоносіїв, які підводять енергію, так і відводять, шляхом максимального застосування рекуперації теплоти в рамках даної енерготехнологічної системи.

Сумісне зображення гарячої і холодної складених кривих процесу дозволяє набути цільових енергетичних значень для гарячих і холодних енергоносіїв.

Дискантовані виплати підприємства складаються як з вартості споживаних зовнішніх утиліт, так і з вартості теплообмінного устаткування. Як величина теплообмінної поверхні так і величина споживання утиліт залежить від мінімальної різниці температур між теплообмінниками у системі рекуперації теплової енергії. Це добре видно із складових кривих процесу.

Якщо складові криві торкаються одна одної, то в одній з точок процесу русійна сила теплопередачі дорівнює нулю, а це означає, що для передачі кінцевого значення теплоти від гарячих потоків холодним потрібна нескінченно велика площа поверхні

теплообміну і, як наслідок, нескінченно велика її вартість. При збільшенні  $\Delta T_{\min}$  збільшується температурний натиск між теплоносіями і зменшується доступна до рекуперації енергія. Обидва ці чинника ведуть до зменшення загальної площі поверхні теплообміну рекуперативної системи і, отже, до зниження капітальних вкладень.

З іншого боку, збільшення  $\Delta T_{\min}$  веде до збільшення цільових значень зовнішніх утиліт, а значить і до збільшення вартості споживаної енергії і холодоагентів. Отже, загальна вартість проекту складається з двох конкуруючих величин. Одна з них – капітальні вкладення – зменшується при збільшенні  $\Delta T_{\min}$ , а інша – вартість зовнішніх утиліт – зростає, що приводить до немонотонного характеру залежності загальної вартості від  $\Delta T_{\min}$ . Це означає, що наявність конкуруючих властивостей дає можливість поставити і вирішити оптимізаційну задачу, в якій критерієм оптимізації є матеріальні витрати на створення і експлуатацію проектованою або ХТС, що модернізується [4].

За допомогою апарату складових кривих технологічних потоків було показано, що в результаті теплової інтеграції можна зменшити споживання гарячих утиліт в даному процесі на величину – 1,92 МВт, а холодних на величину – 1,56 МВт, що складає 35% та 12,3% відповідно.

При вартості природного газу 2500грн/1000м<sup>3</sup>, річна сума економії підприємства від зменшення витрат природного газу – 4452224грн

#### Список літератури

1. Smith R. – Chemical process design and integration. – John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, 2005. – 900 p.
2. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.А., УЛЬЕВ Л.М., БОЛДЫРЕВ С.А., БУХКАЛО С.И., КАУФМАН С.И. – Определение потенциала энергосбережения процесса дистилляции каменноугольной смолы и процесса переработки нафталиновой фракции на Авдеевском КХЗ.// Интегровані технології та енергозбереження. – 2003 – № 2. – С. 23-30.
3. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.А., УЛЬЕВ Л.М., ПЕРЕВЕРТАЙЛЕНКО А.Ю., БОЛДЫРЕВ С.А., РУБЧЕВСКИЙ В.Н., ВОЛОХ В.М. Анализ потенциала энергосбережения в процессе дистилляции каменноугольной смолы // Интегровані технології та енергозбереження. – 2001. – № 2. – С. 16-22.
4. Смит Р., Клемеш Й., ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.А., УЛЬЕВ Л.М. Основы интеграции тепловых процессов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 400 – 500с.

**ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**



## ПРОБЛЕМА СМІТТЯ - ПРОБЛЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ НАСЕЛЕННЯ

### A PROBLEM OF GARBAGE IS PROBLEM OF ECOLOGICAL CONSCIOUSNESS OF POPULATION

*Трунова І.О., ст. викладач, Додотченко М., студент, СумДУ, Суми*

*Trunova I.O., lecturer, Dodotchenko M., student, SumSU, Sumy*

Коли ми ходимо вулицями чи заходимо до під'їзду житлового будинку, бачимо скрізь сміття. Невже у ХХІ столітті існує така екологічна проблема і що є причиною цього явища? Відповідь дуже проста – відсутність екологічної свідомості населення.

Чому для європейських країн такої проблеми не існує, а для України вона була й залишається актуальною?! Усе дуже просто: люди не розуміють, що цим вони в першу чергу шкодять собі та своєму здоров'ю, а також завдають неповторної шкоди навколишньому середовищу.

Сучасне сміття – це переважно пластикова тара, використані поліетиленові пакети та відходи пінопластових упаковок.

Наявність сміття є результатом ставлення людей до оточуючого середовища. Найвищим досягненням у вирішенні цієї проблеми є створення спеціалізованих підприємств для переробки й повторного використання побутових та інших міських відходів. Але для ефективної та рентабельної їх роботи необхідно, щоб усі жителі країни попередньо сортували сміття.

У Європі показниками організованості можуть похвалитися швейцарці й німці, які не лінуються віднести електричні елементи у відведене для цього місце, скляні пляшки вкинути в один контейнер, пластикові в другий, папір - у третій і т.д. Нашій нації до цього далеко. Потрібно з самого раннього дитинства виховувати дитину, прививаючи екологічну свідомість, екологічне мислення.

Відходи потрапляють у ґрунти, забруднюють питну воду, можуть містити шкідливі речовини, які потрапляють і концентруються в атмосфері. Джерелами сміття є житлові та інші будівлі та всі галузі народного господарства, приватні підприємства, організації, установи.

Починаючи зі шкіл і продовжуючи в інших навчальних закладах, у засобах масової інформації, мас медіа (преса, радіо, телебачення, Інтернет, реклама і т.д.) інформувати про взаємозв'язок між людьми та природою, як потрібно до неї ставитися та як діяти. Українцям є над чим задуматися заради майбутнього покоління. Яке середовище в спадок вони отримають? Чи можливо в ньому буде нормально проживати? Чи зрозуміють люди в наступному столітті реальні наслідки своєї діяльності по відношенню до навколишнього середовища?

Коли кожний усвідомить, що людина і природа повинні знаходитися у взаємній гармонії, тоді проблема сміття перестане існувати.

## ПОЗИТИВНІ ТА НЕГАТИВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТИКУ

### POSITIVE AND NEGATIVE ASPECTS OF THE USE PLASTIC

*Трунова І.О., ст. викладач, Кононова О.О., студент, СумДУ, Суми*

*Trunova I.O., lecturer, Kononova O.O., student, SumSU, Sumy*

Одноразовий посуд став однією з найнеобхідніших речей в нашому повсякденному житті. За своїми якостями та естетичним виглядом предмети з пластику увійшли буквально у всі сфери нашого життя, стали абсолютно незамінними.

Об'єми попиту і продажу б'ють всі рекорди Темпи виробництва пластику невинно зростають, незважаючи на те, що на виробництво витрачається в 10 раз більше енергії і природних ресурсів ніж на створення виробів з заліза.

Але поряд з надзвичайними якостями, у полімерів є один значущий недолік: вони, виконавши своє функціональне значення, не знищуються під дією звичайних природних факторів на протязі десятків років. Гірше того, повільно, але все-таки розкладаючись, пластики створюють достатньо шкідливі субстанції, в тому числі цілий ряд токсичних з'єднань.

Так, пластиковий посуд може розкладатися в землі не менше 100 років, при цьому забруднюючи якийсь окремих регіон, створює небезпеку для прилеглих до нього територій внаслідок міграції забруднюючих речовин через підґрунтові водоносні горизонти. Накопичуючись в нашому організмі, вони можуть слугувати причиною виникнення багатьох хвороб, починаючи від алергічних реакцій і закінчуючи недоброякісними утвореннями.

Використана і викинута тара ображає естетичні почуття людини, яка бачить гори безладно розкиданого сміття.

Поряд з усіма недоліками пластикового посуду, проблема його утилізації стоїть досить гостро.

На даний час існує декілька способів знешкодження полімерів. Один з них – це спалювання, але при такій технології в повітря виділяються шкідливі гази, забруднюють довкілля різними шкідливими сполуками, зокрема важкими металами, що може призвести до небажаних глобальних наслідків, таких як парниковий ефект. В промислових варіантах зазвичай такі сполуки уловлюють, але це істотно підвищує вартість знешкодження, а отже й виробництва самої продукції. Інший спосіб, порівняно з першим, більш перспективніший і ефективніший – це вторинна переробка використаних полімерних виробів, якій передують сортування відходів на види і категорії за допомогою сміттесортирувальних заводів. Але, на жаль, такі заводи в нашій країні є прерогативою лише деяких комерційних структур.

## ПРОБЛЕМА ПЕСТИЦИДІВ В УКРАЇНІ ТА СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ PROBLEM OF PESTICIDES IN UKRAINE AND SUMY AREAS

*Аверкова О.Є., доцент,  
Лапоног К.С., Калашник Я.І., Грива І.В., студенти, СумДУ, Суми*  
*Averkova O.E., associate professor,  
Laponog K.S., Kalashnik J.I., Griva I.V., students, SumSU, Sumy*

Пестициди — це хімічні речовини, що застосовуються в сільському господарстві для боротьби з хворобами вирощуваних культур, різноманітними шкідниками та гризунами.

Особливості пестицидів полягають у їх циркуляції в біосфері протягом тривалого часу. Крім того, ці хімічні речовини застосовуються для знищення живого і, отже, є потенційно небезпечними і для людини, зокрема, під час обробки рослин пестицидами. Контакт широких мас населення з пестицидами зв'язаний з їх циркуляцією в зовнішньому середовищі внаслідок їх наявності в харчових продуктах, воді та ґрунтах.

Сільськогосподарське забруднення складає близько третини усього антропогенного забруднення. Отрутохімікати потрапляють в оточуюче середовище як фізичним, так і біологічним шляхом. Висока токсичність більшості пестицидів, що створює загрозу не тільки для шкідників, але й для корисних комах та інших тварин, а також для самої людини, обмежує застосування хімічних засобів захисту рослин. Також виникає шкода при порушенні технології їх використання.

Щороку в сільському господарстві застосовують близько 175 тис. хімічних засобів захисту рослин. Причому, із 170 видів пестицидів, які застосовують на території України, 49 - особливо небезпечні. Наразі на Сумщині зареєстровано 2,5 тисячі тон заборонених до використання пестицидів, однак ця цифра постійно зростає, бо практично щодня виявляють не обліковані звалища та склади. Актуальність питання не підлягає обговоренню – забруднення території прямо впливає на здоров'я людей, що там проживають.

В останні роки інтенсивне і нераціональне використання отрутохімікатів призвело до порушення взаємозв'язків між живими організмами і до забруднення води, ґрунту, атмосфери.

Сьогодні, для розв'язання проблеми захисту рослин використовують біологічні методи. Ці методи засновані на використанні ворогів і антагоністів шкідливих організмів, на використанні комах і птахів, які з'їдають шкідників, а також бактерій і грибків, які вбивають шкідливі організми.

В даній роботі розглянуті підходи та можливі засоби рішення проблеми накопичених непридатних до використання пестицидів в Україні и Сумській області.

## АВТОМОБИЛИ С ГИБРИДНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ – РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ

### CARS WITH HYBRID ENGINE - A DECISION OF THE PROBLEM QUALITY ATMOSPHERIC AIR CITY

*Ефименко В.В., студент, Андриенко Н.И., ассистент, СумГУ, Сумы*

*Efimenko V.V., student, Andrienko N.I., assistant, SumSU, Sumy*

Одной из острых экологических проблем настоящего времени является загрязнение атмосферного воздуха. В больших городах к числу основных источников загрязнения атмосферного воздуха относится автотранспорт. Отходящие газы двигателей содержат сложную смесь из более двухсот компонентов, среди которых немало канцерогенов. Поэтому автомобильный транспорт следует отнести к наиболее опасным источникам.

Кратковременное сокращение выбросов в периоды увеличения загрязнения воздуха может существенно улучшить состояние воздушного бассейна. Вопросы регулирования выбросов и прогноза загрязнения атмосферы тесно связаны между собой.

Полное решение проблемы уменьшения загрязнения воздуха автотранспортом зависит, в первую очередь, от технических мероприятий, касающихся повышения экологичности каждого автомобиля и уменьшения токсичности автомобильных выбросов.

Существует множество способов и методов решения «автомобильных» проблем: введение жестких экологических норм, стимулирующих производителей разрабатывать автомобили с низкими показателями загрязнения окружающей среды. Переход на альтернативные виды топлива. В то же время существует более сложный путь совершенствованием самих автомобилей, а не топлива, и тем самым сделать их не только экологически «чистыми», но и экономичными, что для рядового потребителя, особенно в наше время, немаловажно.

В условиях постоянно растущих цен на топливо и ухудшающейся экологической ситуации в мире, все больше автолюбителей задумывается о приобретении автомобиля нового типа – так называемого «гибрида». Принципиально отличающихся наличием двух встроенных двигателей, способных работать попеременно, в зависимости от условий движения.

Полная остановка работы двигателей в местах скопления автомобилей на дорогах городов, и прежде всего в пробках, имеет первостепенное значение. Применение же аккумуляторных батарей, гораздо меньшей емкости, чем в электромобилях, снизила проблему массы автомобиля и утилизацию использованных аккумуляторов. Развитие гибридной технологии в общественном транспорте, и для грузовых автомобилей, значительно экологическую обстановку городов.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ВІД  
ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА ШЛЯХОМ МІНІМІЗАЦІЇ МАСИ ВИКИДІВ  
PROVIDING OF NECESSARY ECOLOGICAL RISK IS FROM POINT  
SOURCE BY MINIMIZATION OF MASS OF EXTRASS

*Фалько В.В., пров. фахівець, Зінченко В.Ю., студент, СумДУ, Суми*  
*Falko V.V., leading specialist, Zinchenko V.Y., student, SumSU, Sumy*

В роботах [1-3] для попередніх етапів проектування підприємств розроблені математичні моделі і алгоритм рішення для оцінки екологічного ризику від забруднення атмосфери викидами точкового джерела. Екологічний ризик визначається як ймовірність перевищення хоч б однією концентрацією забруднюючих речовин, що викидаються, своєї максимальної разової гранично допустимої концентрації. Він визначається через відомий багатомірний інтеграл ймовірності:

$$\alpha = \int_{\text{AA}\hat{E}_{\text{ID}}_1}^{\infty} \dots \int_{\text{AA}\hat{E}_{\text{ID}}_n}^{\infty} f(C_1, C_2, \dots, C_n) dC_1 \cdot dC_2 \cdot \dots \cdot dC_n,$$

де  $f$  - щільність розподілу концентрацій забруднюючих речовин в точці місцевості, що розглядається. Числові характеристики щільності  $f$  можна визначити як функцію маси  $M_j$  викиду  $j$ - забруднюючої речовини.

$$C_j^*(M_j) = b_j M_j + C_{\text{oj}} + \Delta C_j.$$

При попередній розробці проекту будівництва підприємства може виявитися, що екологічний ризик від точкового джерела викидів є вищим за бажаний. Тоді виникає необхідність в його зменшенні за рахунок зниження мас забруднюючих речовин, які викидаються джерелом. Виникає питання за рахунок зниження мас яких забруднюючих речовин це краще зробити.

Зниження викидів мас забруднюючих речовин може бути досягнуто за рахунок додаткового очищення газоповітряної суміші шляхом введення відповідних очисних споруд, які будуть. забезпечувати необхідний екологічний ризик.

#### Список літератури

1. Применение методов системного анализа, аэродинамики приземного слоя и теории надежности для оценки экологического риска / А.В.Артамонова, В.А. Долодаренко, В.Ю. Каспийцева, И.Ю. Лесникова, В.В. Фалько // *Екологія і природокористування*. – 2003. – №6. – С. 194–199.
2. Фалько В.В. Зависимость числовых характеристик плотностей распределения поля концентраций вредных веществ от случайного разброса проектных параметров точечного источника/ В.В. Фалько, А.В. Артамонова, В.А. Долодаренко: наук.–техн. конф. викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерного факультету СумДУ.– Суми,2006.– С.44–47 .
3. Фалько В.В. Алгоритм прогнозной оценки составляющей экологического риска для человека от точечного источника выбросов / В.В. Фалько // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів» – 2008. – №2(18)–С.149–156.

# ОБ ОДНОМ СЛУЧАЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА ОТ ПЛОЩАДНОГО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСОВ

## ABOUT ONE CASE OF THE ESTIMATION OF ECOLOGICAL RISK FOR THE PERSON FROM THE VULGAR SOURCE OF EMISSIONS

*Долодаренко В.А., доцент, ПГАСиА, Днепрпетровск;  
Токовенко А.В., магистр, НУК им. Адмирала Макарова, Николаев;  
Фалько В.В., вед. специалист, СумГУ, Сумы*

*Dolodarenko V.A., associate professor, PSAB&A, Dnepropetrovsk;  
Tokovenko A.V., NUS by it. Of admiral Makarova, Nikolaev;  
Falko V.V., leading specialist, SumSU, Sumy*

При рассмотрении площадного источника выбросов загрязняющих веществ выделяют два случая направления ветра: произвольное и перпендикулярное одной из сторон источника [1]. В первом случае площадной источник представляется в виде совокупности  $N$  равномерно распределенных одиночных точечных источников. Характеристики их определяются в соответствии с правилами, приведенными в [1]. Для случая площадного источника следует использовать оценку составляющей экологического риска в соответствии с [2], разработанную для группы точечных источников.

Для второго случая разработана математическая модель задачи. Как и ранее искомый риск определяется через вероятность превышения концентрацией  $C_j$ ,  $j = \overline{1, n_1}$  хотя бы одного выбрасываемого загрязняющего вещества над своей максимальной разовой предельно допустимой концентрацией для населенных мест, ПДК<sub>мпj</sub>:

$$\alpha = \int_{\text{ПДК}_{\text{мп}1}}^{\infty} \dots \int_{\text{ПДК}_{\text{мп}n_1}}^{\infty} f(c_1, c_2, \dots, c_n) dc_1 \cdot dc_2 \dots dc_n, \quad (1)$$

где  $f$  - плотность распределения концентраций, обусловленная случайным разбросом проектных параметров источника и характеристик внешней среды  $\lambda_k$  (возмущающих факторов).

Концентрации  $C_j$ ,  $j = \overline{1, n_1}$  рассмотрены как функции случайных аргументов и на основании [1] имеют вид

$$C_j = C_{mj}''(\lambda_k) B_j(\lambda_k) + C_{фj} + \Delta C_j, \quad (2)$$

здесь  $C_{mj}''$  – максимальная концентрация от одиночного точечного источника, которая имела бы место в том случае, если бы его выбросы равнялись полному выбросу  $M_j$ ,  $j = \overline{1, n_1}$  от площадного источника,  $C_{фj}, \Delta C_j$  фоновая концентрация и погрешность определения концентрации,  $B_j$  – коэффициент, учитывающий особенности площадного источника.

С использованием метода линеаризации и в предположении, что возмущающие факторы  $\lambda_k$  подчиняются нормальному закону [3], получены числовые характеристики (математическое ожидание  $C_j^*$ , среднеквадратические отклонения  $\sigma_j$  и коэффициенты корреляции  $r_{jp}$ ) плотности  $f$  в виде  $n$  – мерного нормального закона [3]. Для определения  $\sigma_j$  и  $r_{jp}$  из (2) получены частные производные концентраций по возмущающим факторам

$$\frac{\partial C_j^*}{\partial \lambda_k} = \frac{\partial C_{mj}^{//*}}{\partial \lambda_k} B_j^* + \frac{\partial B_j^*}{\partial \lambda_k} \cdot C_{mj}^{//*} \quad (3)$$

В (3) производные для точечного источника определяются в соответствии с [4-6], а производные  $\frac{\partial B_j^*}{\partial \lambda_k}$  получены путем дифференцирования коэффициента  $B_j$ , определяемого из [1].

Полученные зависимости определяют математическую модель задачи, с помощью которой при заданных числовых характеристиках случайного распределения проектных параметров и характеристиках внешней среды может быть определен искомый риск  $\alpha$  (1).

#### Список литературы

1. ОНД – 86. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеоздат. – 1987. – 94 с.
2. Определение составляющей экологического риска от группы точечных источников / В.В. Фалько, Л.Д. Пляцук, В.А. Долодаренко, А.В. Артамонова // Вісн. Сумського держ. університету. – Вид. Сум ДУ. – Суми. – 2008. - №2'. – с. 110 – 115.
3. Вентцель Е.С.- Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1999 – 576 с.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА THE EFFECT OF RADIATION ON THE ORGANISM OF THE MAN

*Мельник Е.С., ассистент, Зимин М.А., студент, СумГУ, Сумы*  
*Melnik E.S., assistant, Zymyn M.A., student, SumSU, Sumy*

Радиация по самой своей природе вредна для жизни. Малые дозы облучения могут “запустить” не до конца еще установленную цепь событий, приводящую к раку или к генетическим повреждениям. При больших дозах радиация может разрушать клетки, повреждать ткани органов и явиться причиной скорой гибели организма.

Очень большие дозы облучения порядка 100 Гр вызывают настолько серьезное поражение центральной нервной системы, что смерть наступает в течение нескольких часов или дней. При дозах облучения от 10 до 50 Гр при облучении всего тела поражение ЦНС может оказаться не настолько серьезным, чтобы привести к летальному исходу, однако облученный человек может умереть через одну-две недели от кровоизлияний в желудочно-кишечном тракте. При меньших дозах может не произойти серьезных повреждений желудочно-кишечного тракта или организм с ними справится, но смерть может наступить через один-два месяца с момента облучения из-за разрушения клеток красного костного мозга - главного компонента кроветворной системы организма: от дозы в 3-5 Гр при облучении всего тела умирает примерно половина всех облученных.

Красный костный мозг и другие элементы кроветворной системы наиболее уязвимы при облучении и теряют способность нормально функционировать уже при дозах облучения 0,5-1 Гр. Репродуктивные органы и глаза также отличаются повышенной чувствительностью к облучению. Наиболее уязвимой для радиации частью глаза является хрусталик. Погибшие клетки становятся непрозрачными, а разрастание помутневших участков приводит сначала к катаракте, а затем и к полной слепоте. Помутневшие участки могут образоваться при дозах облучения 2 Гр и менее. Более тяжелая форма поражения глаза – прогрессирующая катаракта – наблюдается при дозах около 5 Гр.

Дети также крайне чувствительны к действию радиации. Относительно небольшие дозы при облучении хрящевой ткани могут замедлить или вовсе остановить у них рост костей, что приводит к аномалиям развития скелета.

Большинство тканей взрослого человека относительно малочувствительны к действию радиации. Почки выдерживают суммарную дозу около 23 Гр, полученную в течение пяти недель, без особого для себя вреда, печень – по меньшей мере 40 Гр за месяц, мочевого пузыря – по меньшей мере 55 Гр за четыре недели, а зрелая хрящевая ткань – до 70 Гр. Легкие гораздо более уязвимы, а в кровеносных сосудах незначительные, но,



возможно, существенные изменения могут происходить уже при относительно небольших дозах.

Рак – наиболее серьезное из всех последствий облучения человека при малых дозах. Сегодня в нашем государстве проживает больше 800 тыс.ч., которые перенесли онкологические заболевания. В Украине каждый год обнаруживают 160 тысяч новых случаев злокачественных образований, 1000 новых случаев опухолей и лейкозов у детей до 14 лет, что составляет 10-12 больных на 100 тыс. детей. Почти 90 тыс. жителей Украины ежегодно умирают от рака, при чем 35% из них – люди трудоспособного возраста. Но в Украине за последние годы наметилась позитивная тенденция к уменьшению показателя смертности от злокачественных онкологических образований: с 189 в 2002 году до 182 человек на 100 тыс.ч. в 2006 году. Наблюдается снижение показателя смертности больных в течении первого года после диагностирования заболевания – с 36% в 2002 году до 32% в 2006 году.

Согласно имеющимся данным, первыми в группе раковых заболеваний, поражающих население в результате облучения, стоят лейкозы. Они вызывают гибель людей в среднем через 10 лет с момента облучения – гораздо раньше, чем другие виды раковых заболеваний. Согласно оценкам ООН, от каждой дозы облучения в 1 Гр в среднем два человека из тысячи умрут от лейкозов.

Самыми распространенными видами рака, вызванными действием радиации, оказались рак молочной железы и рак щитовидной железы. По оценкам ООН примерно у десяти человек из тысячи облученных отмечается рак щитовидной железы, а у десяти женщин из тысячи – рак молочной железы. Однако обе разновидности рака в принципе излечимы, а смертность от рака щитовидной железы особенно низка. Поэтому лишь пять женщин из тысячи, по-видимому, умрут от рака молочной железы и лишь один человек из тысячи облученных умрет от рака щитовидной железы.

Рак легких дает самую высокую смертность при злокачественных новообразованиях, унося примерно 1 миллион жизней в год. Смертность от рака легких в Украине составила в 2007 году 14 тыс.ч. Статистикой установлено, что курящие люди, особенно те, которые выкуривают более 20 сигарет в день, заболевают раком легких в несколько раз чаще, чем некурящие.

Профилактика рака проводится тремя путями: предупреждением появления предраковых заболеваний; выявлением и лечением предраковых заболеваний; устранением вредных факторов, вызывающих рак, среди различных профессий и в быту.

Существуют 3 группы методов выявления и регистрации ионизирующего излучения: фотографические, химические, ионизационные.

Существуют 4 общих принципа защиты от ионизирующего излучения: защита “временем”, защита “расстоянием”, экранирование, организационные меры.

## ШТУЧНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВА ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ MAN-MADE REFORESTATION AS PROSPECT FOREST REPRODUCTION.

*Яхненко О.М, асистент, Подлужний Д.М, студент СумДУ, Суми  
Yahnenco O, assistant, Podluzniy D, student, SumSU, Sumy*

Основною метою лісовідтворення є створення лісових культур та подальший догляд за ними з наступним формування високоякісних, добре сформованих, високопродуктивних насаджень бажаного породного складу.

Деревостани на значній території лісового фонду Сумщини досягли стадії стиглості, - дерева припиняють приріст по товщині та висоті, стають більш уразливими до пошкодження шкідниками та хворобами, плодоношення і якість насіння значно погіршується. Щоб не втратити масу стиглої ділової деревини необхідне проведення рубок головного користування з подальшим лісовідновленням лісосіки. В протилежному випадку деревина втратить свою товарність і може бути в подальшому реалізована лише як дров'яна деревина.

Лісовідновлення може мати як природній так і штучний характер. При природному лісовідновленні відновлення лісу проходить вегетативно або насінево. Вегетативне лісовідновлення супроводжується утворенням дугоподібних порослевих відводків від пнів попередніх деревостанів, утворюючи при цьому «порослеві гнізда». Породний склад молодого деревостану буде максимально наближеним, майже ідентичним, попередньому. В подальшому, через велику густоту відводків на одиниці площі такі насадження відчують дефіцит сонячного світла та вологи з поживними речовинами, а природне зрідження супроводжується великою захарашеністю ділянки і прогресуванням хвороб та шкідників. Такі деревостани не довговічні, так як при відносно не здоровому віці порослеві стовбури мають старе, виснажене, хворе коріння. Тому такі деревостани мають низьку якість деревини та рано починають іти у відпад.

Природне насіневе лісовідновлення дає більш довговічне насадження з кращою якістю деревини і більшою продуктивністю, але таке лісовідновлення є більш стихійним і не займає всю територію рівномірно. При насіневому відновленні природний склад деревостану буде значно змінюватись і формуватись в основному з м'яко листяних, швидкоростучих порід. Молоде насадження буде формуватись куртинами, в зонах опадку насіння певних деревних порід. Через щіткоподібний підріст доступ сонячного світла буде не рівномірним, як наслідок будуть формуватись не пропорційні крони з значним природнім зрідженням та захарашеністю. Насадження з насіневим відновленням більш стійкі до хвороб але в умовах значних захарашеностей будуть мати небезпеку ураження. Деревостани матимуть не погану якість деревини та зможуть досягти віку стиглості.

Штучне лісовідновлення передбачає створення лісових насаджень насінням або попередньо вирошеними сіянцями з застосуванням пристроїв та механізмів. Дає змогу при створенні деревостанів створити умови максимальної приживлюваності, накопичення енергії росту, формувати насадження певного природного складу та за певними схемами розміщення посадкового матеріалу, що в подальшому забезпечить кожен рослинку оптимальною кількістю сонячного світла та вологи з поживними речовинами. Штучне відновлення лісу передбачає переднасієвий та передпосадковий обробіток ґрунту, а в перші роки зростання проведення агротехнічних доглядів. Це дає змогу створити благо приймні умови для зростання лісових культур та зменшити навантаження бур'янів та другорядних порід на головну породу, ту на яку в майбутньому буде направлено ведення лісового господарства. Заходи спрямовані на догляд за лісовими культурами та рубки догляду за лісом дають змогу сформувати деревостани бажаного породного складу, досягти максимального приросту дерев по товщині та висоті, сформувати ажурні крони з високо піднятими очищеними від гілок стовбурами, отримати високу продуктивність насадження та високу, товарну якість деревини. Штучне створення насаджень з наступними доглядами за лісом виключає утворення захаращених, що значно покращує санітарний стан лісів, та дає змогу попередити та своєчасно припинити розповсюдження хвороб.

Лісовідновлення завжди матиме місце в веденні лісового господарства, так як зміну деревостанів викликає не лише господарська діяльність антропогенного характеру, а й зміни в наслідок виникнення стихійних природних лих, чи лісових пожеж.

З екологічної, санітарної та економічної точки зору при виникненні потреби у лісовідновленні доцільно використовувати штучне лісовідновлення. В порівнянні з природним лісовідновленням, штучне дасть змогу покращити естетичний, санітарний стан лісів, уникнути розповсюдження хвороб та шкідників, зменшити ймовірність виникнення лісових пожеж, сформувати деревостани, які в кінцевому результаті досягнуть віку стиглості, створивши високопродуктивну насієву базу для створення нових лісових культур та забезпечать народне господарство високоякісною, цінною деревиною.

#### Список літератури

1. Настановлення по рубкам догляду в лісах Української РСР. К. «Урожай», 1971.
2. «Санітарні правила в лісах України». Затверджені постановою КМУ № 555 від 27.07.1995.
3. Універсальний довідник лісника та майстра лісу.-Харків, 2004.
4. Універсальний довідник лісничого. – Харків, 2004.
5. В.Є. Свириденко, А.Й. Швиденко «Лісівництво». – К. «Сільгоспосвіта», 1995.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ТРАВМАТИЗМУ ВИРОБНИЧОГО І НЕВИРОБНИЧОГО ХАРАКТЕРУ В УКРАЇНІ ТА ЙОГО СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ  
COMPARATIVE ANALYSIS OF INDUSTRIAL AND NON-INDUSTRIAL INJURES IN UKRAINE AND ITS SOCIAL AND ECONOMIC CONSEQUENCES

*Денисенко А.Ф., доцент, Ліннік Ю.В., студент;  
Ткаченко Г.В., студент, СумДУ, Суми  
Denysenko A.F., associate professor, Linnik Y.V., student,  
Tkachenko G.V., student, SumSU, Sumy*

Травматизм не є новою проблемою для будь-якої країни. Але рівень виробничого травматизму в Україні стабільно залишається в кілька разів вищим, ніж в економічно розвинених країнах. За 2008 рік на підприємствах України було травмовано близько 319 тисяч осіб. Кількість померлих від невикористаного травматизму в Україні щорічно складає близько 70 тисяч осіб. І це тільки офіційні дані. Така ситуація є також першопричиною значних економічних збитків, не кажучи про те, що Україна втрачає своїх громадян.

На перший погляд кількість смертельних випадків поступово зменшується, а виробничий травматизм зменшується гіпертемпамі. Але наша гіпотеза полягає в тому, що суттєво більше зниження виробничого травматизму у порівнянні із таким зі смертельними наслідками пояснюється фактом приховання нещасних випадків та профзахворювань, і ніяк не поліпшенням умов праці.

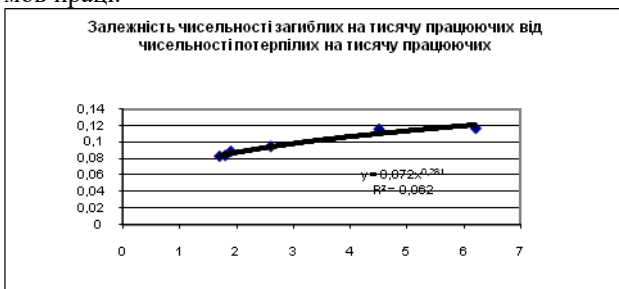


Рисунок 1 - Регресія кількості загиблих на чисельність потерпілих

Рисунок 1 демонструє стійку залежність випадків зі смертельними наслідками від збільшення випадків виробничого травматизму.

Коефіцієнт еластичності складає

$$\frac{dy}{dx} \cdot \frac{y}{x} = E_x^y = \frac{0,0726 \times 0,02815 \times X^{0,2815-1} \times X}{0,0726 \times X^{0,2815}} = 0,02815 \times 100 = 2,8\%$$

Тобто зростання коефіцієнту виробничого травматизму на 1 % призводить до зростання кількості загиблих в розрахунку на тисячу

працюючих на 3 %, з цього можна зробити висновок про доцільність і необхідність вживання заходів для скорочення травматизму виробничого характеру, а відповідно, і чисельності смертельних випадків.

Згідно даних Національних рахунків Державного комітету статистики України розрахуємо середнє значення річного виробітку робітника України:

$$\text{Виробіток}_{\text{прац}} = \frac{\text{Вал.дод.варт}}{\text{Чпр}} = \frac{827193 \text{ млн}}{21 \text{ млн}} = 39390 \text{ грн/ рік}$$

Тоді денне значення виробітку складе:

$$\text{Денний\_виробіток}_{\text{прац}} = \frac{\text{річний виробіток}}{\text{число\_роб\_днів}} = \frac{39390}{250} = 157,56 \text{ грн}$$

Припустимо, що середня тривалість лікарняного становить 30 календарних днів, з яких робочих днів 22.

За даними Фонду соціального страхування витрати на компенсації страхових виплат потерпілим за 2008 рік склали 2 млрд 862 млн. грн.

$$\text{Сумарний\_збиток\_вир.травматизму} =$$

$$\text{Денний\_виробіток}_{\text{прац}} * \text{Кількість\_травмованих} * 22 \text{ дні} =$$

$$= 157,56 * 318985 * 22 + 2862300000 = 13 \text{ млрд } 919 \text{ млн}$$

Частка збитку у ВВП України становить:

$$\frac{\text{збиток}}{\text{ВВП}} = \frac{13919 \text{ млн}}{827193 \text{ млн}} = 0,016 * 100 = 1,68\% \text{ ВВП України}$$

Проаналізуємо стан травматизму невиробничого характеру в Україні. Частка травматизму невиробничого характеру із смертельним наслідком становить понад 9 відсотків загальної кількості померлих, тобто близько 70 тис. осіб. Однією з основних причин смертності в Україні осіб віком від 15 до 44 років є вплив небезпечних факторів життєвого середовища. З 1991 року від нещасних випадків невиробничого характеру загинуло більше 1 млн. осіб, або 99 відсотків всіх загиблих від небезпечних факторів життєвого середовища, і травмовано понад 44 млн. громадян України переважно працездатного віку.

Щорічні втрати економіки, за оцінкою фахівців Інститут демографії та соціальних досліджень Національної академії наук, тільки внаслідок загибелі та травмування громадян у сфері, не пов'язаній з виробництвом, перевищують 10 млрд. гривень, зокрема внаслідок загибелі - 9,2 млрд., тимчасової непрацездатності у зв'язку з нещасними випадками невиробничого характеру - 1,12 млрд. гривень, що становить близько 2,5 відсотка валового внутрішнього продукту України.

За запропонованою нами методикою розраховано, що перші складають 2,5% ВВП, а другі – 1,6%. Загалом ця сума складає близько 4,1% ВВП України. Ці кошти могли б бути спрямовані на соціальний розвиток країни, заходи щодо модернізації виробничих процесів, екологізацію виробництва. А відбувається навпаки – вони спрямовуються на компенсації збитків. Також треба зазначити той факт, що високий рівень травматизму спричиняє значні втрати робочого часу, що, в свою чергу, знижують продуктивність праці. Це дуже негативно позначається на економіці країни.

## ХАРЧУВАННЯ ЗА ЗМІНЕНИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ

### FEED ON THE CHANGED TERMS OF ENVIRONMENT

*Матюшенко І.Ю., студент, Андрієнко Н.І., асистент, СумДУ, Суми*

*Matushenko I.J., student, Andrienko N.I., assistant, SumSU, Sumy*

Сьогодні ми частіше відчуваємо на собі вплив забрудненого довкілля, винуватцем котрого є сама людина. Вона прагне задовольнити все зростаючі потреби за умов скорочення природних ресурсів. Наслідком цього є дана екологічна ситуація. Тому в першу чергу треба думати про власне здоров'я, яке безпосередньо залежить від нашого харчування. Адже ми є те, що їмо, п'ємо та чим дихаємо.

До складу людського організму входить 100 млрд. клітин, які функціонують завдяки метаболізму (обміну речовин). Для забезпечення даного процесу повинне бути надходження всіх потрібних поживних речовин із зовнішнього середовища. Саме за таких умов можна говорити про раціональне харчування – збалансований оптимальний набір та співвідношення білків, вуглеводів, жирів, вітамінів, мікроелементів у добовому раціоні людини. Якщо говорити про три перші органічні речовини, то воно становить 1:4:1,2.

Якщо розглядати піраміду харчового раціону людини, то слід зауважити, що в її основі знаходиться вода. Доросла людини повинна випивати в день до 2 л чистої якісної води (30 мл на 1 кг ваги). На жаль, сьогодні відмічається забруднення питної води хімічними речовинами, які надходять до неї через поверхневий стік та інфільтрацію у підземні води головним чином із сільськогосподарських полів. У результаті частішають випадки захворювань шлунково-кишкового тракту, сечовидільної системи.

Хімічне забруднення не обминуло і продуктів харчування. До основних хімічних речовин відносять: пестициди, нітрати та нітроти, важкі метали, радіонукліди. Пестициди – хімічні речовини, що застосовуються для боротьби із шкідливими організмами рослинного та тваринного походження. У світі щорічно реєструється від 500 тис. до 2 млн. випадків отруєння людей пестицидами, більшість яких припадає на сільських жителів. Це пов'язано із вживанням у їжу продуктів харчування, забруднених даними речовинами. Адже часто порушуються правила внесення їх на поля, а також зберігання на складах, які нерідко не мають власників. Хлорорганічні поєднання (ДДТ в тому числі) були знайдені в тканинах чорноморських дельфінів, і в такій кількості, що Чорне море може отримати першість за вміст хлорорганіки. Саме з впливом стійких забруднювачів вчені пов'язують низький рівень виживання яєць і скручені дзьоби у птахів, деформовані кінцівки у ссавців, порушення репродуктивної системи та розвитку. Деякі з них вважаються

гормонально активними сполуками і вносять безлад в ендокринну та імунну системи, дію інших пов'язують із затримкою розумового розвитку.

Нітрати та нітрити можуть потрапляти різними шляхами до харчових продуктів. По-перше, вони є харчовими добавками, які навмисно додають до продуктів тваринного походження (в першу чергу, ковбас) у якості фарбників. По-друге, через харчові ланцюги від рослин, які зростали на ґрунтах з підвищеним їх вмістом. Але результат їхнього впливу на людський організм не залежить від даних шляхів. Можливе гостре (одноразові великі дози) та хронічне (поступово невеликі дози) отруєння. Якщо нітрати долають плацентарний бар'єр, то при народженні спостерігається "жовтяниця новонароджених" через підвищення вмісту білірубину у крові. Особливо чутливими є малі діти, при чому розвивається захворювання метгемоглобінемії за рахунок приєднання нітрит-іонів до гемоглобіну та нездатності останнього до виконання дихальної функції – виникає задишка, посиніння шкіри. Крім того, нітрати та нітрити є передвісниками нітрозосполук – канцерогенних речовин.

До важких металів відносять ртуть, кадмій, свинець, хром, цинк, миш'як та інші елементи, атомна маса яких вища від заліза. Вони потрапляють до продуктів харчування із ґрунту, в який надходять із добрив чи випаданням з атмосфери. Наявність їх на полюсах пояснюється переносом повітряними та морськими потоками. Призводять до різних захворювань людей, в першу чергу впливаючи на нервову систему. Тому ознаками є дратівливість, агресія, апатія, погіршення апетиту, швидка стомлюваність.

Радіонукліди – це ядра нестабільних радіоактивних елементів, здатних до іонізуючого випромінювання під час розпаду. Внутрішнє опромінювання є згубним для організму, але його вплив зникає при виведенні радіонуклідів. Цьому процесу сприяють так звані радіопротектори, до яких відносять цілий ряд різних речовин. При радіаційному забрудненні, яке значно загострилося після аварії на Чорнобильській АЕС, слід приділяти велику увагу харчуванню, добираючи відповідний добовий раціон.

Іншою проблемою при харчуванні є застосування харчових добавок. Вони поділяються на кілька груп: барвники, консерванти, антиоксиданти, стабілізатори, емульгатори, підсилювачі смаку та запаху, піногасники. Кожна з них буквенний код Е та номер поряд. Чимало з них викликають небажані наслідки, що було доведено. Наведемо їх стислий перелік. Добавки, які викликають появу злоякісних пухлин: E103, E105, E121, E123, E125, E126, E130, E131, E142, E152, E210, E211, E213-217, E240, E330, E447. Добавки, які викликають захворювання шлунково-кишкового тракту: E221-226, E320-322, E338-341, E407, E450, E461-466. Алергени: E230, E231, E232, E239, E311-131. Добавки, які сприяють появі хвороб печінки і нирок: E171-173, E320-322.

Потрібно критично відноситися до етикеток, де вказаний зміст продукту. Якщо ви дбаєте про своє здоров'я, то уникайте будь-яких синтетичних складових, намагайтеся вживати натуральні екологічно чисті продукти.

## ПОБУТОВЕ ДООЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ DOMESTIC PURIFICATION OF DRINKING WATER

*Кобзарь Н.В., асистент, Шаповаленко Н.В., студентка, СумДУ, Суми*  
*Kobzar N.V., assistant, Shapovalenko N.V., student, SumSU, Sumy*

Необхідність води для забезпечення життєдіяльності людини обумовлена тією роллю, яку вона відіграє в кругообігу природи, а також задоволенні фізіологічних, гігієнічних, рекреаційних, естетичних та ін. потребностей людей. Вирішення проблеми потреб людини в воді для різноманітних потреб тісно пов'язано і з забезпеченням її необхідної якості. При чому, найбільше значення питання якості мають для господарсько-питної води. Це обумовлено тим, що вода може бути причиною різних змін в організмі та сприяти виникненню інфекційних та інших захворювань людини.

Значну небезпеку здоров'ю населення містить в собі хімічний склад води. В природі вода ніколи не буває у вигляді хімічно чистої сполуки. Маючи властивості універсального розчинника, вона постійно несе велику кількість різноманітних елементів та сполук, співвідношення яких визначається умовами формування води, складом водоносних порід.

В результаті проведених досліджень, в артезіанській воді сумського водопроводу виявлено підвищений вміст заліза, фтору, жорсткості. Такі показники, найімовірніше, пов'язані з геологічними структурами. Але, оскільки в результаті техногенної діяльності людини не лише поверхневі, а й підземні води, які і є джерелом водопостачання м. Суми, можуть бути забруднені сполуками-ксенобіотиками, то сучасний споживач має постійну проблему очищення та покращення якості питної води. Актуальність проблеми зростає по мірі погіршення екологічного стану навколишнього середовища, яке продовжує погіршуватися незважаючи на спад промислового виробництва.

Вода з міського водогону відповідає ГОСТу 2874-82 на питну воду. Інша справа, втім, що вимоги цього ГОСТу істотно послаблені порівняно до стандартів Західноєвропейських країн. З'являються також нові види забруднювачів, існування яких і вимоги не передбачені діючим ГОСТом.

Керуючись перш за все органолептичними показниками води (смак, запах, колір, мутність), пересічний споживач намагається доступними заходами покращити ці показники. Найпростішими та найпоширенішими є відстоювання, кип'ятіння, виморожування. В теперішній час на ринку існують різноманітні типи (до 30 тисяч різновидів) очищувальних систем: осаджувальні, адсорбційні (вугільні), іонообмінні, мембранні (фільтраційні, ультрафільтраційні, зворотньоосмотичні), комбіновані (адсорбційно-мембранні), окислювально-відновлювальні, електрохімічні, тощо.

При дослідженні проблеми побутового доочищення питної води від сумського водогону, ми дійшли висновку, що хоч вода Сум найкраща у Лівобережній Україні та все ж по деяких показниках потребує додаткового очищення. Оптимальним рішенням буде як комбінування при побутовому очищенні різних методів, так і застосування різних очисних матеріалів.



## ПРОГРАМИ КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### CONTROL'S PROGRAMS OF ENVIRONMENTAL STATE

*Гурець Л.Л., доцент, Гурець І.М., студент, СумДУ, Суми*

*Gurets L. associate professor, Gurets I., student, SumSU, Sumy*

Одним із ключових принципів сталого розвитку суспільства є принцип інтегрованого попередження утворення забруднювачів.

Існуюча в Україні нормативно-законодавча база регулює техногенний вплив на навколишнє середовище шляхом введення поняття ГДК. Основою нормування викидів шкідливих речовин в атмосферу від промислових джерел служать фактичні викиди, які визначаються при проведенні інвентаризації. Кількісні та якісні характеристики викидів визначаються в основному прямими вимірами про номінальному навантаженні технологічного обладнання. За результатами вимірів виконується розрахунок розсіювання шкідливих речовин в атмосфері за програмами, методичною основою яких є ЗНД-86. На основі результатів розрахунку приземних концентрацій при необхідності розробляються заходи по зниженню викидів в атмосферу. Ефективність цих заходів перевіряється знов-таки розрахунком розсіювання. Існуюча система нормування має ряд недоліків. Деякі з них: використання як еталону нормування фактичного викиду від джерела не дозволяє враховувати відхилення від номінальних показників та співставити їх з показниками іншого обладнання або альтернативних технологій; шкідливі викиди оцінюються не за джерелами, а на зрізі димової труби; не враховується цілий ряд процесів, які виникають в процесі розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, як то задимлення, виснаження, вологе та сухе осадження, хімічне перетворення речовин в атмосфері. Нормативи викидів визначаються виходячи зі сполучення умов розрахунку: температура повітря приймається рівною середній максимальній температурі найбільш жаркого місяця даної місцевості, напрямок та швидкість вітру – в найбільш небезпечному варіанті, одночасно і з максимальною потужністю викидів працюють всі джерела. Стимулом проведення природоохоронних заходів є екологічні платежі.

Більш раціональний підхід до нормування техногенного навантаження викладений в Директиві ЄЕС « Про інтегроване попередження забруднення й контролю над ним» 96/61/ЄС від 24.09.1996 р. Директива надає першочергове значення комплексному контролю забруднень як одній з найважливіших передпошилок досягнення стійкої рівноваги між людською діяльністю та соціально-економічним розвитком з однієї сторони, та природними ресурсами і здатністю природи до відновлення з другої.

Згідно із цією директивою, дозвіл про можливість видачі інтегрованого дозволу на викиди, скид забруднювачів і розміщення відходів ухвалюється на основі екологічного аудита підприємства, у ході якого для кожного виду виробництва складається баланс забруднювачів, враховуються всі викиди, скиди й відходи, здійснюється зіставлення екологічних показників з базовими показниками «найкращих доступних методів», оцінюється енергоефективність виробництва, імовірність виникнення аварійних ситуацій, усунення їх наслідків, план реабілітації території у випадку закриття виробництва.

Необхідним стимулом інноваційних процесів за умовами Стокгольмської конференції є використання принципів найкращих доступних методів. Згідно з визначенням «найкращі доступні методи» - це найбільш ефективні шляхи розвитку й методи керування виробництвом, що забезпечують можливість попереджати викиди й негативні впливи на навколишнє середовище, а коли це неможливо, знизити негативний ефект.

Створення єдиних підходів до нормування шкідливих викидів особливо важливе для реалізації Спільної програми спостережень та оцінки розповсюдження забруднювачів повітря на великі відстані в Європі (програма ЕМЕП). Програма ЕМЕП скерована на вироблення єдиних підходів до оцінки забруднювачів повітря та їх розподілу на великі відстані, методології розрахунку критичних рівнів навантаження на екосистеми та оцінку ступеню екологічного ризику регіонів. Дані про викиди забруднюючих речовин, які викидаються з площ по сітці розміром 25 на 25 км, використовуються для формування інформаційної бази даних ЕМЕП.

Всесвітня програма контролю навколишнього середовища заснована та фінансується Всесвітньою організацією охорони здоров'я та Програмою ООН по навколишньому середовищу. Нею була розроблена програма, яка дозволила розробити заходи по забруднюючим речовинам в міських умовах: концентрації діоксиду сірки, зважених речовин, плюмбума, оксиду азоту, оксиду вуглецю та озону. Не менш важливим, ніж створення цієї бази даних, є випуск довідкових матеріалів, розробка програм по моделюванню розсіювання речовин в атмосфері, забезпечення засобів контролю, проведення аналізів.

Програма всесвітнього спостереження за станом атмосфери (1994) збирає дані про хімічний склад атмосфери, відповідних фізичних характеристиках. Мета програми – виявити зв'язок між зміною складу атмосфери та зміною клімату в глобальних та регіональних масштабах. Програма охоплює наступні галузі діяльності: глобальна система спостереження за озоном, глобальний моніторинг фонових складу атмосфери, розсіювання та перенос речовин в атмосфері, обмін забруднюючих речовин між атмосферою та іншими середовищами, моніторинг. Одним з важливих аспектів діяльності програми Всесвітнього спостереження за станом атмосфери є впровадження центрів контролю над якістю наукових досліджень в галузі охорони довкілля.

# ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ

## ECOLOGICAL ASPECTS OF FOOD ADDITIVES IN FOOD PRODUCTS

*Назаренко Л., студент, Шевченко С.М., доцент, СумДУ, Суми*

*Nazarenko L., student, Shevchenko S., associate professor, SumSU, Sumy*

Історія появи та використання харчових добавок пов'язана з майже систематичною нестачею продуктів харчування. Голод (англійське "famine" від латинського "fames") - крайня недостатність їжі, що спричиняє виснаження та смерть населення певного регіону або країни. Голод був причиною страждань у всіх країнах в усі часи. Далі ви знайдете список найстрашніших в історії людства голодоморів. Причини голоду є частково природними і частково штучними. Серед природних причин – неврожаї, викликані надмірною кількістю чи навпаки – нестачею опадів та іншими метеорологічними явищами, або ж знищення посівів комахами та паразитами. До штучних причин належать війни та економічні помилки виробництва, транспортування і продажу продуктів харчування.

100 років тому однією із перших харчових добавок був кокаїн. На початку століття само поняття "Харчові добавки" було досить умовним, і тим більше умовним був контроль за їх застосуванням. Досить згадати, що в прохолодні напої на цілком законних підстави додавали кокаїн, пригадаєте, звідки, наприклад, пішла знаменита зараз на весь світ Соса-кола. Перша частина назви не що інше, як кока, чагарник, з листя якого отримують кокаїн.

«Харчові добавки — природні або синтезовані речовини, які навмисно вводяться в продукти харчування з метою додання їм необхідних властивостей (наприклад, органолептичних, технологічних) та не вживаються самостійно у вигляді продуктів харчування або звичайних компонентів їжі». Використання харчових добавок в Україні регламентується Постановами Кабінету Міністрів України, а саме, Постановою КМУ №12 від 4 січня 1999 р. і п'ятьма змінами та доповненнями до нього. У перелік дозволених добавок входить 237 харчових добавок.

Кожна харчова добавка має свій цифровий код з індексом Е, який гарантує перевірку на безпеку та може використовуватися з потреби лише у встановлених дозах. Використання харчових добавок повинне обов'язково вказуватися на упаковці.

Згідно з системою кодифікування харчових добавок, всі вони згруповані таким чином:

- E100-E182 — барвники;
- E200-E280 – консерванти;
- E300–E391 — антиокислювачі (антиоксиданти);

- E400–E481 — стабілізатори, емульгатори, загусники;
- E500–E585 — регулювальники кислотності, розпушувачі;
- E600–E699 — підсилювачі смаку та аромату;
- E700–E899 — запасні індекси для іншої можливої інформації;
- E900–E999 — глазуруючі агенти, підсолоджувачі, піногасники;
- E1000-E1521 — емульгатори, герметики, ферменти, вологоутримувачі.

Вплив харчових добавок на функціональну діяльність систем органів може бути як позитивне, так і негативне.. Найбільше відомостей про порушення діяльності шлунково-кишкового тракту при вживанні об'ємних та окремих інтенсивних підсолоджувачів, а також складних незасвоєваних вуглеводів.

До найнебезпечніших добавок відносяться :

- E102 – тартазин (може викликати приступи астми);
- E110 – жовтий ( може викликати алергію,тошноту);
- E122 – азорубін (алергія);
- E123 – аморант (накопичення ізвісті в нирках);
- E124 – понсо 4R;
- E127 – еритрозин (гіперактивність щітовидної залози);
- E129 – червоний;
- E132 – індігокармін (тошнота ,підняття тиску,алергія);
- E200 – сорбінова кислота (шкірні реакції);
- E210 – бензойна кислота;
- E211 – бензонат натрія;
- E216-E217 – солі бензойної кислоти);
- E220 – діоксид сірки (подрознення кишечника);
- E221 – сульфат натрія (руйнує в організмі вітаміни B1 і H);
- E235 – пінаріцин,натаміцин (тошнота,понос);
- E249 – нітрит калія (знаходиться в дитячому харчуванні);
- E250 – нітрит натрія;
- E322 – лецитин (генномодифікований лецитин із трансгенної сої);
- E450 – пірофосфати (астеопороз,каміння в нирках);
- E512 – хлорид олова (рвота);
- E621 – глютамат натрія;
- E622 - глютамат калія;
- E926 – діоксид хлора;
- E952 – цикамова кислота та інші.

Кожен харчовий продукт повинен мати відповідну інформацію про наявність в ньому тих чи інших добавок. Покупець, в свою чергу, повинен відповідально підходити до вибору продовольчих товарів для задоволення своїх харчових потреб.

## РИЗИК ЯК ФАКТОР РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ A RISK AS FACTOR OF REGULATION OF ECOLOGICAL SECURITY

*Рибалов О.О., доцент, Горяева Ю.О., студентка, СумДУ, Суми  
Rybalov A.A. associate professor, Goryaeva Y.A., student, SumSU, Sumy*

Безпека навколишнього середовища є вимогою сьогодення. Ефективність екологічної діяльності визначається рівнем її інформаційного забезпечення. Його якість обумовлена ступенем врахування екологічного ризику. Сучасний механізм управління в умовах планетарних надскладних та надшвидких екологічних процесів ґрунтується на системній оцінці складових ризику. Оптимізація регулювання безпеки екологічного простору на концепції ризику потребує удосконалення інструменту оцінки фактора ризику.

Система регулювання, система управління в кінцевому підсумку замкнуті на єдиний еколого-економічний простір. Базовою вимогою їх взаємовідносин є принцип безпеки. Завдання забезпечення екологічної безпеки життєвого середовища в сучасних умовах диктує необхідність створення механізму динамічного регулювання і розроблення концепції його оптимізації, що інтегрує на методологічному плані різні галузі досліджень.

Вашій увазі пропонуються деякі результати дослідження фактора ризику. Об'єктом роботи стали складові екологічного ризику. Головним завданням ставилося визначення системно-структурних складових екоризику та аналіз основних аспектів наслідків їх впливу.

Екологічний ризик пов'язаний безпосередньо із екологічною безпекою та обумовленими ним економічними збитками. Тому концептуальні основи принципів вибору основних напрямків, підходів і методів аналізу зводилися до виміру ступеня ризику в механізмі управління екологічною діяльністю при вирішенні екологічних проблем на базі критерія безпеки екоситуації. Ризик як фактор механізму управління екологічною діяльністю з метою забезпечення національної безпеки потребує дослідження і аналізу різних видів взаємодії людини з природою, а саме - стихійної антропогенної, ненавмисного впливу на природу та перетворення біосфери, цілеспрямованого широкомасштабного перетворення природи та використання її ресурсів.

Аналіз екоризику включає етапи вивчення ефектів впливу фактора ризику на екосистему, створення адекватних моделей кількісної оцінки ймовірної загрози довкіллю при певних рівнях екологічного навантаження на наколишне середовище, розробки механізм управління і оптимізації регулювання безпеки екологічного простору на концепції ризику. Оцінка ризику для екологічних систем ґрунтується на об'єктивних оцінках його складових та введення характеристик ієрархічності, не лінійності, відкритості, нерівноважності.

Результати даної роботи щодо факторів впливу та основних тенденціях формування складових фактора невизначеності і ризику дозволить більш свідомо формувати бачення актуальних екологічних проблем сучасності.

СИСТЕМНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ  
ЕКОЛОГІЧНОГО ПРОСТОРУ ЯК ОБ'ЄКТУ МОНІТОРИНГУ  
SYSTEMATICAL ECOLOGICAL ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL'S  
PARTS OF SPACIOUSNESS AS AN OBJECT OF THE MONITORING

*Рибалов О.О., доцент, Додотченко М.С., студент, Калашнік Ю.У., студент,  
Фалько А.С., студент, Яценко А.П., студент, СумДУ, Суми  
Rybalov A.A., associate professor, Dodoichenko M. S., student;  
Kalashnick Y.U., student; Falko A.S. student, Yashenko A. P., student,  
SumSU, Sumy*

Людство безупинно чинить вплив на навколишнє середовище, викликаючи значні антропогенні зміни. Наукова сучасність надає їм все більшої уваги. Реалізація передумов гармонійної взаємодії суспільства з природою та регулювання цього процесу потребують обліку комплексу причинно-наслідкових зв'язків між компонентами системи “суспільство-виробництво-природа”.

Розгляд досліджуваного об'єкта матеріального світу як системи взаємодіючих елементів, побудова моделі для нього і дослідження його властивостей методом моделювання складає сутність системного підходу. Під екологічною системою розуміють таку, конкретний зміст якої пов'язаний із відношеннями в галузі екології. Екосистеми мають специфічні особливості, які обумовлюють їх властивості, охоплюють взаємозв'язками не лише природне середовище, але й соціальну та виробничі й інші галузі господарства.

Системний підхід в екології та в управлінні природокористуванням має вирішальне значення, є методологічною базою дослідження екосистем, становить раціональний підхід до вирішення складних еколого-економічних і інших проблем, забезпечує вибір бажаного шляху розвитку серед множини можливих альтернатив на основі комплексного вивчення структури системи, мети розвитку, умов розвитку тощо. Системний екологічний аналіз складається з послідовних етапів аналізу досліджуваної природної компоненти як фізичного тіла, як екологічної складової, як структурного елемента природної системи, як джерела природних ресурсів та аналізу внутрішніх та зовнішніх взаємозв'язків. Аналіз є самостійною областю дослідження. Його напрямки пов'язані перш за все з предметом аналізу - станом і якістю середовища, джерелами і причинами забруднення, рівнем екологічного навантаження і його змінами, факторами впливу, сприйняттям його суспільством. Вони відображають ланцюг причинно-наслідкових зв'язків, подій і еволюцію підходів.

Вашій увазі пропонуються деякі результати дослідження за допомогою системного екологічного аналізу компонентів довкілля - нижнього шару атмосферного повітря в зоні викидів стаціонарного техногенного джерела, поверхневого водного об'єкту в зоні скидів стічних вод та території в зоні складування твердих відходів. Кожна із зазначених компонентів піддана системному екологічному аналізу як об'єкт моніторинга, розглянута динаміка процесів, проаналізовані окремі найбільш екологічно збиткові промислові галузі. Основи аналізу зводились до визначення векторів впливу, принципів і етапів їх проявлення, методів оцінки і управління ними.

## СИСТЕМНО-СТРУКТУРНІ СКЛАДОВІ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА SYSTEMATICAL, STRUCTURAL PARTS OF INDEFINITE OF THE INFORMATICAL SECURING OF THE SOCIETY'S ECOLOGIZATION

*Рибалов О.О., доцент, СумДУ, Суми*  
*Rybalov A. A., associate professor, SumSU, Sumy*

Відмінністю сучасного соціально-економічного розвитку є посилена увага до процесу екологізації суспільства. Рівень антропогенного навантаження на довкілля виступає одним із індикаторів цього процесу. Екологізація суспільства є однією із злободенних проблем. В сфері природокористування система управління замкнута на об'єкт управління – екологічний простір. Рівень технонавантаження на екоспростір є одним із індикаторів. Еконавантаження розглядається як ступінь впливу зовнішніх факторів на простір та окремі екосистеми і елементи. Під екологічним простором розуміють територіально цілісний із операційно-фіксованими просторово-часовими межами регіон із організацією цілеспрямованого екологічного управління, контролю і розвитку. Управління немислиме без інформаційного забезпечення. В екології – це глобальна системи моніторинга. Екологічна інформація є її продуктом. Моніторинг як оперативна служба слідкування за станом екоспростору і його змінами є складовою інформзабезпечення управління екобезпекою. Системний підхід визначає створення єдиної централізованої інформсистеми як складової іфраструктури управління. Управління в певному сенсі є процес сприйняття, переробки і транспортування інформації. Удосконалення інформзабезпечення - шлях підвищення ефективності природоохоронної діяльності у визначенні орієнтирів і траєкторії соціально-економічного розвитку. Свідомість залежить від осмислення сьогодення.

Поняття невизначеності екоінформації пов'язане із безпекою та економічними збитками. Віддаючи перевагу дослідженню наслідків її впливу на результативність управління, не слід залишати поза увагою питання аналізу і оцінки її системно-структурні складові чинники невизначеності.

Структурна схема моніторинга зведена до організації служб спостереження, контролю, аналізу і прогнозу стану екоспростору. Ієрархічна багаторівневість та багатоаспектність напрямків її функціонування потребують обґрунтованого застосування відповідних методів аналізу її інформаційного продукту. Нагальна необхідність дослідження цього питання.

Проведений нами аналіз дозволив зробити деякі висновки щодо системно-структурних складових фактора невизначеності інформаційного продукту моніторинга. Концептуальні основи дослідження зводились до класифікації чинників невизначеності, принципів і етапів їх проявлення, методів оцінки і управління ними. Визначення напрямків, підходів і методів зводився до виміру ступеня невизначеності при використанні інформаційного продукту. Критерієм виступали вимоги екологічної безпеки, стандарти якості екоспростору і екооб'єктів, допустимі рівні навантаження, межі і пороги екоситуації.

Моніторинг є інформаційною системою, службою збору і переробки даних, що мають первинну інформативність при першому знайомстві з ними, та вторинної інформації, одержаної шляхом обробки і переробки даних. Ця інформація існує у двох станах – масивів та потоків між джерелом і приймачем інформації. Достовірність, точність, оперативність, доступність, повнота інформації як продукту є показником ефективності роботи системи. Для підвищення цього показника необхідно на всіх стадіях і етапах служби моніторингу використовувати науково обґрунтовані методи вимірювання та оцінки інформаційного продукту з урахуванням фактора ризику.

Інформатизація суспільства є організований соціально-економічний та науково-технічний процес створення умов для споживання і використання інформаційного ресурсу. Це закріплено законодавчо. Служба інформаційного забезпечення є самостійною функціональною складовою системи управління. Вона є посередник, зв'язуюча ланка між постачальником і споживачем інформпродукту, в рамках якого забезпечується методологічна і організаційна єдність інформсистем усіх рівнів. Це господарський комплекс на госпрозрахунку з підрозділами функціонального забезпечення щодо збору даних, їх переробки та підготовки і передачі інформаційного продукту користувачам. Він виступає у ролі засоба встановлення пріоритетів і оцінок екоуправління.

Для динамічних типів чинників невизначеності характерними є потенційні збитки і втрати суспільства від непередбачуваних змін стану екопростору. Статичний тип чинників невизначеності призводить до реальних кількісних і якісних втрат суспільства від погіршення якості довкілля. Відповідно кількісний аналіз нами зводився до визначення його розмірів, а якісний – до оцінки складових фактора невизначеності на окремих його етапах і рівнях та встановлення потенційної області його прояву. Кількісний аналіз чисельно визначає розмір окремих чинників на базі ймовірності результатів їх дії та можливих наслідків. Методологічні основи класифікації чинників невизначеності визначені вимогами екобезпеки. Проте апарат виявлення і оцінювання фактора невизначеності щодо функціонування окремих служб моніторингу на різних ієрархічних рівнях та методи їх оцінки далекі від досконалості. Аналіз є відносно самостійною областю дослідження. Його напрямки пов'язані із предметом аналізу – екологічним простором, його станом, рівнем і змінами екоавантаження, а також джерел екоавантаження, причинами і факторами впливу, ступенем невизначеності та сприйняттям цього фактора суспільством. Ці параметри в першому наближенні відображають причинно-наслідкові зв'язки, події, еволюційні підходи до аналізу невизначеності.

Первинною ланкою моніторингу є служба спостереження. На цьому етапі дослідження нами виконаний аналіз системно-структурних складових невизначеності кінцевого інформаційного продукту цієї служби. Аналогічною аналізувався інформпродукт інших служб. Результати дозволяють зробити висновки щодо внутрішніх і зовнішніх факторів впливу і основних тенденцій формування складових невизначеності в інформаційному продукті.



# СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ І СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

## MONITORING SYSTEM AND ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM

*Бурла О.А., асистент, Чорноног К.В., студент, СумДУ, Суми*

*Burla O.A., assistant, Chornonog K.V., student, SumSU, Sumy*

Оцінка глобального екологічного стану навколишнього середовища змінюється від оптимістичної (необхідність запобігання екологічної кризи) до помірковано песимістичної (планета знаходиться напередодні кризи) і вкрай песимістичної (на регіональному рівні мова йде про повну екологічну кризу).

Наприкінці 60-х років ХХ ст. у світовому товаристві поширилася думка про необхідність координації зусиль зі збору, збереження і обробки даних про стан навколишнього середовища. Моніторинг навколишнього середовища - це комплексна система спостережень, оцінки і прогнозування змін стану навколишнього середовища під впливом антропогенних факторів. Моніторинг розглядають як сукупність спостережень за певними компонентами біосфери, що відбувається в просторі і часі, а також як комплекс методів екологічного прогнозування.

Існує декілька підходів до класифікації моніторингу навколишнього природного середовища. Екологічний моніторинг здійснюється на чотирьох рівнях: локальному, регіональному, національному, глобальному.

Для розробки заходів, спрямованих на усунення негативного антропогенного впливу і поліпшення екологічної ситуації, велике значення має інформаційний механізм управління природокористуванням. В останні десятиліття суспільство все ширше використовує дані спостережень у своїй діяльності про стан природного середовища. Поліпшення стану середовища, управління його якістю неможливе без ефективної системи спостережень та контролю. Треба організувати єдину державну систему контролю за складовими природного середовища; налагодити автоматизовану систему збору, обробки, узагальнення і зберігання інформації про кількісний і якісний стан природних ресурсів; оцінку природно-ресурсного потенціалу та можливого рівня використання ресурсів; інвентаризацію джерел забруднення і вивчення рівня антропогенного впливу на компоненти природного середовища; моделювання і прогнози змін екологічної ситуації та «здоров'я» довкілля; розробка управлінських рішень, спрямованих на забезпечення раціонального природокористування і сталого розвитку регіонів. Державна система екомоніторингу довкілля повинна стати інтегрованою інформаційною системою, що здійснюватиме збір, збереження та обробку екологічної інформації для комплексної оцінки і прогнозування стану природного середовища з метою прийняття рішень виконавчої влади.

ПАСПОРТИЗАЦІЯ ПИЛУ ДВООКИСУ ТИТАНУ  
НА ВАТ «СУМИХІМПРОМ»  
THE PASSPORT SYSTEM OF DUST OF TITAN DIOXIDE ON OS  
«SUMIKHIMPROM»

*Козій І.С., асистент, СумДУ, Суми*  
*Koziy I.S., assistant, SumSU, Sumy*

З метою зменшення наслідків антропологічного забруднення та враховуючи специфіку впливу певних видів відходів на навколишнє середовище все більше підприємств приділяють особливу увагу таким заходам:

- запровадження стратегії більш «чистого» виробництва та мінімізації небезпечних відходів на всіх стадіях планування, а також встановлення конкретних цілей;

- оброблення, перероблення, утилізації і знищення відходів біля джерел їх утворення або якомога ближче до них, якщо уникнути утворення небезпечних відходів неможливо і коли це є економічно і екологічно дієвим засобом.

Підприємство ВАТ «Суміхімпром» не є виключенням. Хоча більшість потужностей заводу призупинено, перша технологічна лінія з виробництва пігментного двоокису титану працює майже на всю потужність. Саме тому паспортизація пилу на стадії прокалки гідратованого двоокису титану після пилової камери є необхідним кроком на шляху вдосконалення системи очистки газу на підприємстві.

Для паспортизації пилу було виконано відбір проби газу після пилової камери на стадії прокалки гідратованого двоокису титану. На цій стадії використовують порожнисті аміачні скрубери, недоліком яких є значні витрати аміачної води та невисокий ступінь очищення. Застосування інших видів пилоочисного обладнання є проблематичним через забивання контактних пристроїв часками кальцинату двоокису титану.

Характеристика газу – носія: температура – 30-70<sup>0</sup> С; запиленість – 2,5-10 г/м<sup>3</sup>.

Лабораторні дослідження показали, що переважають частинки 0,2 – 0,4 мкм. Дисперсний склад пилу визначали за допомогою приладу X-ray Disc Centrifuge Particle Size Analyzer Ver. 3.78 шляхом седиментації в гліцерині. Вміст частинок розміром менше 0,2 мкм складає 10%, частинок діаметром 0,2 – 0,3 мкм – 37%, діаметром 0,3 – 0,4 мкм – 31%, діаметром 0,4 – 0,5 мкм – 13%, частинок діаметром більше 0,5 мкм – 9%.

Для визначення механічних властивостей пилу використовувалися наступні методи: пікнометричний, роз'ємного циліндру та плівкової флотації.

Отримані результати будуть враховані в математичній моделі процесу пиловловлення при виборі в якості газоочисного обладнання апарату з провальними тарілками великих отворів.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛІВ ТА АВТОМОБІЛЬНИХ  
ГАЗОНАКОПИЧУВАЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ (АГНКС) НА  
ВІДПОВІДНІСТЬ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

ECOLOGICAL SAFETY OF CARS AND GAS FILLING STATIONS FOR  
COMPLIANCE WITH INTERNATIONAL STANDARDS

*Гладка Л.А., доцент, Казнієнко А.В., студентка, СумДУ, Суми*

*Gladka L.A., associate professor, Kaznienko A.V., student, SumSU, Sumy*

У наш час кількість автомобілів у всьому світі невинно зростає, що пов'язано із збільшенням споживання енергії видобувних моторних палив, особливо бензину і підвищенням викидів в об'єкти довкілля хімічних забруднень у складі відпрацьованих газів (ВГ), які негативно впливають на різні екологічні системи, здоров'я людини, флору та фауну. Кардинальним шляхом вирішення екологічної проблеми на автотранспорті може бути заміщення моторних палив нафтового походження екологічно чистим стисненим природним газом.

Актуальність проблеми зменшення негативного впливу автотранспорту на середовище потребує широкомасштабних заходів щодо підвищення екологічної безпеки ДТЗ, рівень якої визначається, в першу чергу, ефективністю паливовикористання та рівнем забруднення середовища. Це спонукає до пошуку ефективних способів покращення паливної економічності та екологічних показників, вибір яких повинен здійснюватись на основі їх всебічної оцінки. Найбільш ефективним напрямом підвищення екологічної безпеки є застосування способів, спрямованих на зменшення витрати палива та забруднюючих викидів шляхом удосконалення систем живлення і регулювання бензинових двигунів і дизелів, переобладнання рідкопаливних двигунів для роботи на природному газі, заміни бензинових двигунів дизелями.

Україна одна з провідних країн світу по використанню природного газу в якості моторного палива. Використання стисненого природного газу на автотранспорті має такі переваги:

— знижуються у 3-4 рази викиди оксидів вуглецю, на 15-20% окислів азоту, в 8-10 разів зменшується димність відпрацьованих газів дизельних двигунів;

— дає можливість відмовитись від використання свинцевих антидетонаторів в паливі, а також суттєво зменшити викиди канцерогенних вуглеводів (бенз(а)пірену);

— збільшується моторесурс двигуна на 30-50%, втрата масла зменшується в 2 рази;

— споживання 1 м<sup>3</sup> газу коштує споживачеві майже в 2 рази дешевше, ніж еквівалентна кількість бензину.

На світовому рівні важливе значення для екологічної безпеки автотранспорту має введення нормативних документів, що обмежують застосування окремих видів палива, особливо ті, які містять свинець, а також впровадження вимог до зниження оксидів вуглецю, азоту та вуглеводнів у складі вихлопних газів автомобільних двигунів.

Стандартизація на автомобільному транспорті забезпечує:

- реалізацію єдиної науково-технічної політики з питань створення, експлуатації, ремонту, технічного обслуговування та утилізації транспортних засобів;
- підвищення надійності, комфортності та безпечності транспортних засобів, якості робіт та послуг відповідно до розвитку науки і техніки, потреб населення і народного господарства;
- економію всіх видів ресурсів, поліпшення техніко-економічних показників діяльності;
- безпеку об'єктів з урахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій.

Сертифікацію транспортних засобів, робіт, послуг на автомобільному транспорті здійснюють з метою:

- запобігання використанню транспортних засобів, надання робіт, послуг, небезпечних для життя, здоров'я людей та довкілля;
- сприяння споживачам у свідомому виборі транспортних засобів, робіт, послуг;
- створення умов для участі суб'єктів господарювання в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві.

Наслідки екологічної діяльності АГНКС полягає в тому що, забруднення ґрунту під час будівництва АГНКС можливо разі проток масел від автотранспорту та будівельних машин. Крім того, можливе забруднення території будівельними відходами та сміттям, з метою запобігання негативному впливу на земельні ресурси проектом передбачається оснащення робочих місць та будівельного майданчика контейнерами для побутових та будівельних відходів з подальшою утилізацією їх на міському звалищі.

У процесі експлуатації об'єкту безпосередній негативний вплив на землю, флору та фауну не спостерігається, оскільки межа впливу обмежена територією підприємства.

Вирішення проблеми моніторингу екологічної безпеки автотранспортної мережі є надзвичайно складним завданням і потребує, перш за все, остаточного концептуального визначення. Крім того, екологічна безпека та захист населення від наслідків довготривалого впливу забруднень довкілля, за рахунок викидів автотранспорту вимагає посилення контролю щодо виконання санітарно-гігієнічних правил та стандартів на всіх рівнях функціонування санітарно епідеміологічної служби.

СЕРТИФИКАЦИЯ КАК ФОРМА ГАРАНТИИ ОПТИМАЛЬНЫХ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
CERTIFICATION AS A FORM OF GUARANTEE OPTIMUM RESULTS  
FOR THE PROTECTION OF THE ENVIRONMENT

*Гладка Л.А., доцент, Демиденко В.В., студентка, СумГУ, Сумы*

*Gladka L.A., associate professor, Demidenko V.V., student, SumSU, Sumy*

Сегодня, когда на всей планете под влиянием человека состоялись заметные изменения как живой, так и не живой природы, все большего значения приобретает гармоничное взаимодействие общества и окружающей среды.

Во всех промышленно развитых странах повышение уровня производства, улучшение качества продукции и рост жизненного уровня населения тесно связанные с широким использованием стандартизации в области охраны природы.

Международные стандарты стали главным инструментом для решения проблем окружающей среды. Они определяют реальный и довольно конкретный путь для этого и потому имеют постоянно возрастающее влияние на общество.

Концентрация усилий мирового сообщества относительно снижения и контроля за загрязнением окружающей среды, внедрение природоохранных мероприятий, которые предупреждали бы загрязнение, использование экологически чистых технологий впервые нашли отображение в Декларации об окружающей среде, принятом в 1992 году на конференции ООН в Рио-де-Жанейро. Необходимо отметить, что представители из Украины выступили на конференции в Рио-де-Жанейро с национальным докладом и заявили о поддержке конференции ООН про постоянное развитие общества и принятие ее как Программу действий.

Становление Украины как суверенного правового государства и последовательная интеграция ее в мировое экономическое сообщество требует проведения целенаправленной политики создания государственных систем стандартизации и сертификации.

Государственные системы стандартизации и сертификации должны отвечать основным принципам межгосударственных, а также международных, региональных и национальных систем зарубежных стран, а также обеспечивать проведение единой технической политики.

В Украине был разработан проект государственного стандарта «Системы управления качеством окружающей среды», в значительной степени гармонизированный с международными стандартами ISO 14000.

Систему сертификации в общем виде составляют: центральный орган, который управляет системой, проводит надзор за ее деятельностью и может передавать право на проведение сертификации другим органам; правила и

порядок проведения сертификации; нормативные документы, на соответствие которым осуществляется сертификация; процедуры (схемы) сертификации; порядок инспекционного контроля.

Экологическая сертификация является дополнением к обычной сертификации. Цель экологической сертификации – стимулирование производителей к внедрению таких технологических процессов и разработке таких товаров, которые в минимальной степени загрязняют природную среду и дают потребителю гарантию безопасности продукции для его жизни, здоровья, имущества и среды обитания.

Объектами экологической сертификации выступают:

- системы управления окружающей средой;
- производственные, исследовательско-производственные объекты, предприятия которые, используют экологически небезопасные технологии;
- продукция, которая может негативно влиять на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла;
- отходы производства и деятельности, которая связана с отходами.

Основными компонентами системы экологической сертификации являются:

- разработка экологической политики и заявки о том, что предприятие желает достичь конкретной экологической цели;
- оценка существующей системы, то есть определение характеристик деятельности, по отношению к которым будет оцениваться эффективность функционирования системы экологического менеджмента;
- формулирование конкретных задач, которые соответствуют целям экологической политики;
- разработка экологической программы, которая конкретизирует этапы и пути достижения поставленных задач;
- проведение экологического аудита с целью периодической проверки решения поставленных задач и функционирования экологического менеджмента.

Принцип экологической сертификации базируется на превентивных мерах: ущерб для окружающей среды надо предотвращать в первую очередь путем ликвидации источников загрязнения. Эффективность сертификации напрямую зависит от критериев безвредности продукции, услуги, процесса или другого объекта экологической сертификации для окружающей среды.

Система экологической сертификации играет роль завершающего звена в системе государственного экологического контроля, что включает предупредительный блок (экологическая экспертиза), которая преследует целью не допустить реализацию проектов и программ, которые могут привести к негативному влиянию на окружающую среду

Таким образом, государственные органы, определяя нормативные и регуляторные предпосылки, выступают гарантом оптимальных результатов на Украине по охране окружающей среды.

ВПЛИВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ БІОСФЕРИ ТА МЕТОДИ  
ЗМЕНШЕННЯ ЙОГО НЕГАТИВНОЇ ДІЇ НА ДОВКІЛЛЯ  
THE INFLUENCE OF WATER TRANSPORT ON THE QUALITY OF THE  
BIOSPHERE THE METHODS OF DECREASING OF ITS NEGATIVE IMPACT  
ON THE ENVIRONMENT

*Щербак А.С., студент, Будьоний О.П., доцент, СумДУ, Суми*  
*Scherback A.S., student, Budyonny A.P., associate professor, SumSU, Sumy*

Водний транспорт виконує перевезення вантажів і пасажирів по водних шляхах, як природних, так і штучних і т. ін., поділяється на морський та річковий.

Морський транспорт - вид транспортної сфери матеріального виробництва, який здійснює перевезення вантажів та пасажирів морськими суднами. Морський транспорт широко застосовується для міжнародних та внутрішніх перевезень. Річковий транспорт - вид транспорту, що здійснює перевезення пасажирів та вантажів в основному по внутрішніх водних шляхах, як природних, так і штучних (канали, водосховища, шлюзовані ділянки річок).

Паливом для суднових ДВЗ служать головним чином нафтопродукти: бензин, солярове масло, моторне паливо тощо. До складу рідких палив входять: вуглеці, водень, кисень, азот, сірка. Основними з них є вуглець і водень (вуглецю - 85%, водню - 13%).

В умовах звичайної експлуатації основними джерелами забруднення є суднові двигуни, і насамперед головна енергетична установка, а також вода, використана для миття вантажних танків, і баластна вода, що зливається за борт із вантажних танків.

Нафта і нафтопродукти є основними забруднювачами водного басейну при роботі водного транспорту. Негативний вплив водного транспорту на гідросферу пов'язаний з тим, що на танкерах перед кожним наступним завантаженням, як правило, робиться промивка ємкостей (танків) для видалення решток раніше перевезеного вантажу. Промивна вода, а з нею і залишки вантажу звичайно скидалися за борт. Крім того, після доставки нафтовантажів у порти призначення танкери, як правило, направляються до пункту нового завантаження без вантажу. В цьому випадку для забезпечення належної осадки і безпечності плавання нафтові танки судна заповнюються баластною водою. Ця вода забруднюється нафтовими залишками.

Нафта почала потрапляти у моря з бурових установок. У всьому світі майже 20% нафти видобувається з дна морів і океанів з 28000 свердловин. За оцінками спеціалістів, у моря і океани виливається до 10 млн. т. нафтовантажів на рік. Проте встановлено, що кожна тонна розлитої нафти може вкрити плівкою водну поверхню площею 12 км<sup>2</sup>.

За даними океанологів, у моря і океани нафта й інші вуглеводні надходять: з суден, що знаходяться у морі, - 28%, зі стоком річок - 28%, з

берегів - 16%, з суден, що знаходяться у портах, - 14%, з атмосфери - 10%, іншими шляхами - 4%.

На сьогодні намітились три основні напрямки очистки забруднених вод морів і річок.

*При механічному методі* великі плавучі агрегати виконують різні за ступенем складності операції - від простого збору з поверхні плаваючого сміття до вилучення і сепарації нафтопродуктів. Зібране сміття і нафтовмісні води передаються на берегові станції для знешкодження і утилізації.

В практиці роботи морських портів України знайшли застосування бонові загородження. Їх встановлюють з профілактичною метою навколо танкерів, які знаходяться під розвантаженням або завантаженням, а також для огороження суден, що приймають паливо.

В багатьох країнах застосовуються також *фізико-хімічні методи* видалення нафтових плям з поверхні річок і морів. Розроблені хімічні препарати - абсорбенти, котрі у вигляді порошків або рідин розпилюються на забруднення. Доцільність застосування абсорбентів полягає в тому, що вони сприяють порушенню нафтового шару, котрий перекриває надходження кисню повітря у воду, забруднює узбережжя, вбиває водоплаваючих тварин і птахів.

До категорій *хімічних* реагентів для боротьби з розливом нафти вносяться так звані диспергенти - речовини, що знижують поверхневий натяг плівки, розбиваючи її на краплинки. В результаті покращуються обмінні процеси з атмосферою і проникнення сонячного проміння, а також прискорюється розклад нафти. Але продукти розкладу, якась частка нафти і самого реактиву залишається у товщі води або випадає на дно.

Перспективним, хоча в багатьох відношеннях проблематичним способом нейтралізації нафтопродуктів, що потрапили у воду, треба зазначити *біологічний метод*. Він включає в себе такі напрямки :

- очистка за допомогою рослин, котрі засвоюють деякі забруднювачі, що містяться у воді, в тому числі і вуглеводні;

- пошук, дослідження живих істот, здатних уловлювати і переробляти забруднювачі води, в першу чергу вуглеводні (найбільшою увагою користуються моллюски, і зокрема мідії – наприклад дрейсена) ;

- пошук анаеробних бактерій, які в умовах річки або моря могли б швидко розмножуватися на вуглеводнях, плаваючих у воді (ірозчинених в них), і перероблювати їх у корисні або нейтральні для гідросфери речовини.

Істотно знизити забруднення атмосфери відпрацьованими газами можливо при застосуванні більш "чистих" видів палива, і повністю виключити, застосовуючи водень.

Отже, водні види транспорту незначно забруднюють повітряний басейн або літосферу, однак можливе забруднення ними гідросфери носить глобальний характер.



## ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ

### CLEANING OF WATER FROM POLLUTION COMPARISON OF METHODS

*Щербак А.С., студентка, Буденный А.П. доцент, СумГУ, Сумы*

*Scherback A.S., student, Budyonny A.P., associate professor, SumSU, Sumy*

Чистая вода – это один из трёх китов, на которых покоится наше здоровье и сама жизнь (вода, еда, воздух).

Средняя норма потребления воды в день на человека - от 150 до 400 л в день. И лишь 1,5-4 л из них принимается внутрь.

Живая вода рек и морей обладает замечательной способностью очищать сбрасываемые стоки до определенных пределов.

Загрязнения градируются на 4 основных типа:

1. Биологическое - бактерии, вирусы, одноклеточные водоросли, цисты и споры паразитов;

2. Тяжелые металлы

3. Органические соединения - продукты распада живой материи (гуминовые кислоты, хлорофилл, аминокислоты) и их производные, индустриальная органика, пестициды. Все это содержит углерод.

4. Неорганические соединения - металлы, нитриты( $\text{NO}_2$ ), нитраты( $\text{NO}_3$ ), хлориды( $\text{Cl}$ ), фториды( $\text{F}$ ), цианиды( $\text{CN}$ ), сульфаты ( $\text{SO}_4$ ), хлор остаточный, калий (K), кальций (Ca), магний(Mg), фосфор (P) и другие, менее распространенные соединения.

Загрязнения присутствуют в воде в виде:

- нерастворимых механических примесей ( это, в основном, мелкие неорганические частички и продукты жизнедеятельности живых организмов);

- коллоидных растворов или пленки на воде (активные вещества в таких растворах слипаются в комки и пленки по 50-100 и больше молекул.);

- растворимых соединений ( природные газы и соли, растворенные в воде, производственные выбросы тяжелых металлов, остатки минеральных удобрений с полей, гербициды и пестициды). Особенно непредсказуемо действуют некоторые из лекарств. Попадая в воду в виде отходов с фармацевтических предприятий и продуктов переработки человеческой жизнедеятельности, даже в совершенно ничтожных количествах, они способны приводить к изменению в генетическом аппарате потребляющих такую воду живых существ, вызывать умственную отсталость, сложные патологии, сказываются на детородных функциях.

Столь же неблагоприятные последствия дают и остатки ракетного топлива, например, распыляемого при пуске ракет на очень большие территории.

Рассмотрим наиболее популярные в мире системы очистки воды.

Наиболее эффективным является *метод паровой дистилляции*, который на выходе дает практически свободную от посторонних примесей воду. Но, доведенная до состояния дистиллята питьевая вода противопоказана к постоянному потреблению.

*Обратноосмотические системы* являются вторыми по универсальности очистки. Имеют значительно меньшую стоимость производства одного литра воды и большую производительность, в сравнении с системами паровой дистилляции. Однако:

- обладают капризным характером и чувствительностью к некоторым параметрам воды, особенно к хлору (некоторые разновидности мембран), что может просто вывести их из строя;

- недостаточно долговечны;

- преобразуют воду в не самую здоровую для организма структурную форму.

*Системы фильтрации с применением трековой мембраны (ТМ)*, обеспечивают ещё большее качество фильтрации, чем было достигнуто с помощью систем обратного осмоса.

Главные преимущества:

- обеспечивает наибольшую степень защиты от микробиологического загрязнения после системы паровой дистилляции;

- структура воды после фильтрации с применением трековой мембраны не является физиологически нездоровой, как это происходит при применении систем обратного осмоса;

- ТМ является безальтернативным вариантом для применения в полевых условиях при фильтрации воды из открытых источников;

- срок службы трековой мембраны весьма велик (до 2-х лет при достаточно интенсивной эксплуатации).

*Системы проточной электрохимической активации (ЭХА)* давно и очень успешно используется в России, странах СНГ, Японии, и Канаде. Немного проигрывая по общей степени очистки от загрязнений, метод ЭХА имеет несколько важных преимуществ:

- самая маленькая себестоимость получаемой воды из всех методов;

- производительность значительно выше, чем у всех остальных методов;

- надёжность и долговечность;

- нет никаких расходимых элементов (мембран, картриджей мешочков, предохраняющих нагревательные элементы дистилляторов от солей жёсткости, сами нагревательные элементы);

- оборудование способно служить до 10 лет и больше без какого-либо ремонта и замены деталей;

- главное – это биологическая активация воды с преобразованием её структуры в наиболее физиологически приемлемую для нас форму – гексагональную.

## ГМО В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ GMO IN PRODUCT OF THE FEEDING

*Шоломий С.Ю., студент, Яхненко Е.Н., ассистент, СумГУ, Сумы*  
*Sholomiy S.Y., student, Yachnenko E.N., assistant, SumSU, Sumy*

Генетически-модифицированные организмы (ГМО) — продукты питания, а также живые организмы, созданные при помощи генной инженерии, которая позволяет встраивать гены и сегменты ДНК одного организма в другой.

Благодаря привнесению новых генов организм (растение, микроорганизм, животное или даже человек) наделяется новой желательной характеристикой, которой до этого он никогда не обладал. Технологии генной модификации широко применяются в сельском хозяйстве. Растения с ГМО имеют повышенную урожайность и устойчивы к вредителям. Пищевые продукты, полученные из таких генноизмененных культур, могут иметь улучшенные вкусовые качества, лучше выглядеть и дольше храниться. Также часто такие растения дают более богатый и стабильный урожай, чем их природные аналоги.

ГМО объединяют три группы организмов - генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ), животных (ГМЖ) и растения (ГМР). Наибольшее распространение получили именно генетически модифицированные растения. На сегодня в мире существует несколько десятков линий ГМ-культур: сои, картофеля, кукурузы, сахарной свеклы, риса, томатов, рапса, пшеницы, дыни, цикория, папайи, кабачков, хлопка, льна и люцерны.

Примеры из американской практики: чтобы помидоры и клубника были морозоустойчивее, им "вживляют" гены северных рыб; чтобы кукурузу не пожирали вредители, ей могут "привить" активный ген, полученный из яда змеи; бактерию можно "скрестить" с картофелем, свинью с медузой.

Эксперименты на мышах и крысах, о которых говорят, что они могут выжить даже после ядерного взрыва, показали, что у тех животных, которых кормят генномодифицированными продуктами, самки дают меньший приплод, потомство рождается на свет слабым и нежизнеспособным, а выжившие, страдают различными патологиями внутренних органов, раковыми опухолями. Более того – если крысам предлагали на выбор обычную сою и трансгенную, то вторую они съедали в последнюю очередь.

Продукты, где часто содержатся ГМО, это продукты в состав которых входит соя, кукуруза, рапс. В том числе: продукты мясной переработки — колбаса, сосиски, сардельки и т.д.; соевые молочные продукты; растительное масло, маргарин, майонез; детское питание; мороженое; конфеты и кондитерские изделия, шоколад; хлебобулочные изделия.

Посевы трансгенных растений постоянно увеличиваются, в 1996 году в мире под посевами трансгенных сортов растений было занято 1,7 млн. га, в

2002 году этот показатель достиг 52,6 млн. га, в 2005 г ГМО-посевов было уже 91,2 млн. га, в 2006 году – 102 млн. га. А мировая площадь орошаемой земли всего составляет 225млн. га.

В список иностранных компаний, использующих ГМО включены: Kellogg's (Келлогс) — производство готовых завтраков, в том числе кукурузных хлопьев; Nestle (Нестле) — производство шоколада, кофе, кофейных напитков, детского питания; Unilever (Юнилевер) — производство детского питания, майонезов, соусов и т.д.; Hershey's (Хёршис) — производство шоколада, безалкогольных напитков; Coca-Cola (Кока-Кола) — производство напитков Кока-Кола, Спрайт, Фанта; McDonald's (Макдональдс) — «рестораны» быстрого питания; Danon (Данон) — производство йогуртов, кефира, творога, детского питания; Similac (Симилак) — производство детского питания; Cadbury (Кэдбери) — производство шоколада, какао; Mars (Марс) — производство шоколада Марс, Сникерс, Твикс; PepsiCo (Пепси-Кола) — напитки Пепси, Миринда, Севен-Ап.

В список украинских компаний, широко представленных на рынке Украины, и использующих ГМО включены: ООО Мясокомбинат «Юбилейный» (Днепропетровская обл.) Согласно исследованию Госпотребстандарта, соевый белок в двух видах ветчины «Сорочинская», «Куриная экстра» был генетически модифицирован, содержание — 5%; ООО «Мясной альянс» (Киев) несколько видов колбас выпускаемых этим предприятием, не только содержат ГМО 5%, но и в маркировке вообще не указывается наличие соевого белка; МПЗ «Колос» «Чернівецькі ковбаси» ГМО обнаружено в ветчине «Украинская» и «Днепровская», сосисках «Куриные»; Торговая марка «Фомич» — колбаса из мяса птицы вареная «Особая», «Докторская новая», «Куриная», «Алан» (Днепропетровск) — колбаски вареные «Гномик», колбаса полукопченая «Салыми классик»; ТМ «Добре» («Агика», Киев) — пельмени «Левада», пельмени «Три медведя», пельмени «Аппетитные».

Многими зарубежными учеными доказано, что генетически модифицированные организмы увеличивают риск возникновения аллергических и онкологических заболеваний, мутаций, обеспечивают устойчивость микрофлоры к действию антибиотиков, могут привести к непредсказуемым последствиям через несколько поколений.

С 1 июля 2009 года на пищевых продуктах, в которых уровень содержания ГМО превышает 0,9%, должна быть пометка «генетически модифицированный» либо «содержит генетически модифицированный организм или изготовлен с его использованием». В соответствующем постановлении Кабмина указывается, что фраза «содержит ГМО» должна быть написана таким же шрифтом и кеглем, что и название продукта. Если же продукт не содержит ГМО — маркировка о его отсутствии является добровольной. Кроме того, продукты с трансгенами должны стоять на отдельных полках и стоить дешевле, чем натуральные.

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МІСТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНБАСУ

### URBAN ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CENTRAL DONBASS

*Гльченко Т.А, учениця, Зелена О.В., вчитель,  
Димитровський міський ліцей, Димитров, Донецька область*

*Pchenko T.A, pupil, Zelena O.V., teacher,  
Lyceum of Dimitrov-town, Dimitrov, Donetsk region*

Донбас є одним з головних індустриальних районів України, де на порівняно невеликій площі зосереджена значна кількість населених пунктів з промисловою орієнтацією. Донецька та Луганська області, які формують Центральний Донбас, мають найвищу питому вагу міського населення (90% і 87% відповідно) [1]. Протягом останнього часу ландшафти східної частини України відчувають значні техногенні навантаження й інтенсивно накопичують токсичні речовини [2]. Значну частину території краю займають кар'єри, шламонакопичувачі, відстійники, сховища, а також породні відвали - терикони. Їх загальна кількість у Донецькій і Луганській областях перевищує тисячу, що відносить Донбас до районів з дуже високими абсолютними обсягами створення та накопичення промислових відходів [1]. Свій внесок у забруднення навколишнього середовища вносять всі провідні галузі промисловості Центрального Донбасу, а особливо велика роль шахт та теплових електростанцій.

Оскільки найбільш небезпечними з усіх енергооб'єктів є ТЕС. виникає проблема - відсутність в Україні узаконених норм якості вугілля, внаслідок чого відбувається неконтрольоване використання, що призводить до нарощування обсягів шлаковідвалів і отруєння навколишнього середовища. Для вирішення проблеми перспективно вилучати з залишків і відходів збагачення різні рідкоземельні елементи (алюміній, германій, скандій, галій, ітрій, цирконій). Їх подальше використання вигідніше не лише екологічно, а й економічно (вилучена з одного середнього обсягу терикону, сировина, коштує не менше 100 млн. дол.).

Аналіз даних проведених досліджень показує, що в повітряному середовищі міст Донбасу фіксуються аномальні концентрації таких високотоксичних речовин як ртуть, свинець, цинк, мідь, нікель, хром, марганець, берилій, ванадій, кадмій, хлор, фтор, аміак, леткі органічні сполуки, сірчана, соляна і азотна кислоти. Стан повітряного басейну в Центральному Донбасі визначається викидами підприємств паливно-енергетичного комплексу та основних галузей промисловості. Істотний внесок у забруднення повітря вносять неорганізовані викиди від териконів.

Залежно від основних галузей промисловості, які в кожному

населеному пункті визначають забруднення навколишнього середовища, всі міста Донбасу можна розділити на кілька основних груп:

- з переважанням вугільної промисловості (Добропілля, Красноармійськ, Димитров, Селидове, Торез, Шахтарськ, Сніжне, Антрацит, Красний Луч);
- де домінують металургійні підприємства (Єнакієве, Алчевськ);
- "змішана група" міст з наявністю підприємств різного профілю (Донецьк, Горлівка, Макіївка, Костянтинівка, Дружківка, Харцизьк, Дзержинськ).

Необхідно відзначити, що до числа міст, які мають стабільно високі показники забруднення повітряного басейну, відносяться Макіївка, Краматорськ, Костянтинівка, Алчевськ, Єнакієве, де в окремі роки постійно реєструється від 16% до 39,7% випадків перевищення ГДК. У структурі забруднень основне місце займають такі гази: окис вуглецю, двоокис сірки, оксиди азоту і сірководень. Повітряне середовище в цих містах оцінюється як шкідливе для здоров'я жителів [2]. Тривала економічна криза в країні призвела до того, що підприємства часто змушені працювати з відхиленнями від нормального режиму. Це періодично супроводжується залповими викидами в навколишнє середовище високотоксичних хімічних сполук, що є екологічним фактором ризику виникнення патологічних порушень в організмі людей [2].

Для досягнення прогресу на шляху вирішення проблем екологічної реабілітації Донбасу, на нашу думку, необхідно:

1. Провести аналіз ефективності виконаних і здійснюваних в даний час природоохоронних заходів та еколого-економічну оцінку наслідків закриття вугільних шахт Донбасу;
2. Створити систему екологічного моніторингу, що забезпечує отримання повної інформації про стан навколишнього середовища Донбасу;
3. Забезпечити гарантоване фінансування реабілітаційних заходів, які будуть обґрунтовані в «Програмі екологічної реабілітації Донбасу» і природоохоронних об'єктів, створених під час реструктуризації вугільної промисловості регіону.

#### Список літератури

1. Эколого-геохимическая оценка загрязнения геологической среды / В.П. Иванчиков, В.И. Почтаренко, Е.А. Яковлев, Н.Г. Пышная. – К.: Общество “Знание” Украины, 2007. –55 с.
2. Чумаченко М. Економіко-екологічні проблеми України // Схід. – 2008.

# АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТЕХНОЛОГІЙ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КИСЛОТНИХ РОЗЧИНІВ THE ANALYSIS OF ECOLOGICAL RISKS FOR TECHNOLOGIES OF NEUTRALISATION AND RECYCLING WASTE ACID SOLUTIONS

*Матухно О.В., асистент, НМетАУ, Дніпропетровськ*  
*Matukhno O., assistant, NMetAU, Dnepropetrovsk*

Екологічна безпека висуває в якості пріоритетного напрямку створення виробництв та технологій, що супроводжуються найменшим ризиком. Питання зниження екологічної небезпеки при поводженні з відпрацьованими кислотними електролітами потребує оцінювання та порівняння екологічного ризику технологій їх знешкодження та переробки. У роботі [1, с. 163-165] були визначені компоненти шкідливих технологічних відходів процесів регенерації та нейтралізації відпрацьованих кислотних електролітів, та визначено види ризиків, що виникають у вказаних технологіях і при неконтрольованому скиданні кислотних електролітів у довкілля.

При нормальному функціонуванні технології **регенерації** вірогідне виникнення біологічного ризику, але не можливе виникнення ризику естетичної деградації та глобального ризику. Тобто загальний ризик буде складатися з суми ризиків для кожного біологічного об'єкту навколишнього середовища від кожного джерела негативного впливу. У зв'язку з тим, що технологія електрохімічної регенерації дозволяє замкнути водозворотний цикл, повернути у виробництво регеновані електроліти та важкі метали, то джерелами небезпеки в даному випадку виступають лише пари та аерозолі кислот і гази, що утворюються при електролізі.

Джерелами небезпеки при **нейтралізації** будуть виступати шламонакопичувачі, шлами нейтралізаційної установки та пил вапна, що виділяється під час приготування реагенту для нейтралізації. Об'єкти, на які впливають джерела небезпеки, - людина, ґрунт, підземні та поверхневі води, рослинність, атмосфера. При нормальному функціонуванні технології зазначені джерела негативного впливу можуть викликати ризик естетичної деградації та біологічний ризик, але не повинні викликати глобальний ризик. Тобто загальний ризик для технологи нейтралізації буде складатися із суми ризиків естетичної деградації та біологічних ризиків для кожного з об'єктів навколишнього середовища від кожного джерела впливу.

Таким чином, при вірно проведених розрахунках загальний екологічний ризик технології нейтралізації відпрацьованих електролітів повинен перевищувати загальний ризик, що виникає при регенерації.

Екологічні ризики, що виникнуть у випадку **неконтрольованого скиду** відпрацьованих електролітів у навколишнє середовище, - естетичний та біологічний, крім того буде здійснюватися негативний вплив на всі об'єкти навколишнього середовища. Кількість джерел негативного впливу та

інтенсивність впливу будуть значно більшими, ніж в розглянутих раніше технологіях. А тому буде значно більшим і загальний екологічний ризик.

Отримані висновки кореспондуються з розробками Н.П. Тихомірова [2, с.9], в яких відображено зв'язок між імовірністю виникнення збитку та витратами на його запобігання. В нашому випадку графік [2, стор. 9, рис. 1.1] прийме вигляд, наведений на рисунку 1.

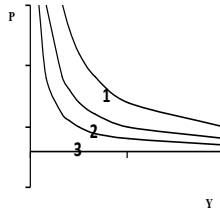


Рисунок 1 - Розподіл імовірності втрат при зливі кислотних електролітів у довкілля та при використанні технологій нейтралізації і регенерації

На рисунку 1: 1 - розподіл імовірності втрат при зливі кислотних електролітів у довкілля (тобто при відсутності захисних заходів), 2 - імовірність втрат при нейтралізації, 3 – імовірність втрат при регенерації. Витрати на регенерацію вище, ніж на нейтралізацію, отже імовірність втрат, а тому й ризик технології регенерації нижче.

Висновки: Здійснено порівняльний аналіз повної оцінки ризику для технологій регенерації та нейтралізації, а також для випадку неконтрольованого скиду кислотних електролітів у довкілля. Доведено, що у випадку використання вказаних технологій ризик нижче, ніж у випадку неконтрольованого скиду в навколишнє середовище, та ризик при регенерації нижчий за ризик при нейтралізації за рахунок більших витрат на природоохоронні заходи.

#### Список літератури

1. Бобилев В.П., Матухно Е.В., Иванов И.И. Определение показателей экологического риска при разработках технологий нейтрализации и регенерации отработанных кислотных электролитов // Збірник тез доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції “Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України”, м. Запоріжжя: видавництво ЗДІА, 2008. – С. 163-165.

2. Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.



ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІФЕРМЕНТНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ  
ЛЛЯНОЇ МИЧКИ ПРИ БЕЗСИЛКАТНОМУ ВІДБІЛЮВАННЮ  
USE OF POLYFERMENT COMPOSITION FOR PREPARATION OF FLAX  
ROVING IN NON-SILICATE BLEACHING

*Голованова Л.В., аспірант, Скромішева О.В., доцент, ХНТУ, Херсон  
Golovanova L., postgraduate student, Skropysheva E., associate professor,  
KNTU, Kherson*

Однією з найбільш актуальних проблем текстильної промисловості є екологічна чистота технологічного процесу, продукції яка випускається та попередження забруднення навколишнього середовища. Текстильна промисловість це одне з джерел забруднення навколишнього середовища. При вирішенні багатьох проблем вдосконалення існуючих та створення нових технологій опорядження текстильних матеріалів особливе місце відводиться біохімічним методам обробки.

Одним з важливіших напрямків в технології підготовки лляної мички є використання ферментних препаратів в вигляді композиції, яка завдяки селективній дії окремих ферментів направлено модифікує лляне волокно. Спільне використання амілолітичних та протеолітичних ферментів дає можливість створити дієвий комплекс для обробки лляної мички.

Темою даної роботи було вивчення впливу поліферментної композиції на ступінь підготовки лляної мички та залежність подальшого вибілювання від якості підготовки. Також, в роботі досліджувалась можливість заміни силікату натрію, який використовується в якості стабілізатору пероксиду водню, на інші стабілізуючі хімічні речовини. В даному випадку вивчалась дія водорозчинних полімерів, в якості стабілізуючого агента, їх вплив на якість вибілювання, в порівнянні з традиційним методом. Проводився вибір найбільш ефективного стабілізатора та його оптимальної концентрації, що дало змогу отримати кінцевий продукт відповідно до вимог європейського стандарту.

Дію поліферментної композиції оцінювали за зміною фізико – механічних показників та відповідності їх ДСТУ. Хімічні перетворення целюлози оцінювали за зміною складу функціональних груп, ступеню деструкції – за зміною питомої густини мідно-аміачного розчину целюлози лляної мички.

Аналізуючи отримані результати, встановили, що при використанні поліферментної композиції, яка складається з амілолітичного і протеолітичного ферменту в певному співвідношенні, можливо отримати лляну мичку здатну в подальшому відбілюватись до ступеня білизни, який задовольняє вимогам стандарту.

Це відкриває перспективи розробки ресурсощадних, екологічно чистих технологій відбілювання лляних текстильних матеріалів.

# ОЦІНКА БЕЗПЕЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА SAFETY EVALUATION OF BIOFUEL PRODUCTION

*Дворник Н.В., студентка, НУБіП України, м. Київ  
Dvornyk N.V., student, NUL and ESU, Kyiv*

Останні десятиліття характеризуються стрімким зростанням цін на мінеральні енергоносії (запаси яких обмежені), забрудненням навколишнього середовища та зміною клімату в різних регіонах планети. Ці негативні явища привернули увагу громадськості, бізнесу та урядових кіл розвинутих країн і дали поштовх для розробки та розвитку програм захисту навколишнього середовища і пошуку альтернативних (відновлювальних) джерел енергії.

Серед відновлювальних енергоносіїв значна частка, враховуючи поширеність дизельних двигунів, належить дизельному біопаливу або біодизелю, яке є альтернативою мінеральному дизельному паливу на основі сирової нафти. Вітчизняні технології виробництва біодизельних палив базуються на використанні ріпакової олії і метилового спирту.

Метиловий спирт високотоксичний і дуже небезпечний при використанні. Має низьку температуру кипіння і надзвичайно леткий. Все обладнання повинно бути ізольованим без можливості витоку пару. Невеликої його кількості (до 10 см<sup>3</sup>) викликають сліпоту, а більші — смерть. [1, с. 6, 7] Необхідне відповідне маркування тари із вказівкою на токсичність. Для виробничих умов дотримуються вимог, викладених в офіційних документах: «Правила по перевозке, хранению и применению метанола» №1116 від 22.09.1965 та «Общие санитарные правила по хранению и применению метанола» [2].

Дешеви́зна і продуктивність біопалива роблять його провідною альтернативною паливною галуззю. Використання біодизелю – важливий і перспективний крок до скорочення викидів вуглекислого газу в атмосферу, до покращення екологічної ситуації довкілля.

## Список літератури

1. Голобош Г. Цікаві відомості про деякі органічні речовини: матеріали до уроку//Хімія. Біологія – 2004. – №55. с.6-8
2. [www.lawmix.ru](http://www.lawmix.ru) Постановления Совмина РСФСР от 22.09.1965 №1116 о мерах по устранении нарушений порядка перевозки, хранения и применения метанола (вместе с правилами по перевозке, хранению и применению метанола).

*Робота виконана під керівництвом доцента Мироненко В.Г.*

# ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В ПРОЦЕСАХ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ

## THE EFFICIENCY OF THE USING WASTE ENERGY IN THE PROCESSES OF SPRAY DRYING

*Дубовкіна І.О., аспірант ІТТФ НАНУ, Київ*  
*Dubovkina I., postgraduate student, IET NAS of Ukraine, Kyiv*

Внаслідок інтенсивного зростання цін на енергоносії великого значення набувають проблеми, пов'язані з раціональним використанням енергії та активними методами застосування науково-технічних досягнень, які забезпечують підвищення якості продукції при економному витрачанні палива за рахунок використання вторинних енергоресурсів.

Метод розпилювального висушування є одним із найбільш інтенсивних поміж інших завдяки тому, що матеріал у потоці теплоносія знаходиться у високодиспергованому стані з дуже розвинутою поверхнею контакту фаз.

У той же час у порівнянні з іншими методами сушіння даний метод є більш енерговитратним через використання значних об'ємів теплоносія для реалізації процесу сушіння розпиленого в об'ємі камери продукту.

Зниження енерговитрат в процесах розпилювального сушіння може бути досягнуто за рахунок:

- 1) утилізації теплоти відхідних від автономних теплогенераторів газів для попереднього підігріву теплоносія;
- 2) утилізації теплоти відпрацьованого в сушильному процесі теплоносія.

За рік (з урахуванням 6000 год роботи) сушарка типу РС—1000 продуктивністю 1 т/год по випареній волозі разом з відпрацьованим теплоносієм викидає в атмосферу близько 18000 ГДж теплоти. Така кількість теплоти еквівалентна 620 т у.п., і повернення в цикл хоча б її частини є вкрай актуальною задачею.

В ІТТФ НАН України та НТУУ «КПІ» були розроблені конструкції високоінтенсивних теплоутилізаторів на теплових трубах для сушильних установок на 500 і 1000 кг випареної волози за годину [1]. Попередньо робота такого типу утилізаторів була випробовувана на дослідній розпилювальній сушильній установці Інституту технічної теплофізики НАН України.

У цілому використання рекуператорів та мокрих скрубєрів у технологіях розпилювального висушування сприяє економії як продукції, так і теплової енергії, а також істотному покращенню екологічних показників роботи сушарок.

### Список літератури

1. Шморгун В.В., Чалаєв Д.М., Гершуни А.Н. Пути уменьшения энергозатратных показателей технологий распылительной сушки // Пром. теплотехника – 2007. – Т. 29, №7. – С. 190 – 193.

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ  
ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ  
ANALYSIS OF APPLICATION ALTERNATIVE IRON CONTAINING  
MATERIALS AT PRODUCTION OF STEEL**

*Стовпченко А.П., профессор, Камкина Л.В., профессор,  
Перескока В.В., аспирант, НМетАУ, Днепрпетровск  
Stovpchenko A., professor, Kamkina L., professor,  
Pereskoka V., postgraduate student, NMetAU, Dnepropetrovsk*

Геополитические резервы Украинской металлургии создают конкурентные возможности для производства первородного металла. Благодаря уникальной интегрированной структуре Криворожского государственного горно-металлургического комбината «Криворожсталь» с собственным горно-обогатительным и коксохимическим производством возможно частично снизить зависимость себестоимости продукции от конъюнктуры рынка первородного сырья.

Использование этого преимущества, а также внедрение в производство ряда новых технологических решений и модернизация оборудования позволили за последние годы существенно снизить материальные затраты на производство продукции и повысить экономические результаты деятельности комбината (таблица 1).

Таблица 1 - Показатели материалоемкости и объемы производства продукции КГТМК «Криворожсталь» в 1999-2001 г.г.

№ пп	Показатели	1999 г	2000 г	2001 г
1	Расход руды на производство концентрата, т/т	2 440	2 349	2 326
2	Расход кокса на производство чугуна в ДЦ№1/ДЦ№2, т/т	574,0/ 542,0	528,0/ 495,0	489,0/ 488,0
3	Расход чугуна на производство стали в ККЦ/мартене, т/т	899,1/ 748,1	869,5/ 695,7	857,2/ 693,3
4	Объем товарной продукции, млн.грн	3213,9	4826,8	5482,6
5	Затраты на 1 грн. товарной продукции (по полной себестоимости)	87,09	74,42	85,23
6	Рентабельность товарной продукции, %	14,82	34,37	17,33
7	Балансовая прибыль, млн. грн	43,0	1150,7	763,0

В настоящее время на фоне дефицита стального лома, который, наряду с первородным чугуном, является основным источником железа и выполняет функцию охладителя в сталеплавильном процессе, особую значимость приобретает проблема обеспечения сталеплавильных агрегатов твердыми железосодержащими шихтовыми материалами. Дефицит стального лома приводит к зависимости производства от нерегулярности его поставок и неконтролируемого роста цен (зачастую без детального учета его металлургической ценности), устанавливаемых сборщиками и поставщиками этого вида сырья.

Для поиска новых материалов, пригодных для замены традиционных, был выполнен технико-экономический анализ пригодности различных железосодержащих материалов (ЖСМ) к конвертерной плавке.

Наиболее перспективными материалами оказались:

- мелкофракционный скрап собственных отвалов (фракция 0-40 мм);
- горячебрикетированное железо;
- металлизированные окатыши.

Металлургическая ценность альтернативных ЖСМ в конвертерной плавке прежде всего зависит от содержания в нем железа и наличия примесей, которые могут снижать или повышать ценность ЖСМ.

Для объективного определения металлургической ценности альтернативных ЖСМ вводились две группы показателей: исчисляемые и субъективно качественные.

На основе анализа вышеперечисленных факторов разработана методика, позволяющая учесть металлургическую ценность альтернативного ЖСМ и стабилизировать себестоимость стали при изменении цен на лом.

#### Список литературы

1. Нит Н.В. Линейное программирование / М.: - Изд-во моск. Ун-та, 1987.-200с.
2. Пельих С.Г. Оптимизация литейных процессов.- Киев: Выща школа, 1977. - 192 с.
3. Соценко О.В. Оптимизация шихты с использованием IBM-совместимых компьютеров // Теория и практика металлургии.-1999.-№4.-С.10-12.
4. Єфіменко Г.Г. Методика визначення технічно обґрунтованої ціни залізрудних матеріалів / Г.Г. Єфіменко, В.С. Власюк, В.А. Клименко / Матер. наук.-практ. Конф. «Проблеми і перспективи одержання конкурентноздатної продукції в гірничо-металургійному комплексі». - Днепропетровск: Системні технології, 2001. - С. 73 - 81.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТА ЕКОБЕЗПЕЧНА СИСТЕМА АСПІРАЦІЇ-  
ПОВІТРООЧИЩЕННЯ В ДЕРЕВООБРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ  
ENERGY-SAVING AND ENVIRONMENTALLY SAFELY SYSTEMS  
ASPIRATION AND AIR PURIFICATION IN THE WOODWORKING  
INDUSTRIES

*Климаш Р.Р., аспірант, НЛТУ України, Львів*  
*Klymash R.R., postgraduate student, UFUU, Lviv*

З переходом на ринкові умови господарювання багато деревообробних підприємств внаслідок великої складової енергоносії в ціні продукції опинилися на межі банкрутства. Сьогодні з'являється багато високопродуктивного деревообробного обладнання з високими швидкостями різання і утворенням при цьому великої кількості деревних відходів. Актуальним стало питання якісної аспірації, оскільки утворений пил, потрапляючи в органи дихання, може завдати непоправної шкоди обслуговуючому персоналу. Є свідчення того, що пил дуба та бука канцерогенний, а отже спричинює ракові захворювання.

У минулому десятиріччі, на деревообробних підприємствах застосовували централізовану аспіраційну систему, яка обслуговувала кілька цехів одночасно. Однак такі системи володіли рядом недоліків пов'язаних із високими затратами електроенергії, затратами теплової енергії та незадовільними еколого-санітарні вимоги. Такі системи не передбачали можливості повернення теплого очищеного повітря назад в цех в опалювальний період року, в результаті чого близько 80% тепла втрачалось. Оскільки для існуючих систем характерний постійний режим роботи, а коефіцієнт завантаження обладнання коливається в межах  $K_z=0,38\dots 0,78$  [1], то в середньому близько половини електроенергії, що споживається для аспірації обладнання, витрачається неефективно. Основним пиловловлювачем в таких ситемах є циклони, для яких характерна низька ефективність очищення повітря 60-80%.

Виходячи із основних недоліків існуючих аспіраційних систем, найбільш перспективною є децентралізована система аспірації (ДАС), яка створена за принципом «один верстат – один вентилятор». Підвісний вентилятор кріпиться над верстатом, система керування якого є зблокована з системою керування роботи верстату. Таким чином кожен вентилятор вмикається тоді, коли працює верстат, який він обслуговує. Конструкцією системи передбачено схему двоступеневого очищення: фільтрувальна станція із рукавними фільтрами та станція повторного очищення в цеху. Така система дає змогу у очищувати аспіраційне повітря у фільтрувальній станції з ефективністю 99,5%. В опалювальний період року, після очищення у фільтрувальній станції, повітря повертається в цех і проходить повторне очищення для забезпечення норм ГДК.

Конструкція ДАС дещо відрізняється від конструкції та принципу роботи існуючих аспіраційних систем, тому існує необхідність в дослідженні параметрів даної системи та створенні теоретичних основ її функціонування.

Конструкція ДАС передбачає встановлення автономних вентиляторів, що працюють паралельно на спільну мережу. Працюючи, вони долають не лише індивідуальний опір власної мережі – повітропроводу, але одночасно й опір спільної ділянки – фільтрувальної станції. Робота такої системи супроводжується зміною її параметрів. Оскільки коефіцієнт одночасної роботи обладнання в цеху є змінним, а роботою ДАС передбачено аспірацію тільки того верстата який працює в даний момент, то змінюється й кількість одночасно ввімкнених вентиляторів, а отже і загальна продуктивність системи. Відомо [3], що зі збільшенням кількості паралельно працюючих вентиляторів, продуктивність кожного зменшується. Цей чинник є важливим, оскільки в такому випадку відбувається зменшення витрати повітря від окремого верстату в порівнянні з нормативним значенням витрати. При зменшенні об'ємів аспіраційного повітря від верстату збільшується кількість пилу в робочій зоні навколо ріжучого інструменту; при зростанні вище рекомендованих значень – затрачається надлишкова кількість електроенергії. Запропоновано рівняння [2], що дозволяє визначити продуктивність вентилятора при будь-якій кількості одночасно працюючих вентиляторів.

Не менш важливим чинником в роботі ДАС є параметри фільтрувальної станції. В процесі роботи гідравлічний опір останньої змінюється [4], що впливає на роботу інших елементів системи. Тому постало питання щодо дослідження впливу зміни параметрів фільтрувальної станції в процесі роботи системи. Запропонована формула [2], що дозволяє визначити параметри фільтрувальної станції в будь-який момент часу при довільній продуктивності системи.

За підрахунками на одному із підприємств, впровадження ДАС дало змогу зменшити кількість споживаної електроенергії в 3,5 рази у порівнянні з існуючою централізованою системою, що існувала на підприємстві раніше. Також за підрахунками економія теплової енергії в грошовому варіанті за час опалювального періоду (півроку) становила 15 000 грн.

#### Список літератури

1. Ларионов В.А., Созинов В.П. Регулируемые системы аспирации в деревообрабатывающей промышленности. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 240 с.
2. Климаш Р.Р., Шостак В.В., Ляшеник А.В Аналітичний опис одночасної роботи вентиляторів децентралізованої аспіраційної системи для д/о верстатів// Наук.вісник УкрДЛТУ: зб.наук.-техн.праць –Львів: УкрДЛТУ. -2007, вип.17-7. С.240-245.
3. Калинушкин М.П. Насосы и вентиляторы. М.: «Высшая школа», 1987, 176 с.
4. Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве. – М.: Металлургия, 1990. – 396 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ШЛАМІВ ВИРОБНИЦТВА ТИТАН ДІОКСИДУ ДЛЯ  
ОТРИМАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ  
THE APPLICATION OF THE SLIMES OF THE MANUFACTURE OF THE  
TITAN DIOXIDE FOR PRODUCTION OF THE BUILDING MATERIALS

*Мараховська О.Ю., доцент, Павленко О.В., ст. викладач,  
ШІ СумДУ, Шостка;  
Круглова Н.О., аспірант, СумДУ, Суми;  
Платоненко Г.В., студент, ШІ СумДУ, Шостка  
Marahovska O.U., associate professor, Pavlenko O.V., lecturer,  
ShI of SumSU, Shostka;  
Kruglova N.O., postgraduate student, SumSU, Sumy;  
Platonenko H.V., student, ShI of SumSU, Shostka*

Виробництво основної хімічної промисловості пов'язане, як правило, з утворенням великої кількості відходів. Так, наприклад, у результаті отримання титан діоксиду пігментного за сульфатнокислотою технологією утворюються тверді відходи, так звані «чорні шлами», кількість яких з кожним роком збільшується. Вельми актуальним напрямом утилізації різноманітних відходів є створення маловідходної технології з використанням шламів у будівельних матеріалах.

З метою комплексної переробки титанвмісних відходів була розроблена сульфатнокислотна технологія вилучення з кислих шламів остаточної кількості сполук титану. Після вилучення утворюється так названий вторинний шлам, який складає 35-45 % від вихідного шламу. Цей шлам був досліджений з точки зору використання у виробництві будівельних матеріалів як окремо, так і у суміші з вихідним шламом.

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Склад вторинного шламу було вивчено з використанням хімічних та інструментальних методів аналізу.

Якісний та кількісний хімічний аналіз виконували з використанням стандартних методик. Хімічний склад вторинного шламу приводиться у таблиці 1.

Таблиця 1 – Склад сухого зразку вторинного шламу (у перерахунку на оксиди), %, за результатами хімічного аналізу

	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CuO	MnO	CaO	ZrO	SO <sub>3</sub>
%	6,05	23,99	51,38	0,07	0,66	0,54	0,08	10,36

Хімічний склад шламу дозволяє стверджувати, що відходи, отримані після додаткового вилучення титану, можуть бути використані для виробництва цегли.

За класифікацією П. І. Боженова, шлам відноситься до першої групи класу Б, тобто твердих речовин, що утворені в результаті фізико-хімічних процесів нижче температури спікання. За технологічним значенням він може



мати комплексний вплив на якість керамічного виробу: зменшувати формуючу вологість, надавати черепку забарвлення, зменшувати температуру обпалу.

З метою підтвердження висунутої пропозиції та вибору оптимальних режимів було отримано зразки керамічних виробів з добавкою вищевказаного шламу та суміші шламів та проведено дослідження їх властивостей. З метою порівняння впливу складу шламу на властивості будівельної кераміки у дослідженні було використано первинний титанвмісний шлам виробництва двооксиду титану, вторинний шлам після додаткового вилучення титану та суміш цих двох компонентів у різних співвідношеннях. Усі зразки промивалися до значення рН 6-6,5 та обпалювалися за температури 600°C, яка була обрана оптимальною за попередніми дослідженнями. У якості основи було обрано спонділову глину Ірпеського родовища.

Фізико-хімічні дослідження зразків і визначення їх технологічних властивостей виконувалися за стандартними методиками ДСТУ 530-95, ДСТУ 7025-91, ДСТУ 8462-85, ГОСТ 24816-81.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні характеристики зразків цегли

№ п/п	Відношення первинного та вторинного шламу	Добавка у шихту, %	Характеристики		
			Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	Міцність при стисканні, Мпа	Водопоглинення, %
1	чиста глина	0	1,278	12	18,98
2	1:0	10	1,613	25	17,91
3		15	1,552	25	20,21
4	0:1	10	1,251	24	24,27
5		15	1,230	25	21,44
6	1:1	10	1,530	28	17,02
7		15	1,128	23	20,65
8	1:3	10	1,276	21	30,31
9		15	1,259	20	30,30
10	3:1	10	1,278	20	34,98
11		15	1,350	18	32,31

За результатами вивчення фізичних та хімічних характеристик вторинний шлам після переробки титанвмісних відходів виробництва двооксиду титану складається переважно з титану, феруму та силіцію оксидів.

Вищевказаний шлам доцільно використовувати як добавку у кількості 5 – 10 % до складу шихти у виробництві будівельної кераміки. Одержувана цегла відповідає вимогам ДСТУ 530-95 і ДСТУ 7484-78 «Цегла й камені керамічні лицьові». Марки цегли – 100, 125 і 150.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ДО УЧАСТІ В ОЛІМПІАДАХ  
З БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА  
PREPARATION OF STUDENTS TO PARTICIPATION IN OLYMPIADS ON  
SAFE MANUFACTURE

*Латишева М.М., професор, Павленко Т.С., ст. викладач,  
Твердохлебова Н.Є., асистент, НТУ «ХПІ», Харків  
Latisheva M.M., professor, Pavlenko T.S., lecturer,  
Tverdokhlebova N.E., assistant, NTU "KhPI", Kharkiv*

З метою удосконалення якості підготовки фахівців з питань безпеки виробництва, а також формування кадрового потенціалу для дослідницької, адміністративної, виробничої діяльності, проводяться всеукраїнські студентські олімпіади з дисципліни "Безпека життєдіяльності".

Для досягнення означеної мети слід визначити умови підготовки студентської олімпійської команди, з'ясувати особливості розробки і впровадження олімпійських завдань прикладного характеру, для рішення яких у студентів необхідно розвинути нестандартне мислення. Треба зазначити, що завдання з олімпіади мають бути творчими, цікавими, оригінальними й пов'язаними з тими проблемами і професійними функціями, які будуть вирішувати і виконувати майбутні спеціалісти на виробництві.

Розробка і впровадження олімпійських завдань потребує ретельної підготовки з боку викладача, неабияких організаційних та творчих здібностей. Причому творчість тут може і повинна виступати не тільки в предметній змістовності, але й у методичному оснащенні.

Варто помітити, що не сам факт вирішеної задачі приносить задоволення студентам і навіть не саме її рішення. Набагато більше задоволення приносить внутрішній, інтелектуальний процес руху думки до розуміння рішення і способу, яким воно було отримано. Тому навіть сам факт вирішеної задачі не зупиняє інтересу учасників олімпіади, пізнавальний інтерес йде далі - до розуміння того, як же вдалося це рішення знайти. Результат такої продуктивної творчої діяльності студентів при вирішенні завдань виробничого і прикладного характеру сприяє їх професійному самовизначенню.

Список літератури

1 Skolimowski H. Philosophy of Technology as a Philosophy of Man. - In: The History and Philosophy of Technology. Ed. G. Bugliarello a. D. B Doner Chicago. University of Illinois Press, 1979, p. 325-336.

2. Павленко Т.С. Моделювання працезохоронної діяльності інженера як спосіб ефективної організації навчального процесу з промислової безпеки // Наукові праці: Науково-методичний журнал, Т50. Вип.37. Педагогічні науки. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім.П.Могили – 2006. – С.72-75.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФАРБУВАННЯ  
АКТИВНИМИ БАРВНИКАМИ  
INTENSIFICATION OF DYEING PROCESS BY ACTIVE DYES

*Нагорна Т. В., аспірант, Кондратюк Л. М., аспірант,  
Нестерова Л.О., доцент, ХНТУ, Херсон  
Nagorna T.V., postgraduate student, Kondratyuk L.M., postgraduate student,  
Nesterova L.A., associate professor, KNTU, Kherson*

На сучасному етапі розвитку текстильної промисловості широко використовуються активні барвники, що займають провідні позиції як в періодичних, так і в безперервних способах фарбування [1].

Процес фарбування характеризується значними втратами барвника, зумовленими недостатньо високим ступенем фіксації на волокні, що знижує якість забарвлення, економічну ефективність виробництва, погіршує екологічну ситуацію та потребує значних витрат на очищення стічних вод. Хімічний спосіб інтенсифікації процесу фарбування є найбільш оптимальним, оскільки не потребує спеціального обладнання [2].

В роботі досліджували процес фарбування активними барвниками бавовняних тканин. Розроблена технологія базується на застосуванні у якості інтенсифікаторів процесу фарбування сполук органічної природи. Текстильний матеріал фарбували за технологіями, рекомендованими виробником, з додаванням інтенсифікуючих речовин концентрацією 0,25 – 5 г/л. Якість фарбування оцінювали за ступенем інтенсивності забарвлення, який контролювали на пристрої «Среkol-10», за спектральним коефіцієнтом відбиття (функції К/S - Гуревича - Кубелки -Мунка) та методом визначення рівномірності забарвлення шляхом вимірювання коефіцієнтів відбиття на різних ділянках пофарбованої бавовняної тканини. Ступінь фіксації активного барвника оцінювали за оптичною густиною фарбувальних розчинів.

Аналіз результатів, одержаних при фарбуванні бавовняних тканин з використанням вище зазначених інтенсифікаторів, показав, що всі досліджені хімічні речовини забезпечують підвищення інтенсивності забарвлення в межах концентрацій 0,25 – 1 г/л.

Таким чином, розроблена технологія фарбування бавовняних тканин активними барвниками з використанням інтенсифікаторів органічної природи дозволяє підвищити інтенсивність забарвлення та ступінь фіксації барвників на волокні.

Список літератури

1. Карпов В.В., Пачева Н. А. Активные красители сегодня // Текстильная промышленность. – 2002. - № 10. – С. 16-18.
2. Кричевский Г. Е. Физико-химические основы применения активных красителей. – М.: Легкая индустрия, 1977. – 264 с.

ЕКОБЕЗПЕЧНА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЛУЧЕННЯ  
СВИНЦЮ З БРУХТУ СВИНЦЕВО-КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРІВ  
ECOLOGICALLY SAFE RESOURCE SAVING TECHNOLOGY OF LEAD  
RECOVERY FROM SPENT LEAD-ACID BATTERY SCRAP

*Назарова В.В., асистент, Сердюк О.І., професор, ДонНАБА, Макіївка*

*Nazarova V.V., assistant, Serdjuk O.I., professor, DonSACEA, Makiyivka*

Сьогодні проблема переробки відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів (ВСКА) є однією з найпріоритетніших у сфері поводження з відходами. Електрохімічна переробка ВСКА, прийнята на озброєння в Італії, Канаді і Німеччині характеризується технологічними і екологічними перевагами перед пірометалургійним способом і є найперспективнішою з огляду на посилення екологічних вимог до переробки ВСКА. Безперервний пошук нових технологічних рішень проблеми ефективної переробки цього багатокомпонентного відходу обумовлений причинами як технологічного, так і екологічного характеру.

Метою роботи було розроблення удосконаленого способу переробки ВСКА електрохімічним методом.

Був проведений аналіз технологічних схем, в основі яких лежить електрохімічний метод переробки компонентів акумуляторів, що містять свинець. Критеріями оцінки існуючих методів були ефективність, а також екологічна безпека процесу переробки.

Перспективним є спосіб переробки свинцевих пластин відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів, що прийшли в непридатність, який включає виплавлення металу решіток, подрібнення сульфатно-оксидної фракції, завантаження порошкоподібної фракції в катодний простір електролізера, проведення електролізу, вилучення губчатого свинцю, його брикетування й переплавлення. Електроліт може бути, як кислим, так і лужним. Недоліком цього способу є трудомісткість процесу.

Найбільш близьким за технічною сутністю є спосіб переробки відпрацьованих свинцевих акумуляторів, у відповідності до якого після електрохімічного розчинення проводять електролітичне виділення свинцю при одночасному розчиненні в ньому незруйнованих свинцевих пластин при щільності струму 10- 20 мА/см<sup>2</sup> [1]. Недоліком цього способу є низька швидкість процесу, внаслідок того, що електрохімічне розчинення й електролітичне виділення свинцю є розведеними у часі.

Основний метод дослідження ефективності процесу переробки – гравіметричний метод, який використовувався для оцінки технологічних параметрів процесу – виходу за струмом, виходу за продуктом, швидкості осадження, розчинення активної маси в електрохімічній комірці – моделі електролітичної ванни [2].

У результаті досліджень було розроблено спосіб переробки, у відповідності до якого відбувається електрохімічне розчинення активної маси, що містить свинець із застосуванням анодних корзин при одночасному виділенні свинцю з розчину електроліту. Сутність пропонованого способу полягає в наступному. Відпрацьовані акумулятори піддаються розбиранню, виконується відокремлення органічної фракції (пластику або ебоніту, сепараторів, гуми), металевого свинцю й окисульфатної фракції (пасти), а також зливання сірчаної кислоти. Подрібнена будь-яким відомим методом окисульфатна фракція змішується з попередньо злитим відпрацьованим сірчанокислим електролітом, в якому при додаванні перекису водню відбувається переведення діоксиду свинцю у сульфат свинцю. На стадії десульфатації за допомогою будь-якого лужного агента (наприклад, гідроокису натрію) відбувається переведення важкорозчинного сульфату свинцю у розчинну форму. Паста завантажується у анодні корзини (наприклад, графітові) у ванни електрорафінування, заповнені придатним для цієї мети електролітом (наприклад, на основі борфтористоводневої кислоти).

Ступінь розчинення активної маси при використанні пропонованого способу підвищується у 2,5 і 4 рази відповідно в електроліті на основі борфтористоводневої кислоти без добавок і при використанні добавок органічних речовин у порівнянні зі способом, у якому у якості анодів використовуються незруйновані пластини відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів. Вихід свинцю за струмом катодний залишається високим – 99,98% . Таким чином, підвищується ефективність та швидкість вилучення цінної сировини – свинцю з активної маси відпрацьованих акумуляторів. Це дозволяє зменшити кількість ванн електрорафінування, що призводить до зменшення викидів шкідливих речовин. Крім того, зменшується кількість операцій для отримання готового продукту і знешкодження небезпечних відходів, знижується трудомісткість процесу, оскільки анодні корзини можуть поповнюватися за розчиненням завантаженої активної маси. Технологія може вважатися маловідходною за рахунок практично повної утилізації свинцю з відпрацьованих свинцевих акумуляторів.

#### Список літератури

1. Патент 2245393 Российская федерация, МПК С25 С 1/18. Способ переработки отработанных свинцовых аккумуляторов/ Алиев З.М.; заявитель и патентообладатель Дагестанский государственный университет. – № 2003128475/02 ; заявл. 22.09.03 ; опубл. 27.01.05. Бюл. № 5.

2. Практикум по прикладной электрохимии / [Бахчисарайцян Н.Г., Борисоглебский Ю.В., Буркат Г.К. и др.]; под ред. В.Н. Варыпаева. – Л.: Химия, 1984. – 519 с.

# ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА ECO-TECHNOLOGICAL CHARACTERISTIC OF BIOFUEL

*Пальоха І.В., студентка, НУБіП України, Київ  
Palyoha I.V., student, NUL and ESU, Kyiv*

Розвиток промисловості ХХІ століття ознаменований надмірним використанням ресурсів Землі. В зв'язку з прискореною індустріалізацією промислового виробництва, виникає потреба розвитку альтернативних джерел енергетики в Україні. За останні роки кількість транспорту з використанням дизельних двигунів збільшилася в десятки разів, тому виникає гостра необхідність у екологічно чистому та економічно доступному паливі, яким є біодизель.

Біодизельне паливо (біодизель, РМЕ – ріпаково-метиловий ефір, біонафта тощо) – це екологічно чистий вид біопалива, який одержують із жирів рослинного та тваринного походження і яким замінюють нафтове дизельне паливо (ДП). [1]

В Україні, за різними даними, собівартість 1 літра біодизельного палива – від 2,2 до 3,0 грн. Його вартість залежить від низки факторів: урожайність ріпаку, ефективність використання соломи й шроту, вартість хімічних інгредієнтів – метанолу й луку, глибина переробки гліцеринової води, якість технологічного процесу одержання біодизелю. [2]

Показники якості біодизельного палива умовно можна розбити на дві групи: перша характеризує фізичні властивості, а друга хімічні. Основними фізичними показниками якості біодизелю є октанове число, яке визначає характеристику самозаймання палива. Температура спалаху біодизелю вища, ніж у традиційного дизпалива, тому використання метилових ефірів жирних кислот в якості палива вогнебезпечніше.

Основними хімічними показниками якості біодизелю є: масова частка сірки, вміст фосфору (його підвищення погіршує перебіг каталітичної реакції одержання біодизелю та негативно впливає на процес згорання палива).

Отже, виробництва біодизелю має важливе значення на сучасному етапі розвитку промисловості, адже ресурси нашої планети вичерпні, а біологічне паливо є однією з найкращих альтернатив їхньої заміни.

## Список літератури

- 1.uk.wikipedia.org Біо дизель.
- 2.[www.propozitsiya.com](http://www.propozitsiya.com) Інформаційний щомісячник «Пропозиція» В. Семенов. Перспективи виробництва й застосування в Україні біодизельного палива.

*Робота виконана під керівництвом доцента Мироненко В.Г.*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПЫЛИ  
ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ  
ASSESSMENT THE INFLUENCE OF DUST ELECTRIC ARC  
FURNACE ON THE ENVIRONMENT

*Перескока В.В., аспирант, Щеглова И.С., доцент,  
Чинчаева В.П., ст. преподаватель, Стомба Я.В., ассистент,  
НМетАУ, Днепрпетровск*

*Pereskoka V., postgraduate student, Sheglova I., associate professor,  
Chinchaeva V., lecturer, Stovba Ya., assistant, NMetAU, Dnepropetrovsk*

Одним из значительных источников загрязнения окружающей среды, как известно, являются предприятия черной металлургии. Количество выбросов зависит от вида и объема производства. При выплавке стали в ДСП около 10-20 кг/т шихты выносятся из плавильного агрегата в виде дисперсных частиц и паров, которые накапливаются в виде пыли в электрофильтрах газоочистки. Высокая дисперсность пыли ДСП и содержание в них тяжелых металлов (в основном цинка и свинца) во многих странах (страны Евросоюза, США, Канада и др.) приводит к тому, что их классифицируют как небезопасные отходы [1].

Для того чтобы избежать накопления таких отходов и подвергнуть их дальнейшей переработке, а также иметь представления о степени влияния на окружающую среду, необходимы данные о составе и свойствах компонентов, содержащихся в пыли.

В проведенных исследованиях для наиболее адекватной оценки токсичности и опасности промышленных отходов применяли комплексный метод, включающий ряд тестов. Проводилось изучение влияния отходов на биологическую активность почвы, их токсикологических характеристик по отношению к теплокровным животным, гидробионтам, растениям и т.п.

Проведены исследования по определению химического состава и свойств заскладированной пыли (на примере пыли электрофильтров ДСП ОАО ММЗ) различными методами (рентгеноспектральный анализ отобранных проб, атомно-абсорбционная пламенная спектрометрия, комплексное металлографическое исследование образцов пыли), а также дана оценка степени токсичности и опасности пыли ДСП [3].

Макросодержание компонентов проб пыли представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Состав макрокомпонентов отходов

Компоненты	SiO <sub>2</sub>	Feобщ.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Содержание, % масс.	5,5- 9,0	34,0- 42,0	1,2- 1,9	0,09- 0,12	8,5- 10,0	1,4- 1,6	3,3- 3,8	2,7- 2,9

Рентгеноспектральным анализом было обнаружено наличие 16 химических элементов и отмечена химическая неоднородность по отдельным частицам порошка.

Проведенная оценка водно-миграционной опасности компонентов отхода выполнена на основании изучения растворимости его отдельных компонентов в дистиллированной воде и буферном растворе. Оценка влияния отхода на биологическую активность почвы выполняли путем измерения ее окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) до и после обработки экстрактом, полученным из отходов. Для оценки токсичности отходов использовали метод биотестирования на тест-организмах (однопородных рыбах вида гуппи (*Poecillia reticulata* Peters) и *Daphnia magna* Straus [6,7]), проведена оценка опасности отхода по фитотоксическому действию на проращивание семян сельскохозяйственных растений (овес и ячмень в данном случае являются наиболее адекватными тест-растениями). Проведена оценка острой токсичности экстракта водной вытяжки пыли на белых крысах. Результаты экспериментов оценивались с применением 1 - критерия Стьюдента.

Для установления класса опасности отхода использовали специально установленные величины эколого-гигиенических показателей, на основании которых делают заключение об отнесении отхода к тому или иному классу опасности.

Комплексными исследованиями по определению степени влияния пыли электрофильтров дуговой сталеплавильной печи ОАО ММЗ на окружающую среду и здоровье человека показали, что данный вид промышленных отходов относится к 4 классу опасности и заскладированная пыль является «малоопасной».

#### Список литературы

1. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Draft reference Document on Best Available Techniques for the Production of Iron and Steel. European Commission. Draft February 2008.
2. Симонова В.И. Атомно-абсорбционные методы определения элементов в породах и минералах. – Новосибирск, -Наука. - 1986.
3. Горбань Н. С. Экологическая оценка опасности и токсичности отходов / Материалы 1-ой международной конференции "Сотрудничество для решения проблемы отходов", 5-6 февраля 2004. Харьков. – с.191-193.
4. Терехова В.А. Биотестирование как метод определения класса опасности отходов / Экология и промышленность России, - 2003. - № 12. - с. 27-29.
5. Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления. Санитарные правила СП.1.7.1386-03.
6. «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний» Федеральный реестр ФР.1.1.39.2001.00283.
7. Методика визначення гострої летальної токсичності на рибах *Poecillia reticulata* Peters. КНД 211.1.4.057-97.



РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИЙ МЕТОД СТАБІЛІЗАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ  
ПРОМИСЛОВОЇ ВОДИ В ОБОРОТНИХ СИСТЕМАХ  
ВОДОПОСТАЧАННЯ  
RESOURCE-SAVING METHOD OF INDUSTRIAL WATER STABILIZING  
TREATMENT IN CYCLIC WATER SUPPLY SYSTEMS

*Щеглова І.С., доцент, НМетАУ, Дніпропетровськ*  
*Scheglova I.S., associate professor, NMetAU, Dnepropetrovsk*

Останнім часом проблема раціонального використання та охорони водних ресурсів є дуже актуальною. Металургійні підприємства є одними з основних споживачів води у промисловості. Перехід підприємств цієї галузі на оборотне водопостачання дозволяє скоротити споживання свіжої води і значно зменшити викиди забруднених стічних вод.

Багаторазове використання води у замкнутих системах водопостачання веде до погіршення якості води внаслідок зростання вмісту солей. Це в свою чергу спричиняє утворення солевідкладень на поверхні водогонів та устаткування, прискорює процеси корозії металів. Такі негативні явища можна майже цілком усунути шляхом комплексонної обробки технічної води в оборотних циклах. Перспективними реагентами-стабілізаторами є комплексопи ряду фосфонових та карбонових кислот.

Для досліджень у якості інгібіторів корозії та солевідкладень обрали ряд сполук: поліетилеполіамінів, поліамінополіфосфонових кислот, їхніх солей та композицій. Вивчення швидкості корозії та утворення відкладень солей проводили гравітаційним методом, у статичних та динамічних умовах при температурі 40° та 90° С протягом 10 – 30 діб. Також використовували потенціостатичний метод для оцінки ефекту гальмування корозії у присутності комплексонів. Вивчення профілограм поверхні металевих зразків після проведення корозійних іспитів дозволило зробити висновок щодо впливу комплексонів на стан поверхні металу у розчинах. Зразки для проведення корозійних іспитів були виготовлені зі сталей різних марок, міді, латуні та алюмінієвих сплавів.

Дослідження проводили у воді модельного складу, що відтворювала якість оборотної технічної води з великим вмістом солей: загальна жорсткість 18 мг-екв/л, Ca<sup>2+</sup> - 280 мг/л, Mg<sup>2+</sup> - 90 мг/л, Fe<sup>3+</sup> - 780 мг/л, Cl<sup>-</sup> - 250 мг/л, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 2300 мг/л, NaOH - 400 мг/л, рН 8,0.

За результатами досліджень найвищий ефект інгібування корозії та солевідкладень був виявлений у комплексонів : фосфанол – тетраїтрієва сіль 2-оксіпропілен-1,3-діамін-N,N,N',N'- тетра-метилової кислоти; ОЕДФ – оксіетилідендифосфонева кислота; реалон – амонійно-натрієва сіль 1,3 – діаміно - N,N,N',N'- тетрацттової кислоти та композиція фосфанолу з ОЕДФ.

Протикорозійний ефект від додавання цих комплексонів до оборотної води для вуглецевих сталей становить 92-99%, для мідних і алюмінієвих сплавів 89-96 %. Швидкість утворення відкладень солей у присутності в

розчинів комплексонів зменшилася у 3-5 разів залежно від швидкості руху потоку води.

Результати корозійних іспитів були доповнені потенціостатичними дослідженнями, коли більш точно були визначені оптимальні концентрації кожного з вказаних комплексонів, які забезпечували максимальний захисний ефект. Вміст реагентів в оборотній воді складав 5-50 мг/л залежно від сполуки та задачі, яку вирішували.

Дані комплексони можна використовувати для видалення з поверхні теплообмінників та технологічного обладнання важкорозчинних осадів сульфатів та карбонатів металів. Для цього використовували вищі концентрації комплексонів - 30÷50 мг/л. Для гальмування корозії та запобігання утворенню відкладень солей – низькі концентрації 5 ÷ 30 мг/л. Захисний ефект реагентів зберігається у разі підвищення температури до 200° С. Структурні зміни у молекулах комплексонів після підвищення температури до 200 – 250° С вивчали методом ЯМР. Було встановлено, що комплексони після нагріву зберігають основні структурні групи, які забезпечують утворення стійких комплексних сполук з катіонами більшості металів. Тому можна рекомендувати використання вказаних реагентів в замкнутих циклах перегрітої води.

Вивчення стану поверхні зразків після проведення корозійних іспитів показало, що стан поверхні зразків у розчинах з додатками комплексонів покращився порівняно до контрольних зразків, які перебували в оборотній воді без стабілізуючих домішок - клас чистоти поверхні підвищився з 5 до 7, що свідчило про рівномірне розчинення поверхні зразків у воді з добавками реагентів, відсутність точеної та виразкової корозії.

Комплексний ефект захисту металів від корозії та солевідкладень у присутності фосфонових кислот, їх солей та композицій обумовлений здатністю цих сполук утворювати розчинні у воді стійкі комплексні сполуки з більшістю металів у субстехіометричному співвідношенні. Це запобігає утворенню і відкладенню осадів на металевих поверхнях. Крім того, на поверхні водогонів та металевого обладнання утворюється адсорбційна плівка з комплексонатів металів, завдяки чому значно уповільнюється розчинення металів та ріст кристалів осадів солей.

Розчини запропонованих реагентів у робочих концентраціях є екологічно небезпечними і не становлять загрозу для людей і тварин навіть у разі аварійного скидання води з системи. Зіставлення витрат на обробку води комплексонами і традиційними методами (підкислення, фосфатування і т.ін.) не виявило значної різниці.

Використання методу комплексонної обробки промислової води у замкнутих циклах водопостачання забезпечує покращення умов теплопередачі у теплообмінниках, підвищення ефективності та надійності роботи технологічного обладнання, економію палива, ремонтних коштів, витрат свіжої води на продувку та підживлення системи, а також захист водного басейну від забруднених стоків.

## ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ У ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ REGULARITIES OF DEVELOPING SOIL-SLIDING PROCESSES ON HIGHWAYS IN THE MOUNTAINOUS AREA

*Угненко Є.Б., професор, Тимченко О.М., аспірант ХНАДУ, Харків*  
*Ugненко Ye., professor, Tymchenko O., postgraduate student, KhNAHU, Kharkiv*

Закономірності розвитку зсувного процесу в межах України зумовлені рядом природно-історичних факторів, які корелюються з антропогенними змінами. При цьому пропонується історико-генетичний підхід до проблеми, що дозволяє розглядати розвиток зсувного процесу в межах відповідних зсувних геосистем. Це дозволяє коректно підійти до проблеми та спробувати виправити положення, яке склалося у зв'язку з освоєнням зсувонебезпечних територій.

Згідно з регіональним картуванням зсувів та створенням за цими роботами кадастру, в межах України виділено більше 20000 зсувних геосистем [1]. У цю кількість не ввійшли зсуви в межах лінійних об'єктів, гідротехнічних комплексів та інших природно-техногенних геосистем спеціального призначення. Крім цього зсуви поширені майже в 200 містах та селищах міського типу, що створює постійну загрозу виникнення надзвичайних ситуацій та небезпеки для життєдіяльності населення. Катастрофічна руйнівна дія зсувів та значні економічні збитки великою мірою зумовлені недоліками існуючої системи протизсувних заходів. Одним з важливих недоліків існуючої системи народногосподарського освоєння зсувонебезпечних територій є недостатнє врахування під час планування та здійснення господарської діяльності механізму та динаміки розвитку зсувного процесу.

Основними зсувоутворюючими факторами є геологічні, геоморфологічні, гідрогеологічні та ландшафтно-кліматичні, на які накладається техногенна діяльність людини. Вивчення умов розвитку зсувного процесу в Україні надасть реальну можливість науково обґрунтованого передбачення зсувного процесу як у просторовому, так і при певних обмеженнях у часовому проміжку.

Найбільш небезпечні процеси схилів (обвали, зсуви, сільові потоки) розвинені в гірських районах (Крим, Карпати), по долинам крупних річок (Дніпро, Дністер, Путь і ін.), а також по берегах штучних водоймищ (водосховища Дніпровського каскаду), на Азово-чорноморському узбережжі. Слід зазначити, що під впливом господарської діяльності активність процесів схилів за останніх 20 – 25 років значно збільшилася.

На Південному березі Криму активність приблизно кожного третього обвалу обумовлена впливом господарської діяльності. У Криму і Карпатах переважають антропогенні сели. Селевій діяльності як в Карпатах, так і в Криму особливо сприяла вирубка лісів. Максимальні виноси сільових

потоків склали 165 млн. м<sup>3</sup>, але переважають селі малої потужності з об'ємом виносу 10 - 20 тис. м<sup>3</sup> і середньою потужністю 20 – 100 тис. м<sup>3</sup>.

До основних заходів захисту від зсувів відносяться превентивні та активні заходи [2].

До превентивних відносяться заходи, спрямовані на запобігання зсувних процесів:

- зміщення об'єкта будівництва за межі території, яка знаходиться під впливом потенційного або існуючого зсуву. Якщо перенесення ділянки будівництва неможливе, тоді розраховуються варіанти інженерного захисту, який базується на таких показниках превентивного характеру:

- заборона підрізки зсувних схилів і проведення всякого роду виїмок на них;

- заборона проведення вибухів і гірських робіт поблизу зсувних ділянок;

- обмеження, в необхідних випадках, швидкості руху залізничних потягів у зоні, яка примикає до зсувної ділянки;

- охорона деревно-чагарникової та трав'янистої рослинності;

- заборона неконтрольованого зрошення земельних ділянок, а інколи і їх оранки;

- заборона встановлення водопровідних колонок і постійного водопроводу без облаштування каналізації;

- недопущення на зсувні схили зливної, талої, стічної й іншої води;

- заліснення зсувних територій;

- здійснення охоронно-обмежувальних протизсувних заходів, не пов'язаних з будівництвом інженерних споруд і проведенням трудомістких робіт.

У випадках, коли перенесення наміченого або побудованого в зсувонебезпечному районі об'єкта є неможливим, застосовуються активні заходи захисту. До них слід віднести такі протизсувні заходи, проведення яких вимагає налагодження різного роду інженерних споруд, спрямованих на усунення активних причин, що викликають зсуви на схилах.

Активні заходи боротьби зі зсувами базуються на двох основних принципах:

- зменшення зсувних сил;

- збільшення утримуючих сил.

#### Список літератури

1. Рудько Г. И., Осюк В. А. Инженерная геодинамика Западной Украины и Молдовы: моногр. – Изд. «МАКЛАУТ», 2007. - 808 с.

2. Золотарев Г.С., Осюк В.А., Роот П.Э. Инженерная защита территорий и объектов от опасных геологических процессов // Гидрогеол., инж. Геология: Обзор АОЗТ «Геоинформмарк». – 1994. – Вып. 5. – С. 70.

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БУДІВНИЦТВА ОБХОДІВ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ

### ECOLOGICAL PROBLEMS OF BUILDING OF ROUNDS OF SETTLEMENTS

*Угненко Є.Б., професор, Ужвієва О.М., асистент, ХНАДУ, Харків  
Ugненко Ye., professor, Uzhvieva E., assistant, KhNAHU, Kharkov*

Стрімка автомобілізація нашої країни, в основному за рахунок імпорту легкових автомобілів, призвела до різкого зростання інтенсивності руху на дорогах і вулицях міст. Особливістю такого зростання є непередбачуваність цього процесу, його непрогнозованість, що значно ускладнює плановість дорожнього будівництва. Нагальність подальшої розбудови мережі автомобільних доріг в Україні визнана не тільки фахівцями галузі, а й урядовцями, про що свідчать неодноразові висловлювання в пресі та по телебаченню. Беручи до уваги, що Україна за географічним розташуванням є транзитною країною між Європою та Азією, спорудження високошвидкісної автомобільної магістралі в напрямку захід-схід дозволить державі отримати значну економічну та політичну вигоди.

Пропуск транзитних потоків з великою кількістю великовагових автомобілів через населені пункти вкрай негативно впливає на умови проживання людей. Це забруднення середовища вихлопними газами, запиленість, транспортний шум, вібрація, підвищена аварійність, значне погіршення умов руху місцевого транспорту й пішоходів.

Екологічні проблеми при будівництві та реконструкції автомобільних доріг краще передбачати і попереджувати наперед, ніж затрачувати куди більш значні зусилля та кошти по ліквідації несприятливих наслідків. В цьому значенні будівництво автомобільних доріг в обхід крупних населених пунктів є тим кроком, який дозволить як зняти існуючі труднощі так і попередити можливі в майбутньому проблеми.

Перенесення частини транспортних потоків за межі міської території рівнозначне і перенесенню супроводжуючих їх забруднюючих речовин. Проте за межами міста за рахунок організації дорожнього руху з оптимальною швидкістю можливо значне зниження емісії шкідливих речовин транспортного потоку. Крім того, істотно нижча щільність населення, а наявний простір дозволяє в більшості випадків обійти дрібні населені пункти так, щоб вони не потрапляли в санітарно-захисну зону автомобільної дороги.

В практиці автодорожнього проектування прийнято розглядати декілька варіантів просторового розташування автомобільних доріг на місцевості. Визначення найбільш задовольняючого екологічним і економічним вимогам варіанту є складною задачею, оскільки кожний володіє набором і позитивних і негативних якостей.

Оптимальний варіант вибирається по сукупності технічних, економічних і екологічних характеристик.

Пряме зіставлення варіантів по довжині траси, площі і складу земель ще не дає достатніх підстав для еколого-економічного вибору, хоча і впливає на нього в істотній мірі. Для цього необхідно враховувати весь комплекс критеріїв.

Досить важко визначитися з вибором такого варіанту розташування траси, який задовольняє економічні і екологічні умови разом. Не можна сказати, що переважним варіантом буде той, який має якнайменшу протяжність, або перетинає якнайменшу кількість водотоків, оскільки при виборі варіанту автомобільної дороги, як і будь-якого іншого складного об'єкту, необхідно розглянути весь комплекс екологічних і економічних критеріїв.

Для того, щоб більш детально і докладно зважити множину чинників, існують різні методи експертного оцінювання. Метод аналізу ієрархій, запропонований американським математиком Т. Саати [1], є одним з найзручніших у використанні і пропонується для екологічного обґрунтування будівництва об'єктів населених пунктів.

Метод аналізу ієрархій є системною процедурою для ієрархічного представлення елементів, що визначають зміст проблеми. В основі методу лежать декомпозиція проблеми на більш прості складові частини і подальша обробка суджень на кожному ієрархічному рівні по парних порівняннях. В результаті може бути виражений відносний ступінь (інтенсивність) взаємодії елементів в даному ієрархічному рівні або "важливість" (перевага) одних елементів по відношенню до інших. Цим судженням надається чисельна оцінка.

При вимірюваннях різних не фізичних характеристик використовують бальні шкали, що представляють собою підмножини натуральних чисел. В методі аналізу ієрархій пропонується використовувати 9-ти бальну шкалу відносної важливості, що уявляє числову підмножину, в межах якої вибираються значення. При рівній важливості чинників інтенсивність відносної важливості (вага) дорівнює одиниці, якщо очевидність переваги одного чинника над іншим підтверджується найбільш сильно, вага дорівнює дев'яти, інші значення є проміжними.

Процес може бути проведений над послідовністю ієрархій в цьому випадку результати, отримані в одній з них, використовуються як вхідні дані при вивченні наступних.

#### Список літератури

1. Саати Т. Принятие решений – М. «Радио и связь», 1993. - 228 с.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО МОДЕЛЮВАННЯ  
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ  
ANALYSIS OF MODERN METHODS OF ATMOSPHERIC  
DISPERSION MODELING

*Бойко В. В., аспірант, Пляцук Л.Д., професор, СумДУ, Суми*  
*Boйко V.V., postgraduate student, Plyatsuk L.D. professor, SumSU, Sumy*

Зростаюче забруднення атмосферного повітря, як найважливішої компоненти місця існування людини, представляє загрозу не тільки здоров'ю людини, але і всьому навколишньому середовищу в цілому. Підвищена концентрація забруднюючих речовин спостерігається в атмосфері практично кожного промислового міста України, тому виникла гостра необхідність в удосконаленні екологічного моніторингу на всій території країни з метою запобігання або зменшення їх дії на екосистему.

У Сумській області станом на 01.10.2009 року кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення за даними Державного управління охорони навколишнього природного середовища становила 20,256 тис. т, що складало біля 1% обсягу викидів в атмосферне повітря в Україні [1]. Захворювання, пов'язані з погіршенням стану навколишнього середовища, складають 40-60% від загальної захворюваності населення.

Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в Сумській області мають підприємства переробної промисловості (хімічне виробництво та виробництво машин та устаткування), теплоенергетичні підприємства, а також викиди від автотранспорту[1].

Для аналізу і точного розрахунку рівня забруднення атмосфери необхідне залучення математичного апарату.

Добре відомо два підходи в математичному моделюванні процесу розповсюдження забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери. Один з них заснований на вирішенні рівняння турбулентної дифузії і отримав поширення в основному в країнах СНД. Цей підхід є більш універсальним, оскільки дозволяє досліджувати завдання з джерелами різного типу, різними граничними умовами і різними характеристиками середовища [2].

Чисельні розв'язання рівняння атмосферної дифузії з різними граничними умовами лягли в основу інженерної моделі, виконаної в ГГО ім. А.І. Воейкова і прийнятою як нормативний документ ОНД-86.

Другий підхід, що використовує емпірично-статистичний метод, в основному отримав розвиток за кордоном. Відповідні йому математичні моделі називаються гаусівськими, тому що описуються з точністю до постійного співмножника щільністю розподілу Гауса. Подібна методика рекомендована Агентством з довкілля охорони повітря (US EPA) для проведення розрахунків, що носять нормативний характер. Як приклади гаусівських моделей можна привести ряд моделей розрахунку розсіювання

забруднюючих речовин в атмосфері, поширених в Європі: UK-ADMS (Англія), ON M9440 (Австрія), OML (Данія), IDFM (Бельгія), STACKS (Голандія) та ін.

Обидві методи моделювання використовують початкові дані, такі як висота труби, інтенсивність викидів тощо. Проте, із-за відмінностей в способі розрахунку і в представленні розсіювання забруднень неможливо прямо зіставити результати ОНД-86 і результати, спрогнозовані, наприклад, за допомогою британської моделі ADMS.

Дані моделі розрізняються по ряду параметрів, включаючи спосіб розрахунку шкідливих викидів в шлейфі забруднення, а також те, наскільки вірно кожна модель відображає розсіювання забруднюючих речовин в межах прикордонного шару.

Методологія ОНД-86 дозволяє розрахувати максимальні значення очікуваної концентрації в середньому для 20-хвилинного і 24-годинного періодів. Річні рози вітрів, що враховують періодичність вітру і розподіл його напрямку в перебігу року, використовуються для визначення СЗЗ. Відповідно до російських правил в моделі використовують різні значення швидкості вітру (тобто 1,9 м, 3 м); це передбачено методологією і не пов'язано з даними спостережень місця розташування підприємства. Перевагами методики ОНД-86 є простота застосування (не потрібна вхідна метеоінформація), простота узагальнення (заснована на фізичному механізмі, а не формулі), результати розрахунків можна безпосередньо зіставляти з ГДК. До недоліків методики можна віднести те, що для кожного періоду усереднювання необхідна розробка своєї моделі, ОНД-86 не є динамічною моделлю, тобто передбачає річну мажоранту, а не динаміку концентрацій в часі.

Європейські моделі розсіювання використовують цілий ряд параметрів метеорологічних даних, отриманих шляхом спостережень і включають напрям вітру, швидкість вітру, температуру зовнішнього середовища і зазвичай включають дані почасових вимірів для повного річного (12 місяців) періоду. Перевагою гаусівської методики є її порівняно висока точність при достатньо простій параметризації чинників, що впливають на розсіяння домішок.

#### Список литературы

1. Дані про стан навколишнього природного середовища у Сумській області. Стан атмосферного повітря в Сумській області у 2009 році.
2. Ким Ж. В., Мироненко В. Ф., Михайлов А. В. Моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в атмосфере промышленного центра// Ползуновский вестник. – 2007. - № 3. – с. 24-29.



АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ  
АТМОСФЕРЫ В ГОРОДЕ  
ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE ATMOSPHERIC  
POLLUTION IN THE CITY

*Нитка Р.В., аспирант, Пляцук Л.Д., профессор, СумГУ, Сумы  
Nitka R.V., postgraduate student, Plyatsuk L.D., professor, SumSU, Sumy*

Наиболее неблагоприятное воздействие на природную среду оказывает хозяйственная деятельность человека, связанная с непосредственным загрязнением атмосферы почвы и водных ресурсов. Значительное влияние на организм человека оказывает загрязнение атмосферы.

К основным факторам, влияющим на экологическое состояние атмосферы города можно отнести следующие:

- интенсивность и объем выбросов загрязняющих веществ;
- размер территории, на которой производятся выбросы;
- уровень техногенного освоения территории;
- климатические факторы (ветровой режим, температурный и др.).

Ограничиваться только этими факторами можно на открытой местности. В городских условиях на рассеивание выбросов влияют следующие показатели: планировка улиц, их ширина, направление, высота зданий, плотность застройки, зеленые насаждения и водные объекты.

Основными источниками загрязнения воздуха жилых территорий являются промышленные предприятия, отопительные котельные и автомобильный транспорт. Среди них наиболее значительную долю загрязнения атмосферного воздуха в пределах жилых территорий вносит автотранспорт. Специфика автотранспорта, как подвижного источника загрязнения, проявляется в низком его расположении и непосредственной близости, к зонам жилой застройки. Все это приводит к, тому, что автотранспорт создает в городах обширные и устойчивые зоны, в пределах которых предельно-допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе превышена в несколько раз. С каждым годом площадь застройки городов увеличивается за счет расширения площади города или путем застройки свободного внутригородского пространства. При этом составные элементы городских общественных пространств рассматриваются как отдельно взятые градостроительные объекты (общественные центры, городские улицы и площади, озеленение), оторванные от ландшафтной подосновы и общей экологической ситуации, что в свою очередь влечет за собой ухудшение аэрации центральных районов. Как результат образуются застойные области с высокими концентрациями загрязняющих веществ.

Зеленые насаждения в целом оказывают положительное воздействие на микроклимат городов: они вырабатывают кислород, но аккумулируя загрязняющие вещества, при наличии ветра могут быть источником вторичного загрязнения.

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ПЕРЕРОБКИ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД В  
ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦІЛЯХ  
PROSPECTS ANALYSIS OF PROCESSING OF FALLOUTS OF  
SEWAGE SLUDGE IN POWER AIMS

*Пляцук Л. Д., професор, Черниш Е. Ю., студент, СумДУ, Суми*  
*Platsuk L., professor, Chernish E., student, SumSU, Sumy*

В Україні для зневоднювання осадів стічних вод (ОСВ) використовуються переважно мулові майданчики, розташовані на околицях міст. У результаті відсутності подальшої обробки з року в рік спостерігається зростання обсягів осадів і мулу (для України щорічно близько 40 млн. т), що становить реальну загрозу вторинного забруднення довкілля. При відсутності механічного зневоднення осаду щорічна потреба в мулових майданчиках тільки для розміщення утвореного в м. Києві складає 14га, а для всієї України - 120 га/рік. Мулові майданчики є екологічною проблемою, як сьогодні, так і в майбутньому. У силу того, що більшість з них заповнено, вода і осад з них або переливаються через край і забруднюють навколишнє середовище, або ж їх надлишок повертається на очисні станції, таким чином, збільшується навантаження на очисні споруди. У довгостроковій перспективі просочування забрудненої води в ґрунт може призвести до забруднення підземних вод і водотоків [1].

Багаторічні спроби вирішити проблему утилізації осадів (сушіння, використання при виробництві цементу або як біодобавок, добрив тощо) не дали позитивних результатів. А найбільш поширеним методом продовжує залишатися депонування осадів.[2] Обсяг накопичених ОСВ можна скорочувати за рахунок підвищення їх вологовіддача і внаслідок деградації органічних компонентів. З такою метою можна використовувати теплову обробку ОСВ. Теплову обробку за кордоном часто застосовують разом із процесом збродження опадів у мезофільних умовах. Збраження сприяє процесу теплової обробки дозволяє розкласти органічні, головним чином жирові, речовини осадів і скорочувати енергетичні витрати шляхом використання для нагрівання надлишкову теплоту, отриману від спалювання газів бродіння [3].

Для термічної обробки осадів можна застосовувати [2] площі споруд, які використовуються на сьогодні для накопичення відходів водоочищення. Наприклад, герметизовані сховища-реактори [4]. Для підвищення їхньої ефективності як перспективного джерела енергії може використовуватися сонячне випромінювання, що проходить через прозоре покриття і шар відстояної води та поглинається у верхньому шарі осаду.

Можливе використання мулових карт як установок з переробки накопичених осадів, тобто на окремих ділянках карт налагодити термічну обробку даних відходів. Для цього необхідно ізолювати їх від зовнішнього середовища шляхом влаштування над картами герметичної оболонки-покриття з полімерного матеріалу з відкачуванням з-під нього випарів і газів,

що утворюються. Таким чином, створюється замкнутий технологічний простір, в якому відходи можна піддати обробці без контакту з навколишнім середовищем. Ці ж газу можна використовувати для розігріву осаду.

Для істотного скорочення обсягів осадів достатньо провети обробку їх при температурі 175 ... 200° С, не досягаючи температур газової фази, небезпечних для гермопокриття карти Зменшення маси ОСВ за рахунок видалення вологи складе близько 85%, а обсяг скоротиться в десятки разів[2].

У Європі набирає все більшу популярність технологія виробництва так званих біовугільних гранул, або АСВ пелет (від англ. Accelerated Carbonized Biomass). Сутність методу полягає в тому, що перед гранулюванням біомасу піддають випалу без доступу кисню при температурі 200-300 ° С. Для цього використовується так званий Торбед-реактор (Torbed Reactor) - міні-реактор, розроблений в Англії для хімічної індустрії. В результаті у біомасі, в тому числі органічних відходах, підвищуються теплота згорання, енергоємність і поліпшуються параметри горіння [5]. З цієї позиції є цікавим процес карбонізації ОСВ і в цьому аспекті їх термічна обробка на мулових майданчиках веде не тільки до зменшення обсягів накопичення, але й можливості подальшого використання ОСВ в якості альтернативного палива.

Інше рішення полягає у використанні ОСВ як добавка до пилевуглю на сучасних великих електростанціях. Водопаливні суспензії (ВПС) відносно новий вид енергетичного палива, що використовується за кордоном, але поки що не знайшов широкого застосування в нашій державі. Однією з переваг ВПС [6] є вибухо-та пожегобезпечність палива на всіх технологічних стадіях приготування і транспортування. Такі компоненти паливних композицій, як вода або інші полярні рідини, в зоні горіння у вигляді перегрітого пара сприяють більш тонкому розпорошенню вуглеводневої основи. Це призводить до практично повного (~ 99.7 %) її вигорання і, як наслідок, до зниження у відхідних газах сажі, бензапірен і вторинних вуглеводнів, відбувається інтенсифікація процесу горіння[6]. Взагалі колоїдні палива є екологічно чистими видами палив також і тому, що, окрім зменшення у відхідних газах перерахованих вище шкідливих речовин, при їх горінні також істотно знижується концентрація оксидів азоту і сірки. Це пов'язано з протіканням хімічних реакцій (термічної дисоціації води) в процесі горіння. В даному аспекті перспективним є можливість додавання сирого ОСВ (кавітаційні технології тощо).

#### Список літератури

1. <http://esco-ecosys.narod.ru/journal/journal34.htm>2. Бикбулатов И.Х., Шарико А.К. Термическая обработка осадков сточных вод в изолированных иловых картах.// Инженерная экология, № 1, 2001.- 16-20 с.
3. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. М. : стройиздат, 1982. – с. 85-864. И. Х., Соколов А. В., Шулаев Н.С.//
5. <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemprint/340>
6. Г.С. Ходаков. Водугольные суспензии в энергетике / Теплоэнергетика. 2007. - №1.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ ГИПСОВОГО ТЕСТА,  
ПРИГОТОВЛЕННОГО ИЗ ФОСФОГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО

ADDITIONS INFLUENCE ON THE TERMS OF INITIAL OF THE GIPSUMS  
PASTE OBTAINED FROM PHOSPHOGIPSUM

*Вакал С.В., директор, Карпович Э.А., начальник отдела,  
ГосНИИ «МИНДИП», Сумы;*

*Сидоренко Р.В., аспирант, Аблеев А.Г., студент, СумГУ, Сумы*

*Vakal S.V., headmaster, Karpovich E.A., department head,  
SSRIofMF&P, Sumy*

*Sidorenko R.V., postgraduate student, Ableyev A.G., student, SumSU, Sumy*

Переработка фосфогипса- многотоннажного отхода производства фосфорной кислоты на гипсовое вяжущее сохраняет свою актуальность. В настоящее время сделаны важные шаги по реализации промышленной технологии в опытно-промышленном цехе ООО «Укрросгипс», г. Сумы.

На основе отвалного фосфогипса наработаны первые сотни тонн вяжущего марки ГВФ-5. Однако при реализации полученного вяжущего в народном хозяйстве выяснилось, что при вовлечении фосфогипсового вяжущего в производство ряда строительных материалов необходимо корректировать сложившиеся технологий.

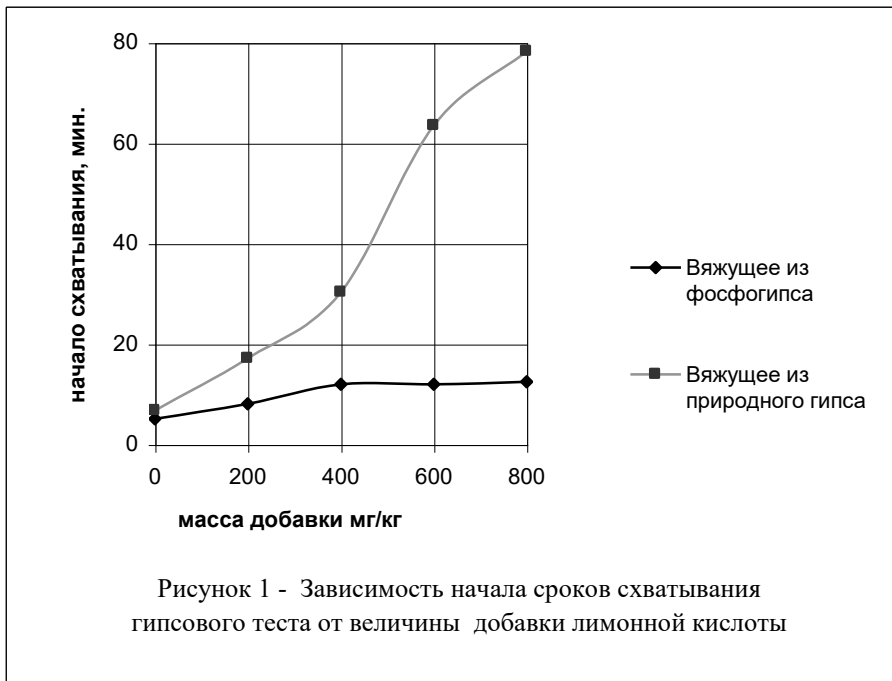
Так при применении вяжущего из фосфогипса в производстве гипсокартона установлено, что прочностные характеристики листа гипсокартона повышаются, однако в отдельных случаях ухудшается адгезия между бумагой и поверхностью гипсовой плиты.

В технологии получения гипсокартона для обеспечения хорошей адгезии регулируют сроки схватывания гипсового теста путем введения органических и неорганических добавок в воду, на которой затворяется вяжущее. Нами изучено влияние добавок КС1 и лимонной кислоты на сроки схватывания гипсового теста, которое готовили как из природного вяжущего, так и из фосфогипсового вяжущего.

Подтверждено, что увеличение добавки КС1 способствует ускорению начала схватывания гипсового теста, приготовленного из природного вяжущего. Время начала схватывания гипсового теста, приготовленного из фосфогипсового вяжущего, более сложно зависит от величины добавки КС1.

При малой величине добавки КС1 отмечено замедление начала схватывания гипсового теста, но при дальнейшем увеличении дозы добавки хлорид калия проявляет себя как ускоритель. При введении КС1 из расчета 0,6 г/кг вяжущего влияние добавки практически одинаково для обоих типов вяжущего.

По иному проявляет себя добавка лимонной кислоты, что наглядно видно из приведенного ниже рисунка 1.



Увеличение величины добавки лимонной кислоты замедляет начало схватывания гипсового теста, приготовленного из вяжущего на основе природного сырья. В то же время эта добавка не проявляет своих свойств при использовании вяжущего, полученного из фосфогипса.

Таким образом, при производстве гипсокартона из фосфогипсового вяжущего следует проверить целесообразность отказа от введения добавки лимонной кислоты.

Изучено было также влияние на условия адгезии бумаги к слою гипса порядка приготовления крахмального раствора, который вводится в воду, на которой затворяется гипсовое тесто. Выявлено, что при использовании вяжущего приготовленного из фосфогипса требуется более четкое выполнение условий варки крахмального раствора.

На основании выполненных исследований подготовлены рекомендации по апробации в III квартале 2010 года технологии получения гипсокартона без введения лимонной кислоты в качестве регулятора сроков схватывания фосфогипсового вяжущего.

# СУЧАСНИЙ РАДІАЦІЙНИЙ СТАН СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

## MODERN RADIATION SITUATION IN SUMY REGION

*Васькін Р.А., доцент, Васькіна І.В., асистент,  
Будко Ю.М., студент СумДУ, Суми*

*Vaskin R.A., associate professor, Vaskina I.V., assistant,  
Budko J.M., student, SumSU, Sumy*

Проблема радіаційного забруднення є однією з найбільш актуальних для нашої країни і Сумської області зокрема. Відповідно до діючого законодавства України контролюючі функції в галузі радіаційного захисту населення покладені на Державне управління екології та природних ресурсів в Сумській області та обласну санепідемстанцію (облСЕС). Вирішенням завдань радіаційної безпеки на території області займається 2 спеціалізованих радіологічних підрозділи облСЕС та Шосткинської міськСЕС та інші районні санепідстанції.

Згідно з програмою Міністерства з питань надзвичайних ситуацій України ведеться погірна робота по уточненню радіаційного стану на радіоактивно забруднених територіях Сумської області. Радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи зазнали переважно північні райони на кордоні з Брянською та Чернігівською областями. В першу чергу це стосується окремих населених пунктів Шосткинського і Ямпільського районів (11 населених пунктів), окремі плями з підвищеним вмістом радіонуклідів в ґрунті ( $>1$  Кі/км<sup>2</sup>) спостерігались на території Середино-Будського і Глухівського районів.

В перелік населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення, на поточний момент входять:

- села Пирогівка і Богданівка Шосткинського району – зона гарантованого добровільного відселення;
- села Вовна, Дібровка, Ковтуново, Богданка, Чорні Лози Шосткинського району та села Степне, Майське, Базлівщина і Феofilівка Ямпільського району.

Крім вищеназваних населених пунктів до забруднених територій віднесено 11,8 тис. га сільгоспугідь та 13,4 тис. га лісових масивів.

Радіоекологічний моніторинг також проводиться на територіях нафтогазових родовищ у Охтирському, Роменському, Липово-Долинському районах Сумської області.

Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання на території обстежених родовищ коливається від 8 до 17 мкР/год, що не перевищує рівень природного радіаційного фону, характерного для Сумської області (10 – 20 мкР/год).

Поверхнева забрудненість бета-випромінюючими радіонуклідами реєструється на рівні 1 – 12 частинок на см<sup>2</sup> у хвилину, що також не

перевищує фонові показники. Забрудненість альфа-випромінюючими радіонуклідами території дозиметричним методом не реєструється. Щільність забруднення територій родовищ штучним радіонуклідом  $^{137}\text{Cs}$  відповідно до Закону України “Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи”, також не перевищує нормативу - 1 Кі/км<sup>2</sup>.

В цілому радіаційна обстановка на територіях, де ведеться буріння свердловин, задовільна і не становить небезпеки для працюючого контингенту та населення.

На території області проводиться робота по вилученню з підприємств області і захороненню непрацюючих радіоізотопних приладів з джерелами іонізуючого випромінювання та радіоактивних речовин, а також з закінченим терміном експлуатації.

У 2009 році утилізовано 5510 джерел іонізуючого випромінювання, а саме: з підприємства НГВУ „Охтирканафтогаз” - 18, з ВАТ НДІМНІ м. Шостка – 16, з ВАТ АК «Свема» - 5474, та по одному - з ДНДІ «МІНДІП» м. Суми та ВАТ СНВО ім. М.В.Фрунзе м. Суми.

Аварій, пов’язаних з порушенням вимог радіаційної безпеки згідно НРБУ-97 та ОСПУ, фактів викрадення джерел іонізуючого випромінювання на території області в минулому році не зафіксовано.

Протягом 2009 року санепідслужбою досліджено на вміст радіонуклідів 3547 проб харчових продуктів. Перевищення допустимих рівнів вмісту штучного радіонукліду цезію-137 знайдено у 7 пробах харчових продуктів, що становить 0,2%.

Продовжується робота по забезпеченню контролю за перевезенням радіоактивних речовин і ядерних матеріалів в пунктах пропуску через державний кордон. Радіаційний контроль вантажів та транспортних засобів в пунктах пропуску проводиться в основному переносними приладами дозиметричного контролю. На пункті пропуску “Бачівськ” функціонує стаціонарне радіометричне обладнання типу “Лудлум”, радіометричний контроль транспортних засобів та вантажів здійснюється в автоматичному режимі.

Загальний радіаційний стан на території області можна оцінити як задовільний, бо перевищення фонових показників не спостерігається.

#### Список літератури

- 1.Іванов Є.А. Радіоекологічні посібники: Навч.посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – 149 с.
- 2.Довкілля Сумщини у 2008 році. Комплексна економічна доповідь. Офіційне видання. Головне управління статистики у Сумській області. – Суми, 2009. – 42 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ  
ВОД ВІД МЕХАНІЧНИХ ДОМІШОК ЗА ДОПОМОГОЮ  
САМООЧИЩУВАНИХ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ФІЛЬТРІВ

AN INCREASE OF EFFICIENCY OF FLOW WATER CLEANING  
SYSTEM'S FROM MECHANICAL ADMIXTURES BY CLEARED  
HYDRODYNAMIC FILTERS

*Соляник В.О., доцент, Васькін Р.А., доцент, Гапич К.С., студент,  
СумДУ, Суми*  
*Solyanik V.O, associate professor, Vaskin R.A., associate professor,  
Gapych K.S., student, SumSU, Sumy*

Відомо, що попереднім етапом очищення виробничих стічних вод є механічне очищення, яке застосовується для видалення нерозчинних мінеральних та органічних домішок. У методах механічного очищення особливе місце займають різного роду фільтри з пористими або сітчастими перетинками, які затримують тверду фазу і пропускають рідку фазу.

Проблема забезпечення безперервної роботи фільтрів є досить важливою для деяких виробництв. найбільш розповсюджених захід – дублювання фільтрів. По мірі заповнення одного з фільтрів він відключається і фільтроелемент або замінюється, або промивається зворотнім потоком рідини. в обох випадках є недоцільні зайві економічні витрати та витрати часу.

Запобігти заповненню фільтроелементу, тобто забезпечити його саморегенерацію, можливо якщо створити умови за яких крізь чарунку поверхневого фільтроелементу будуть проходити частинки, розмір яких суттєво менший ніж розміри чарунки «у світу». Такі умови створюються у гідродинамічних фільтрах за рахунок відповідного вибіру швидкості руху рідини (часток) вздовж поверхні фільтроелементу і паралельно вісі чарунки. Розподіл часток можна здійснювати або за рахунок руху суміші або самого фільтроелементу. За рахунок гідродинамічного ефекту утворюються два потоки: очищений від механічних домішок до гранулометричного розміру, який вимагається і збагачений крупними частками.

Якщо гідродинамічні фільтри використовуються в системах очищення стічних вод підприємств, то перший (очищений) потік можна відразу повертати в систему зворотного водопостачання. Другий потік суттєва полегшує процеси подальшого згущення, утворення осаду і видалення шламу.

Вказана система очищення рідин із застосуванням гідродинамічних фільтрів, що самоочищуються, запропонована для очищення стічних вод на ВАТ «Сумхімпром». Вона дозволяє виключити операції по регенерації фільтрів, полегшити роботу очисних споруд і вдосконалити систему зворотного водопостачання.



МАГНІТНА ОЧИСТКА В СИСТЕМІ ОБОРОТНОГО  
ВОДОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ  
MAGNETIC CLEANING IN THE CIRCULATING WATER SYSTEM  
OF HEAT-ENERGY COMPLEX

*Пляцук Л.Д., професор, Рой І.О., студент, СумДУ, Суми*  
*Plyatsuk L.D., professor, Roy I.O., student, SumSU, Sumy*

Водні системи відіграють важливу роль в житті людства і формуванні нашої планети. Останніми роками все частіше відзначаються нові незвичайні зміни властивостей води після впливу різних зовнішніх чинників.

Енергетичні підприємства є одними з найбільш небезпечних антропогенних забруднювачів навколишнього природного середовища, в тому числі і водного. Вплив енергетики на водне середовище узагальнено зводиться до водоспоживання і водокористування, яке обумовлює зміну водного балансу і якості води.

Впровадження систем оборотного водопостачання дозволяє різко знизити кількість скинутих стічних вод і зменшити потребу у свіжій воді, що дає великий економічний і екологічний ефект. Оборотні системи широко використовуються в системах водяного охолодження на підприємствах теплоенергетичного комплексу.

З оборотними системами зазвичай пов'язані три проблеми: корозія, відкладення і накипоутворення та забруднення оборотної води продуктами корозії і солями.

В енергетиці технологічні рідини забруднені домішками, серед яких практично завжди присутні частинки заліза і його з'єднань, часто - як домінуюча фракція. При цьому постійними і досить активними «джерелами» надходження таких домішок являються стан обладнання і його корозія. Знижуючи якість технологічних рідин, ці домішки до того ж є серйозним дестабілізуючим фактором виробництва, тому що зменшують надійність та довговічність роботи енергетичного устаткування. Таким чином, підготовка води для систем охолодження та оборотного водопостачання полягає у видаленні з оборотної води подібного виду домішок.

Одним з перспективних методів для видалення подібного роду домішок, що мають здатність до магнітного осадження (захоплення), являється магнітна очистка з використанням магнітних апаратів, потреба в яких для оснащення і переоснащення виробництв неухильно зростає.

В енергетиці магнітну очистку водних розчинів застосовують в основному для запобігання накипоутворення, зменшення корозійної активності води та інтенсифікації процесів очистки природних і стічних вод. Очистка здійснюється в спеціальних апаратах, в яких на рухомий потік рідини накладається магнітне поле, вектор магнітної індукції якого перпендикулярний вектору швидкості потоку.

До основних переваг даного методу відносяться дешевизна і простота здійснення очистки. Застосовуючи магнітну очистку, можна досягти значного підвищення ефективності різних виробництв, поліпшити якість продукції і зменшити забруднення навколишнього середовища.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА СПОЖИВАННЯ  
ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ  
ANALYSIS OF PRODUCTION AND CONSUMPTION  
GENETIC MODIFIED PRODUCTS IN UKRAINE

*Білопільська О.О., студентка, Денисенко А.Ф., доцент, СумДУ, Суми  
Bilopil'ska O, student, Denysenko A., associate professor, SumSU, Sumy*

Остання чверть двадцятого століття ознаменувалась переходом до нового постіндустріального етапу науково-технічного прогресу. Даному періоду притаманні швидкі темпи розвитку новітніх технологій, до яких безумовно відноситься й *генна інженерія*.

Досягнення генної інженерії, з одного боку, несуть людству порятунок від небезпечних хвороб, загрози голоду та хронічного недоїдання, бо дають змогу швидко й у величезних обсягах отримати антивірусні препарати, вакцини, а також оптимізувати й інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво.

З другого боку, впровадження згаданих методів створює реальну загрозу знищення екосистем, руйнування людського генофонду планети, появи нової небезпечної бактеріологічної зброї.

**Відсутність інформації** – це перша проблема українського споживача. Будь-який продукт, що містить більше 0,9% ГМО має в обов'язковому порядку бути відповідно промаркованим. 1.08.2007 року КМУ прийняв постанову про обов'язкове маркування продукції, що містить ГМО. Передбачалося, що на продуктах харчування, що містять трансгени в кількості більше 0,9%, повинні бути відповідні позначки. Ввезення, реалізація або виробництво дитячого харчування з ГМО заборонилися. 22.11.2007 року уряд відмінив дане рішення. Отже, в Україні маркування ГМ-продуктів не відбувається. Покупцеві не надається гарантована можливість свідомого вибору товару, який містить або не містить генетично модифікованих компонентів.

Звідси друга проблема – загроза здоров'ю людей, які вживають продукти з ГМО. Хоча на сьогодні явна шкода від них не доведена, немає жодних доказів протилежного. Проблеми можуть виникнути у наступних поколіннях. Запобігання шкоді народному здоров'ю – це вже обов'язок держави. І тут третя проблема: відсутність чіткої, надійної і сучасної законодавчої бази, яка б регулювала український сегмент ГМ-ринку.

Слід на експертному рівні визначити чи потрібно взагалі в Україні вирощувати трансгенні сорти рослин. Адже вирощуючи їх ми можемо потрапити в залежність від світових виробників насіння і сплачувати роялті закордонним власникам прав на сорти рослин, замість того щоб підтримувати власну селекційну науку. До того ж стати сировинним придатком для розвинених країн не є для України національним інтересом.

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

### ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF SOLID WASTE IN UKRAINE

*Боронос Д.В., студент, Денисенко А.Ф., доцент, СумДУ, Суми*

*Boronos D., student, Denysenko A., associate professor, SumSU, Sumy*

Виробнича та побутова діяльність людини неминуче пов'язана з утворенням твердих відходів. Якщо газоподібні та рідкі відходи порівняно швидко поглинаються природним середовищем, то асиміляція твердих відходів триває десятки і сотні років. Місця складування відходів займають величезні території. Щорічно в Україні складається до 1,5 млрд т твердих відходів. Всього в країні їх накопичилося до 30 млрд т. Звалища відходів займають більше 150 тис. га.

Тверді побутові відходи (ТПВ) та сміття, що повсякденно накопичуються в кожному населеному пункті, породжують величезні екологічні та економічні проблеми щодо їх утилізації.

На сьогодні ситуація з відходами – критична. Причин, що призвели до неї багато: слабкість природоохоронного законодавства, незацікавленість інвесторів вкладати кошти у переробку відходів, недостатнє екологічне виховання в нашому суспільстві.

Є декілька способів поводження з відходами: захоронення, спалювання та переробка.

Захоронення відходів найрозповсюджений спосіб. Приблизно 90% відходів в США до цього часу закопуються. Але навіть просте захоронення відходів вимагає великих площ земель і сприяє забрудненню підземних вод та верхніх шарів ґрунту сполуками важких металів, що небезпечно для здоров'я людей і становить загрозу для довкілля (оскільки для відновлення шару ґрунту товщиною 15 см без втручання людини необхідно приблизно 3000 років).

Саме тому в Західній та Центральній Європі спосіб захоронення відходів був замінений на спалювання. Спалювання скоротило об'єм сміття на 70-90%. Тепло при спалюванні сміття використовували для одержання електроенергії. Проте у містах які використовували ці сміттєспалювальні печі швидко погіршувався склад повітря. При спалюванні твердих побутових відходів йде інтенсивне виділення діоксинів – найбільш токсичних із всіх відомих хімічних сполук. В організмі людини ця речовина накопичується в кісному мозку, печінці, нирках та легенях. Дослідження, проведені в різних країнах, показали погіршення здоров'я людей, які живуть в зонах навколо мусороспалювальних заводів. Екологи наголошують про необхідність закрити ці заводи.

Все це змушує власників та управлінців підприємств витратити мільйони доларів на переоснащення системи очистки газів. Оснащення заводу такими системами коштує понад 600 млн. грн.

Найбільш перспективним способом вирішення проблеми є переробка відходів. Основою переробки є сортування сміття та розробка технологічних процесів переробки.

Що стосується України, то майже 100% сміття закопується. До часу не впорядковані тарифи на розміщення відходів.

Україна має взяти на озброєння європейське гасло : “З відходів – доходи”. В його реалізації головне не підняти тарифів, а створення цілісного виробничого ланцюжка: збирання, сортування, утилізація, переробка. Сучасні технології дають змогу підняти ступінь переробки до 30 %. З відходів можна одержати дешеві нафтопродукти, синтетичні тканини, товари повсякденного попиту. Те, що не підлягає переробці повинно спалюватися. На заводах необхідно встановлювати системи хімічної очистки димових газів.

Спорудження нових полігонів повинно проводитися за всіма санітарними та екологічними нормами. Спочатку вибирається територія за межами населеного пункту, яка повинна відповідати наступним показникам: щоб з неї нічого не стікало у водойми, щоб не забруднювалися підземні водні горизонти і сміття не розліталось навкруги. Вкопується котлован, спочатку закладається глиняний пласт, його називають глиняний «замок», на нього накладають спеціальне тверде пластикове покриття , котре гарантує, що нічого в ґрунт не потрапить. Для відводу вод, які виникають в результаті дощів і снігу створюється дренажна система. Встановлюється система збору газів – метану та сірководня. Ці гази можуть використовуватися як паливо. До того ж кожні півтора метра сміття необхідно засипати півметровим шаром ґрунту – це також захищає навколишнє середовище від забруднення. Жодне із діючих сміттєзвалищ в Україні не відповідає вказаним нормам.

В перспективі на майбутнє Україна повинна поставити на меті такі завдання:

1. Селекція сміття, що стане важливим кроком для запровадження в Україні не захоронення, а переробки відходів. Оскільки тільки тоді інвестиції на будівництво сміттєпереробних заводів будуть йти до нашої країни.

2. Заборонити ввезення відходів із-за кордону.

3. Зменшувати масу відходів за рахунок підвищення культури виробництва.

4. Надати кредитні та податкові пільги підприємствам, котрі займаються переробкою відходів.

5. Посилити екологічне виховання населення.

Всі ці заходи дозволять ефективно вирішувати проблему утилізації відходів та покращити стан навколишнього середовища в Україні.

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ОТХОДОВ  
БУРЕНИЯ И НЕФТЕДОБЫЧИ  
POSSIBLE WAYS MANAGEMENT AND DISPOSITION OF DRILLING  
WASTE AND OIL

*Дроздова О.С., зав. лабораторией, СумГУ, Сумы*  
*Drozdova O.S., head laboratory, SumSU, Sumy*

На современном этапе развития технологи нефтедобычи при эксплуатации нефтяных месторождений образуются большие объемы отходов, преимущественное количество которых накапливается в шламовых амбарах. В процессе эксплуатации амбары заполняются буровыми и тампонажными растворами, буровыми сточными водами и шламом, пластовыми водами, продуктами испытания скважин, материалами для приготовления и химической обработки буровых и тампонажных растворов, ГСМ, хозяйственно-бытовыми сточными водами и твердыми бытовыми отходами, ливневыми сточными водами. Процентное соотношение между этими компонентами может быть самое разнообразное в зависимости от геологических условий, технического состояния оборудования, культуры производства и т.д.

Нефтяная часть шлама представлена, в основном, парафино-нафтеновыми углеводородами – 41,8%, из них 20% - твердые парафины, асфальтенами – 5,6%, смолами– 19,2%, полициклическими ароматическими углеводородами – 20,1%.

Неорганическую часть составляют, в основном, окислы кремния и железа (песок, продукты коррозии), небольшие количества (менее 1%) соединений алюминия, натрия, цинка и других металлов.

Строительство амбаров практически заключается в выемке определенного объема гранта и обвалования полученного котлована. Гидроизоляция дна и стенок амбара часто не производится. При такой конструкции избежать фильтрации жидкой фазы и попадания ее на окружающий ландшафт практически невозможно.

Наиболее распространенный способ ликвидации шламовых амбаров осуществляется следующим образом. Амбары освобождают от жидкой фазы, которую направляют в систему сбора и подготовки нефти с последующим использованием ее в системе поддержания пластового давления. Оставшийся шлам засыпают минеральным грунтом. Данный способ ликвидации шламовых амбаров имеет ряд серьезных недостатков, одним из которых является содержание в буровом шламе достаточно высоких концентраций нефтеуглеводородов, тяжелых металлов в подвижной форме, СПАВов и других токсичных веществ. Потому необходимость ликвидации шламовых амбаров с последующим обезвреживанием и утилизацией бурового шлама актуальна.

В последние годы нефтедобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов бурения. Однако, унифицированного способа переработки нефтешламов с целью обезвреживания и утилизации не существует.

Все известные технологии переработки нефтешламов по методам переработки можно разделить на следующие группы:

- термические – сжигание в открытых амбрах, печах различных типов, получение битуминозных остатков;

- физические – захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением;

- химические – экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением неорганических (цемент, жидкое стекло, глина) и органических (эпоксидные и полистирольные смолы, полиуретаны и др..) добавок;

- физико-химические – применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании;

- биологические – микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение.

Существующие методы разделения нефтешламов с целью утилизации – это центрифугирование, экстракция, гравитационного уплотнения, вакуумфильтрация, фильтрпрессование, замораживание и др. Наиболее перспективным из них является центрифугирование с использованием флокулянтов. Центрифугированием можно достичь эффекта извлечения нефтепродуктов на 85%, механических примесей – на 95%. При реагентной обработке нефтешламов изменяются их свойства: повышается водоотдача, облегчается выделение нефтепродуктов.

Можно перечислить наиболее прогрессивные технологии ликвидации шламовых амбаров и утилизации буровых шламов. В США разработана мобильная система обработки и очистки гряземасло-нефтяных отходов, которая смонтирована на базе автомобильной платформы и способна разделять нефтешламы на различные фазы – нефть, вода, твердые вещества.

В Германии предложена технология разделения нефтешламов на фазы с последующим сжиганием шлама.

В России применяется технология, которая заключается в растворении, нагреве с обработкой химическими реагентами и отделении отстоя воды и механических примесей.

Внедрение мероприятий по переработке отходов нефтедобычи направлено, в первую очередь, на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Однако, важен и экономический эффект для предприятия: уменьшение платы за размещение отходов, получение прибыли от реализации продуктов утилизации.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ Р. ПСЕЛ В ПРЕДЕЛАХ Г.СУМЫ – ЗАИЛИВАНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ

### MODERN PROBLEMS OF RIVER PSEL IN SCOPES SUMY CITY – SITING-UP AND CONTAMINATION

*Тюленева В.А., доцент, Коновалова Н.А., студент, СумГУ, Сумы*

*Tuleneva V.A., associate professor, Konovalova N.A., student, SumSU, Sumy*

Одним из главных водных объектов г.Сумы является р. Псел, которая протекает через центральные районы города и принимает на себя антропогенный удар всевозможных загрязнений. Этот отрезок реки и является объектом нашего исследования. Следует заметить, что исследуемый участок р.Псел расположен в пределах подпора воды в вершине руслового водохранилища, образованного плотиной нижележащей Низовской ГЭС.

Нами были исследованы уклоны русла и скорости воды реки от с.Хотени до с.Красное, в результате, можно сказать, что выше распространения подпора Низовской ГЭС (район Барановки и выше), где уклоны и скорости реки заметно увеличены, в настоящее время преобладает глубинная эрозия. На участке от железнодорожного моста уклоны дна русла резко уменьшаются (тут играют роль и природные причины), а учитывая постоянный подпор воды от Низовской ГЭС, удерживаемый на отметке 123,1м±0,2 м, и вообще нивелируются. Скорость течения воды в межень практически незаметна (менее 0,05 м/с). В результате в русле происходит отложение наносов, причем на участке за железнодорожным мостом выпадают частицы  $\geq 1$  мм в диаметре, а по мере уменьшения скорости – более мелкие.

На протяжении последних 30 лет высокие паводки на р.Псел практически не наблюдались, т.е. русло не промывалось. в связи с чем оно активно заиливается. несмотря на то, что до 1991 года на р.Псел проводились значительные по объему дноуглубительные работы (вынуто более 6 млн. м<sup>3</sup>), на рассматриваемом участке уже сегодня имеется 5 перекатов с глубинами 1,0-2,0 м. Между перекатами расположены плесы, которые являются еще следствием отбора песка в период активного намыва современных улиц Заливной и Прокофьева, но тем не менее, сегодня они заполняются тонкодисперсными осадками, что способствует дальнейшему заиливанию реки.

Не менее серьезный вклад в заиливание и загрязнение реки на современном этапе времени вносит ливневая канализация.

Объем грязной вод, сброшенных через ливневую канализацию в городе зависит от объема выпавших осадков. Так, за 2009 год он составил 9,1 млн. м<sup>3</sup>. Вместе с этим, непосредственно водами осадков, которые не попадают в ливневую канализацию, сносится с территории города

значительное количество пыли, нефтепродуктов, органических соединений и других специфических веществ прямо в реку и ее притоки.

По данным, проведенных в 2009 году, исследований установлено, что с 1 га городской территории поверхностным стоком в реку попадает: взвешенных частиц 2000-3000 кг, фосфора общего – до 1,5 кг, минеральных веществ – до 600 кг в год. Наши данные подтверждаются и данными других исследователей [1, 2].

Представляют интерес и данные о количестве растворенного кислорода в воде. Его величины даже летом значительно меньше в воде в районе Харьковского моста, чем в районе Барановки, особенно после ливневых дождей.

Все вышеизложенное говорит о том, что р.Псел требует незамедлительно вмешательства для своей защиты и нормального функционирования.

#### Список литературы

1. Стан навколишнього природного середовища в Сумській області в 2004 р. – Суми, «Джерело», 2005.
2. Касьяненко Г.Я. Моніторинг якості поверхневих вод басейну р. Псел. – Суми, СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2008.



Наукове видання

# **Сучасні технології в промисловому виробництві**

Матеріали  
Всеукраїнської міжвузівської  
науково-технічної конференції  
(Суми, 19 – 23 квітня 2010 року)

## **ЧАСТИНА III**

Відповідальний за випуск В.Г. Євтухов  
Комп'ютерне верстання В.Г. Євтухова

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60x84 1/16. Ум. друк.арк. 10,70. Обл.-вид.арк. 14,15. Тираж 80 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач

Сумський державний університет,

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.