

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

VI Всеукраїнської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 16–19 квітня 2019 р.)



Суми
Сумський державний університет
2019

УДК 001.891(063)
С91

Редакційна колегія:

відповідальний редактор – канд. техн. наук, доцент О. Г. Гусак;
заступник відповідального редактора – канд. техн. наук,
доцент І. В. Павленко.

Члени редакційної колегії:

д-р техн. наук, професор В. А. Марцинковський; д-р техн. наук,
професор В. І. Склабінський; д-р техн. наук, професор
В. О. Залога; д-р техн. наук, професор Л. Д. Пляцук; д-р техн.
наук, професор К. О. Дядюра; канд. техн. наук, професор
І. О. Ковальов; канд. техн. наук, професор І. Б. Карінцев; канд.
техн. наук, доцент Загорулько А. В.; канд. техн. наук, доцент
Є. М. Савченко канд. техн. наук, доцент С. М. Ванєєв;
канд. техн. наук, доцент С. Б. Большаніна.

Технічні секретарі:

канд. техн. наук, асистент Х. В. Берладір; пров. інж. О. Ю. Чех.

Сучасні технології у промисловому виробництві :
С91 матеріали та програма VI Всеукраїнської науково-технічної
конференції (м. Суми, 16–19 квітня 2019 р.) / редкол.:
О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний
університет, 2019. – 357 с.

УДК 001.891(063)

До матеріалів конференції увійшли тези доповідей, в
яких наведені результати наукових досліджень студентів,
аспірантів та молодих вчених закладів вищої освіти України і
країн Європейського Союзу. Збірник буде корисним науковцям,
викладачам, аспірантам і студентам, а також інженерам усіх
галузей виробництва.

© Сумський державний університет, 2019

Шановні пані та панове!

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету запрошує Вас взяти участь у роботі VI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві (СТПВ-2019)».

Конференція відбудеться 16–19 квітня 2019 р.
Час і місце роботи секцій зазначені у програмі.

Секції конференції:

1. Технології машинобудування.
2. Обробка матеріалів у машинобудуванні.
3. Стандартизація та управління якістю у промисловому виробництві.
4. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство.
5. Опір матеріалів і машинознавство.
6. Динаміка і міцність, комп'ютерна механіка.
7. Екологія і охорона навколишнього середовища.
8. Хімічна технологія та інженерія.
9. Хімічні науки.
10. Гідравлічні машини і гідропневмоагрегати.
11. Енергозбереження енергоємних виробництв (прикладна гідроаеромеханіка).
12. Енергетичне машинобудування.
13. Енергозбереження енергоємних виробництв (технічна теплофізика).

Адреса Сумського державного університету:
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна.

Телефон для довідок: +38 (0542) 33-10-24 – деканат факультету технічних систем та енергоефективних технологій.

Відкриття конференції

16 квітня 2019 р.

Початок о 9⁰⁰, ауд. ЛА-213.

Програма і завдання конференції. Розповсюдження по секціях програми та тез доповідей.

Голова оргкомітету – проректор з наукової роботи Сумського державного університету, д-р фіз.-мат. наук, професор А. М. Черноус.

СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ»

Голова – зав. каф. ТМВІ, д-р техн. наук, професор В. О. Залого.

Секретар – аспірант Д. В. Требухов.

17 квітня 2019 р.

Початок об 11³⁰, ауд. ЛА-215

1. The development of the special fixture device for drilling operation.

Speaker: Kurylo O. O., student, group VI-51;

Supervisor: Kushnirov P. V., Associate Professor, Sumy State University, Sumy, Ukraine.

2. Дослідження конструкції верстатного пристрою методами статичного і динамічного аналізу.

Доповідачі: Літвінов І. М., студент, гр. ТМ.м-82;

Осадчий А. С., студент, гр. ТМ.м-82;

Коломійченко С. В., студент, гр. ТМ.мз-71с.

Керівник: Євтухов А. В., доцент, каф. ТМВІ.

3. Підвищення якісних показників поверхонь цапфи шляхом їх оброблення способом подвійної осциляції брусків.

Доповідачі: Леунов О. А., студент, гр. ТМ.мз-81с;

Савчук В. І., доцент, каф. ТМВІ;

Євтухов А. В., доцент, каф. ТМВІ.

4. Розроблення пристрою для реалізації оптимальної структури операції свердління отворів.

Доповідачі: Хоменко О. М., студент, гр. ТМм-82;

Несвіт О. М., завідувач відділення, МК СумДУ;

Савчук В. І., доцент, каф. ТМВІ;

Євтухов А. В., доцент, каф. ТМВІ.

5. Нормативні документи (стандарти) для ріжучих інструментів.
Доповідачі: Руденко О. Б., ст. викл. каф. ТМВІ;
Молокоєдов В. С., студент, гр. ТМ.м-71.
6. Аналіз структурної схеми динамічної системи круглого врізного шліфування методами ТАУ.
Доповідачі: Орлов Р. О., студент, гр. ТМ.м-81;
Литовка А. С., студент, гр. ТМ.м-81.
Керівники: Савчук В. І., доцент, каф. ТМВІ;
Свтухов А. В., доцент, каф. ТМВІ.
7. Система бездротової передачі результатів вимірювання температури осьового різального інструменту.
Доповідач: Білан Б. О., студент, гр. ТМ-51.
Керівник: Колесник В. О., ст. викл. каф. ТМВІ.
8. До обґрунтування самозаточування алмазно-абразивного інструменту.
Доповідачі: Федорович В. О., д-р техн. наук, проф. каф. «ІТМ»;
Пижов І. М., д-р тухн. наук, проф. каф. «ІТМ»;
Волошкіна І. В., аспірант каф. «ІТМ», гр. АВ-7-131,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків.
9. Елементи САД-системи циліндричних прямозубих коліс із довільним профілем бічних поверхонь.
Доповідачі: Третяк Т.Є., ст. викл., каф. «ІТМ»;
Мироненко О. Л., канд. техн. наук, доцент каф. «ІТМ»;
Мироненко С. О., студент, каф. «ОТП», гр. КІТ 266;
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
10. Класифікація деталей типу вилок.
Доповідачі: Косов М. О., аспірант;
Косов І. О., аспірант;
Євдокимов О. Д., студент.
Керівники: Дегтярьов І. М., ст. викладач;
Іванов В. О., доцент, каф. ТМВІ, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ»

Голова – зав. каф. ТМВІ, д-р техн. наук, професор В. О. Залога.
Секретар – аспірант Д. В. Требухов.

17 квітня 2019 р.

Початок об 11³⁰, ауд. ЛА-213

1. Застосування сarrp-систем при проектуванні технологічних процесів збірки.
Доповідачі: Воропай Р. О., студент, гр. ТМ.м-82;
Бабич Д. О., студент, гр. ТМ.м-82.
Керівник: Алексеев О. М., професор, каф. ТМВІ.
2. Використання CAD/CAM/CAE технологій у проектах модернізації металорізальних верстатів.
Доповідачі: Гриценко Р. М., студент, гр. ВІ.м-81;
Литвинов Д. Ю., студент, гр. ВІ.м-81.
Керівник: Алексеев О. М., професор, каф. ТМВІ.
3. Навчальний фрезерний верстат з ЧПК.
Доповідачі: Коротун М. М., доцент, каф. ТМВІ;
Левченко О. О., студент, гр. МБ-71/2 ХМ.
4. Кінематична вихідна інструментальна поверхня при точінні.
Доповідач: Кузяков В. О., студент, гр. ВІ.м-81, СумДУ, м. Суми.
Керівник: Швець С. В., доцент, каф. ТМВІ, СумДУ, м. Суми.
5. Ігрові технології при вивченні теорії механізмів і машин.
Доповідачі: Лазаренко А. Д., студент, гр І-71;
Яковчук В. В., студент, гр ІМ-71;
Одінцов Д. Р., студент, гр ІМ-71.
Керівник: Некрасов С. С., доцент, СумДУ, м. Суми.
6. Умови контакту зубонарізувального інструменту з поверхнею деталі.
Доповідач: Метенко П. Ю., студент, гр. ВІ.м-81.
Керівник: Швець С. В., доцент, каф. ТМВІ, СумДУ, м. Суми.

7. Підвищення ефективності виготовлення ремонтних валів технологічними методами.

Доповідач: Кононович В. М. студент, гр. ТМм-81.

Керівники: Самардак М. П. провідний інженер ПАО «Сумський завод Насосенергомаш»;

Дегтярьов І. М., ст. викладач, каф. ТМВІ.

8. Дослідження впливу параметрів побутового 3D друку на шорсткість поверхні і точність об'єкта.

Доповідачі: Ємельяненко С. С., доцент, каф. ТМВІ;

Лисенко Б. Г., студент гр. ВІм-81.

9. Мобільний додаток для контролю успішності навчання студентів інженерних спеціальностей.

Доповідач: Требухов Д. В., аспірант;

Керівник: Алексєєв О. М., професор, каф. ТМВІ.

10. Експериментальне дослідження стійкості інструмета при зубодовбанні.

Доповідачі: Шаповал Ю. В., ст. викладач, каф. ТМВІ;

Коротун М. М., доцент, каф. ТМВІ;

Сидоров Ю. С. студент, гр. ВІм-61.

11. Об'єднання зусиль медиків та інженерів у СумДУ при виготовленні виробів медичного призначення.

Доповідач: Сивоконь М. Л., студент, гр. ТМм-81.

Керівники: Залого О. О., науковий співробітник, каф. ТМВІ;

Залого В. О., професор, завідувач кафедри ТМВІ.

СЕКЦІЯ «СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ»

Голова – зав. каф. ТМВІ, д-р техн. наук, професор В. О. Залого.

Секретар – канд. техн. наук, доцент О. В. Івченко.

18 квітня 2019 р.

Початок об 11³⁰, ауд. ЛА-208а

1. Управління якістю інструментальної підготовки виробництва: класифікація витрат на якість.

Доповідачі: Денисенко Ю. О., ст. викл., каф. ТМВІ;

Залого В. О., професор., каф. ТМВІ;

Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ.

2. Проблеми оцінювання надійності електротехнічних виробів в умовах сучасного технічного регулювання.

Доповідачі: Антонов А. П., аспірант;
Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ;
Линок Д. І., студент, гр. СТ.мз-81с.

3. Методи вимірювання рівня досягнутої / досяжної енергоефективності в організації.

Доповідачі: Дмитрієва Н. В., аспірант;
Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ;
Ковтун А. О., студент, гр. СТ.мз-81с.

4. Інтегровані системи управління в нафтовій промисловості та вимоги стандарту ISO 31000:2018.

Доповідачі: Чучук Т. Є., аспірант;
Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ;
Мартиненко М. М., студент, гр. СТ.мз-81с.

5. Особливості впровадження інтегрованих систем управління якістю.

Доповідачі: Залога В. О., зав. кафедри ТМВІ;
Дядюра К. О., зав. кафедри ПМіТКМ;
Рибалка І. М., аспірант, гр. АСП-6.152.1;
Грошовик Д. О., студ. гр. МТ-61.

СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

Голова – зав. каф. ПМ і ТКМ, д-р техн. наук, професор К. О. Дядюра.
Секретар – канд. техн. наук, доцент О. П. Гапонова.

18 квітня 2019 р.

Початок о 9⁵⁰, ауд. Ц-222

1. Зносостійкість зони термічного впливу після зварювання з прискореним охолодженням високовуглецевої низьколегованої сталі.

Доповідачі: Калінін Ю. А., ПАО ЗТР;
Осіпов М. Ю., доцент;
Андрущенко М. І., доцент;
Шумілов А. О., доцент;
Бриков М. М., професор, Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя.

2. Вплив температурно-часових параметрів окиснення, азотування та науглецювання на характеристики зміцненого приповерхневого шару титану.

Доповідачі: Погрелюк І. М., д-р техн. наук, проф., завідувач відділу;
Труш В. С., канд. техн. наук, старший науковий співробітник;

Лук'яненко О. Г., канд. техн. наук, старший науковий співробітник, відділ високотемпературної міцності конструкційних матеріалів у газових та рідкометалевих середовищах, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України.

3. Интегральная оценка влияния характеристик промышленного гибридного транспорта на эксплуатационные параметры.

Докладчики: Зиборов К. А., студент гр. 132м-18-2;

Щелкунов А., студент гр. 132м-18-2, Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина.

4. Математическое моделирование прямолинейного движения промышленного транспортного средства с гибридной силовой установкой.

Докладчики: Горохова А. Р., студентка;

Пелевин Б., студент.

Руководитель: Кривда В. В. доцент, Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина.

5. О новых разработках в сфере коммерческого электротранспорта.

Докладчики: Федоряченко С. А., студент гр. 132м-18-2;

Прокуда В. В., студент гр. 132м-18-2, Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина.

6. Триботехнічні властивості корозійно-стійкої сталі, поверхнево модифікованої хіміко-термічною обробкою.

Доповідач: Кравченко В. В., студент гр. МТ-61.

Керівник: Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми.

7. Технології покращення різальних властивостей матеріалу.

Доповідач: Данільченко В. О., студент гр. МТ-61.

Керівник: Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми.

8. Підвищення експлуатаційних властивостей матеріалів триботехнічного призначення для проточних частин насосів.
Доповідач: Іванов І. О., студент гр. МТ-61.
Керівник: Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми.
9. Покращення властивостей деталей технологіями осадження НІРІМС та DCMS.
Доповідач: Перерва В. І., студентка гр. МТ.м-81.
Керівник: Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
10. Зміцнююча термічна обробка циліндричної фрези.
Доповідач: Мартиненко Є. М., студентка гр. МТ-51.
Керівник: Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
11. Покращення властивостей робочого колеса відцентрових насосів.
Доповідач: Вареник С. В., студент гр. МТ-51.
Керівник: Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
12. Дослідження властивостей наноструктурованих зносостійких покриттів на основі нітридів металів W та Cr.
Доповідачі: Перерва В. І., студентка, гр. МТ.м-81;
Балинський М. В., студент гр. МТ-61;
Сергієнко С. М., студент гр. МТ-71-8.
Керівник: Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
13. Боротьба з корозією та застосування захисних покриттів.
Доповідач: Рева Б. С., студент гр. МТ-61.
Керівник: Дегула А. І., доцент, СумДУ, м. Суми.
14. Теоретичні та технологічні основи керування структурою полімер-керамічних нанокompозитних матеріалів для інженерії кісткової тканини.
Доповідачі: Балинський М. В., студент гр. МТ-61;
Голик В. С., аспірант.
Керівник: Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми.
15. Вибір матеріалу та термічної обробки деталі пуансон вирубного штампу.
Доповідач: Галкин Д. С., студент гр. МТ-51.
Керівник: Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.

16. Вибір матеріалу та термічної обробки поршня дизельного двигуна із алюмінієвого сплаву.
Доповідач: Зінченко І. Д., студент гр. МТ-51.
Керівник: Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
17. До питання підвищення ресурсу та відновлення працездатності деталей машин шляхом формування функціональних покриттів.
Доповідач: Голуб Н. Р., студентка гр. МБ-81.
Керівник: Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
18. Дослідження впливу перебування композиційних матеріалів на основі епоксидного в'язучого в товщі води протягом тривалого часу в природних умовах на зміну його структури та фізико-механічних властивостей.
Доповідач: Яровий О. О., студент гр. МТ-51;
Керівник: Руденко П. В., асистент, СумДУ, м. Суми.
19. Дослідження впливу наповнювача вигляді відходів тец на фізико-механічні властивості полімерного композитного матеріалу з матриці політетрафторетилену.
Доповідач: Ільїних А. А., завідувач навчальною лабораторією кафедри прикладного матеріалознавства та ТКМ, СумДУ, м. Суми.
20. Дослідження стійкості до міжшарового розшарування полімерно-композитного матеріалу з епоксидною матрицею та нановуглецевими волокнами.
Доповідач: Саранчук А. В., студент гр. МТ-51.
Керівник: Руденко П. В., асистент, СумДУ, м. Суми.
21. Дослідження жаростійкості деталей, що працюють при підвищених температурах.
Доповідачі: Голофост М. С. студент гр. МТ.м-81;
Саранчук А. В., студент гр. МТ-51.
Керівники: Харченко Н.А., доцент, СумДУ, м. Суми;
Руденко Л. Ф., асистент, СумДУ, м. Суми.
22. Перспективи застосування електроіскрового легування для підвищення якості робочих поверхонь деталей машин.
Доповідач: Биченко М. М., студент гр. МТ.м-81.
Керівник: Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ОПР МАТЕРІАЛІВ І МАШИНОЗНАВСТВО»

Голова – професор каф. ЗМ і ДМ, канд. техн. наук, професор І. Б. Карінцев.
Секретар – канд. техн. наук, доцент Д. О. Жигилій.

17 квітня 2019 р.

Початок о 13²⁵, ауд. М-104

1. Керамічні підшипники кочення і ковзання.

Доповідачі: Макаренко Д. Ю., студент МК СумДУ, гр. 302-о;
Стрелец В. В., доцент.

2. Пластмасові деталі машин.

Доповідач: Хорунжий А. Р., студент МК СумДУ, гр. 302-о;
Керівник: Стрелец В. В., доцент.

3. Петлеподібний компенсатор з'єднання ниток трубопроводів зі склопластику.

Доповідач: Артемчук А. В., студент гр. І-72/2 ЕМ;
Керівник: Жигилій Д. О., доцент.

4. Дослідження болтових з'єднань металевого силосу.

Доповідач: Чередник М. В., студент гр. І-72/2 ЕМ;
Керівник: Жигилій Д. О., доцент.

5. Застосування критеріїв міцності для армованих матеріалів.

Доповідач: Нагорний А. О., студент гр. І-72/2 ЕМ;
Керівник: Жигилій Д. О., доцент.

6. Побудова циркульних і лекальних кривих з метою визначення кінематичних характеристик матеріальної точки.

Доповідач: Мартусенко А., учень 10 класу школи № 3, м. Білопілля;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.

7. Використання змінного струму в основі принципу дії сучасних приладів.

Доповідач: Трищенко М., учень центру позашкільної освіти, м. Лебедин;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.

8. Методика розрахунку на жорсткість плоских стержневих систем.

Доповідач: Філатов В., студент групи-ІМ-81, СумДУ, м. Суми;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.

9. Економічна ефективність підібраних поперечних перерізів статично визначених балок.
Доповідач: Пономаренко А., студент групи ІМ-81, СумДУ, м. Суми;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.
10. Досвід проведення профорієнтаційного заняття з урахуванням дидактичних вимог, компонентів і функцій.
Доповідачі: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ;
Карінцева А. І., зав. лаб. опору матеріалів;
Лісовенко Д.В., пров. фах. каф. ЗМіДМ, СумДУ, м. Суми.
11. Дослідження геометричної незмінності плоских стержневих систем з урахуванням їх структурного аналізу.
Доповідачі: Глеба Д., учень 10-го класу центру позашкільної освіти школи № 5, м. Лебедин;
Калашник С., учень 9-го класу школи № 2 м. Суми;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.
12. Варіанти знаходження положень головних центральних осей складних плоских перерізів, складених з простих.
Доповідачі: Древаль Є., учень 10-го класу Центру позашкільної освіти школи № 5, м. Лебедин;
Охріменко О., учень 10 класу школи № 2 м. Білопілья
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.
13. Знаходження несприятливого поєднання ВНСФ при визначенні зусиль в елементах ферми.
Доповідач: Литвиненко О., учень 9-го класу школи № 12, м. Суми;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.
14. Зіставлення величини опорних реакцій в просторовому ламаному брусі при постійній схемі завантаження і зміні геометричних параметрів.
Доповідачі: Морозова Л., Целуйкин Д., учні 10-го класу центру позашкільної освіти школи № 5, м. Лебедин;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.
15. Вибір оптимальної схеми завантаження кронштейна при зміні кута між елементами і силою.
Доповідач: Козолуп В., учень 9-го класу школи № 5, м. Білопілья;
Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.

16. Визначення реакцій опорних зв'язків при різних положеннях їх в рамі і арці.

Доповідачі: Павлюк В., учень 10-го класу, Центр позашкільної освіти школи № 7, м. Лебедин;
Діденко Д., Охріменко А., учні 10-го класу школи № 2, м. Білопільля;

Керівник: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми.

17. Реабілітація пацієнтів з ампутованими нижніми кінцівками.

Доповідачі: Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми;
Пазинюк Б. О., завідувач хірургічним відділенням;
Стовбир О. А., судинний хірург вищої категорії;
Керей Д. М., хірург.

СЕКЦІЯ «ДИНАМІКА І МІЦНІСТЬ, КОМП'ЮТЕРНА МЕХАНІКА»

Голова – т. в. о. зав. кафедри ЗМ і ДМ, канд. техн. наук, доцент Є. М. Савченко.
Секретар – зав. навч. лаб. С. О. Міщенко.

16 квітня 2019 р.

Початок об 13²⁵, ауд. Н-112

1. Дослідження стійкості обертання ротора турбокомпресора для теплоелектростанції.

Доповідач: Краснянський В. О., студент, група КМ-51.

Керівник: Симоновський В. І., професор, СумДУ, м. Суми.

2. Аналіз нелінійних коливань ротора турбокомпресора для підземних сховищ газу.

Доповідач: Стремоухов Д. О., студент, група КМ-51.

Керівник: Симоновський В. І., професор, СумДУ, м. Суми.

3. Розрахунок гідродинамічних сил в багатощаринних ущільненнях ротора з урахуванням деформацій стінок.

Доповідачі: Слинько Д. Ю., студент, група КМ-51.

Позовний О. О., аспірант, СумДУ, Суми.

Керівник: Марцинковський В. А., д-р техн. наук, професор кафедри ЗМ і ДМ, СумДУ, м. Суми.

4. Дослідження динамічних характеристик упорного підшипника ковзання.

Доповідач: Кайота Д. О., аспірант, СумДУ, м. Суми.

Керівник: Загорюлько А. В., канд. тех. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

5. Визначення адгезійної міцності композитного матеріалу, який використовують для ремонту металургійного обладнання.
Доповідач: Какарека Д.Л., аспірант «ПГТУ».
Керівник: Іщенко А. А, д-р техн. наук, професор, «ПГТУ».
6. Ймовірнісний підхід до розрахунку гідродинамічних характеристик автоматичного врівноважуючого пристрою.
Доповідач: Павленко А.С., студент, гр. КМ-51.
Керівник: Совенко Н. В., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.
7. Уточнення методики розрахунку статичних характеристик автоматичного пристрою осьового врівноваження з пружно встановленим вкладишем.
Доповідач: Котляревський Д. Б., студент, гр. КМ-51.
Керівник: Совенко Н. В., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Забезпечення вібраційної надійності та числові методи дослідження динаміки роторів відцентрових машин.
Доповідач: Вербовий А. Є., студент, група КМ.м-71.
Керівники: Павленко І. В., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми;
Неамцу К., доцент, Техн.унів., м. Клуж-Напока, Румунія.
9. Розв'язання сумісної задачі взаємодії рідини із податливою сальниковою набивкою торцевого сальникового ущільнення з урахуванням шорсткості пари тертя.
Доповідач: Сапожников Я. І., студент, група КМ.м-81.
Керівник: Загорюлько А. В., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.
10. Напряга в рухомій ідеальній рідині.
Доповідач: Козлов Я. Р., студент, група КМ-51.
Керівник: Калініченко П. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.
11. Up-to-date technical means of studying the cavitation phenomenon.
Speakers: Vashyst B. V., Ph.D. student, Sumy State University;
Hrechka I. P., Ph.D., Associate Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute";
Khovanskyi S. O., Ph.D., Associate Professor;
Pavlenko I. V., Ph.D., Associate Professor, Sumy State University, Sumy, Ukraine.

12. Використання засобів ідентифікації математичних моделей для створення інженерної методики розрахунку вібраційно-інерційних сепараційних пристроїв.

Доповідачі: Дем'яненко М. М., аспірант, каф. ЗМ і ДМ;
Старинський О. Є., аспірант, каф. ПОХНВ.

Керівники: Павленко І. В., доцент, каф. ЗМ і ДМ;
Ляпощенко О. О., доцент, каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.

13. Розроблення методики проведення експериментальних досліджень впливу механічних коливань на газорідинний потік.

Доповідачі: Дем'яненко М. М., аспірант, каф. ЗМ і ДМ;
Старинський О. Є., аспірант, каф. ПОХНВ.

Керівники: Павленко І. В., доцент, каф. ЗМ і ДМ;
Ляпощенко О. О., доцент, каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.

14. The development of open online courses to support graphic disciplines.

Speakers: Pavlenko V. V., Head of the Department;

Piddubnyi E. M., Head of the Cycle Commission, Machine Building College of Sumy State University.

Supervisor: Pavlenko I. V., Associate Professor, Sumy State University.

15. Напружено-деформований стан багатошарового плоского кривого бруса при згинанні.

Доповідачі: Тесленко О. С., студент, група КМ-51;

Дем'янчук С. М., студент, група КМ-51.

Керівник: Дейнека А.В., канд. техн. наук, ст. викл., СумДУ, м. Суми.

16. Визначення динамічних характеристик нових шпаринних ущільнень з композиційних матеріалів.

Доповідачі: Гудкова О. В., аспірант, СумДУ, м. Суми;

Чернишов О. Ф., студент, група КМ-51.

Керівник: Дейнека А.В., канд. техн. наук, ст. викл., СумДУ, м. Суми.

17. Оцінювання жорсткості шліцьових з'єднань роторних систем турбонасосних агрегатів.

Доповідач: Серик М. Л., студент, гр. КМ-51.

Керівник: Павленко І. В., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

18. Чисельний розрахунок теплового стану імпульсного ущільнення за допомогою ANSYS CFX та FLUENT.

Доповідачі: Олійник В. Р., студент, група КМ-51;

Шабаліна Т. С., студентка, група КМ-51.

Керівник: Лісовенко Д. В., провідний фахівець, СумДУ, м. Суми.

19. Дослідження впливу провідності живильних каналів на робочі характеристики імпульсного ущільнення.

Доповідач: Хоменко А. В., студент, група КМ-51.

Керівник: Гудков С. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

20. Урахування випадкового характеру геометричних параметрів підшипників ковзання при їх розрахунку.

Доповідач: Скиртач В. О., студент, група КМ.м -81.

Керівник: Савченко Є. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

21. Діагностування технічного стану підшипників кочення.

Доповідачі: Точило Р. С., студент, група КМ -51.

Керівник: Савченко Є. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

22. Створення систем збору, обробки і аналізу вимірювальної інформації на основі програмного комплексу LabVIEW.

Доповідачі: Пестун М. О., Логоша В. В., студенти гр. КМ-51.

Керівник: Савченко Є. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

Голова секції – зав. каф. ПЕ, д-р техн. наук, професор Л. Д. Пляцук.

Секретар – ст. викладач Аблеева І. Ю.

17 квітня 2019 р.

Початок о 10⁰⁰, ауд. Ц-204.

1. Аналіз системи управління медичними відходами в Україні.

Доповідачі: Ахрамєєва В. М., студентка;

Лазненко Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

2. Аналіз зеленого каркасу міста Суми.

Доповідачі: Богомолова А. В., студентка;

Яхненко О. М., асистент, СумДУ, м. Суми.

3. Регенерація відпроцьованих машинних мастил.

Доповідач: Гуслева А. О., студентка, СумДУ, м. Суми.

4. Екологічні аспекти поводження з опалим листям.

Доповідачі: Джафарова В. Р., студентка;

Васькіна І. В., асистент, СумДУ, м. Суми.

5. Аналіз процесів урбанізації в Україні та їх наслідки.
Доповідач: Зайцева К. О., студентка, СумДУ, м. Суми.
6. Утилізація комбінованих пакувальних матеріалів.
Доповідач: Зінченко М. О. студент, СумДУ, м. Суми.
7. Транскордонне перенесення забруднюючих речовин водними об'єктами Сумської області.
Доповідачі: Капорін Е. В., студент;
Гурець Л. Л., доцент; СумДУ, м. Суми.
8. Вплив склобою на навколишнє середовище.
Доповідачі: Котолевець А. С., аспірантка;
Гурець Л. Л., доцент; СумДУ, м. Суми.
9. Утилізація медичних відходів.
Доповідач: Крикун А. С., студентка, СумДУ, м. Суми.
10. Вплив нафтогазовидобутку на стійкість екосистем (на прикладі Андріяшівського газоконденсатного родовища та Андріяшівсько-Гудимівського заказника).
Доповідачі: Кулижко І. О., аспірант;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
11. Фізико-хімічні способи розділення нафтошламів.
Доповідачі: Лук'яненко Є. В., студентка;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
12. Утилізація нафтового шламу у відцентровому полі.
Доповідачі: Луценко С. В. аспірант;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
13. Ecological aspects of using digestate as fertiliser.
Speakers: Shvetsova I. V., student;
Ablicieva I. Yu., Senior Lecturer, SSU, Sumy.
14. Оцінка впливу автотранспорту на стан придорожніх екосистем.
Доповідачі: Мамець Я. М., студентка;
Васькін Р. А., доцент, СумДУ, м. Суми.
15. Екологічно безпечні методи утилізації бурових відходів.
Доповідачі: Луценко С. В. аспірант;
Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми.

16. Небезпека лісових пожеж.
Доповідачі: Тарасенко Є. А., студентка;
М'якаєва Г. М., асистент, СумДУ, м. Суми.
17. Проблеми впливу громадського транспорту на навколишнє середовище та шляхи їх вирішення.
Доповідачі: Буцик І. В., студентка;
Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми.
18. Компостування як метод утилізації зелених насаджень.
Доповідач: Новомирська В. О., студентка, СумДУ, м. Суми.
19. Перспективи використання золошлакових відходів.
Доповідачі: М'якаєв О. В. аспірант;
Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми.
20. Утилізація шлаків та золи підприємств паливно-енергетичного комплексу.
Доповідач: Потапова Є. О., студентка, СумДУ, м. Суми.
21. Використання шлаків та золи паливно-енергетичного комплексу у виробництві будівельних матеріалів.
Доповідач: Руденко В. В., студентка, СумДУ, м. Суми.
22. Роль біоінформаційних баз даних у створенні консорціумів нафтодеструктивних мікроорганізмів.
Доповідачі: Сіпко І. О., студентка;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
23. Еколого-гігієнічні аспекти виробничої діяльності Державного підприємства «НДІ «Еластик».
Доповідачі: Тимошенко В. Б., експерт з питань екології;
Швалюк О. П., головний інженер;
Жуковська Н. В., заст. директора, ДП «НДІ «Еластик», м. Київ.
24. Утилізація та вторинна переробка термопластів.
Доповідачі: Тихенко Т. К., студентка;
Трунова І. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

25. Стан та шляхи переходу України до європейського регулювання скидання забруднюючих речовин.
Доповідачі: Уberman В. І., провідний науковий співробітник
УКРНДІЕП, м. Харків;
Васьковець Л. А., професор НТУ «ХПІ», м. Харків.
26. Утилізація відходів безамбарного буріння свердловин в нафто- та газовидобувній галузях.
Доповідачі: Сіра А. Ю., студентка;
Фалько В. В., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
27. Проблема формування екологічної культури в учнів старшої школи.
Доповідач: Фесенко О. А., студент, СумДУ, м. Суми.
28. Проблеми утилізації електронного обладнання.
Доповідач: Філоненко І. С., студентка, СумДУ, м. Суми.
29. Зниження навантаження на довкілля при захороненні ТПВ.
Доповідачі: Фоміна М. С., студентка;
Лазненко Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
30. Екологічна проблематика забруднення компонентів едафотопу важкими металами.
Доповідачі: Шуліпа Є.О., студентка;
Черниш Є.Ю., доцент, СумДУ, м. Суми.
31. Аналіз діяльності Римського клубу.
Доповідачі: Черняк Д. С., Мальцев О. Ф., студенти;
Васькіна І. В., асистент, СумДУ, м. Суми.
32. Аналіз впливу підприємств з виробництва полімерних пакувальних засобів на навколишнє середовище.
Доповідачі: Чорна Ю. В., студентка;
Аблесва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
33. Утилізація комбінованих пакувальних матеріалів.
Доповідач: Чорна Ю. В., студентка, СумДУ, м. Суми.
34. Огляд еколого-біохімічних механізмів очищення та відновлення забруднених важкими металами ґрунтів.
Доповідач: Чубур В. С., студентка, СумДУ, м. Суми.

35. Вермикомпостування як доцільний метод переробки відходів зеленого господарства.
Доповідач: Швецова І. В., студентка, СумДУ, м. Суми.
36. Вплив нафтогазовидобувного комплексу на підземні води.
Доповідачі: Янченко І. О, аспірант;
Аблесєва І. Ю, старший викладач, СумДУ, м. Суми.
37. Регенерація відпрацьованих машинних мастил.
Доповідач: Шуліпа Є. О., студентка, СумДУ, м. Суми.
38. Аналіз впливу відстійників ПАТ «Сумихімпром» на навколишнє середовище.
Доповідач: Дячкова Є. А., студентка, СумДУ, м. Суми.
39. Можливі напрями використання відходів дільниці освітлення води хімічного цеху Ладизинської ТЕС.
Доповідачі: Гончаренко Ю. В., студент;
Сушацький Ю. В., асистент,
Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів.
40. Environmental problems of the Caspian Sea associated with the transportation or production of oil on the continental shelf.
Speakers: Gabbasova S. M., PhD student;
Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer;
Plyatsuk L. D., Professor, SSU, Sumy.
41. Можливі напрями використання відходів дільниці освітлення води хімічного цеху Ладизинської ТЕС.
Доповідачі: Басова М. О., студентка;
Кузьміна Т. М., доцент, СумДУ, м. Суми;
Плящечник В. І., ст. лаб., Ужгородський національний університет, м. Ужгород.
42. Дослідження методів очищення важкої води від дейтерію та йонів, що зумовлюють жорсткість, для потреб аграрної промисловості.
Доповідачі: Котов М. В, Філіпенко К. А., учні 7-а класу, спеціалізована школа І–ІІІ ступенів №129 з поглибленим вивченням англійської мови, м. Київ;
Околовська Л. Г., студентка, КНУ ім. Т. Г. Шевченка, м. Київ.

43. Екологічні проблеми відпрацювання запасів вугілля Західного Донбасу та їх вирішення.
Доповідачі: Кошка О. Г., доцент;
Кошка Д. О., старший викладач, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро.
44. Promising ways to solve environmental problems of the food and processing industry.
Speakers: Skliar V., Postgraduate Student;
Krusir G., Professor, ONAFT, Odessa.
45. Використання екологічно безпечних пакувальних матеріалів у місцях швидкого харчування студентів вищих навчальних закладів.
Доповідачі: Філоненко І. С., студентка;
Трунова І. О., доцент, СумДУ, Суми.
46. Управління процесом горіння в котлах із циркулюючим киплячим шаром з позиції екологічної ефективності.
Доповідач: Батальцев Є. В., асистент, СумДУ, м. Суми.
47. Пріоритети розвитку сонячної енергетики в Україні в контексті світових тенденцій.
Доповідачі: Бублик О. В., студентка;
Трунова І. О., доцент, СумДУ, Суми.
48. Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур.
Доповідачі: Макаренко Н. О., асистент;
Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми.
49. Сучасні шляхи поводження з твердими побутовими відходами.
Доповідачі: Яценко В. П., студентка;
Козій І. С., доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ»

Голова – зав. каф. ПОХНВ, д-р техн. наук, професор В. І. Склабінський.
Заступник голови – д-р техн. наук, професор В. Я. Стороженко.
Секретар – аспірант О. Є. Старинський.

19 квітня 2019 р.

Початок о 9⁰⁰, ауд. ЛА-205

1. Дослідження напруженого стану пластин та оптимізації їх геометрії для метал-остеосинтезу щелепи.
Доповідачі: Скотар А. П., студ. гр. ХМ-61-8;
Ніколаєнко Д. Р., студ. гр. ІМ-82;
Скиданенко М. С., ст. викл. каф. ПОХНВ;
Яхненко С. М., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
2. Дослідження гідродинаміки розплаву в об'ємі вібраційного гранулятора (приллера).
Доповідачі: Скиданенко М. С., ст. викл. каф. ПОХНВ;
Голохвост О. О., студент ХМ-61; СумДУ, м. Суми.
3. Гранулювання порошкового графіту.
Доповідачі: Нічволодін К. В., студент ХМ-61;
Скиданенко М. С., ст. викладач, каф. ПОХНВ; СумДУ, м. Суми.
4. Виробництво добрив з великим вмістом азоту.
Доповідач: Литвиненко О. М., студент ХМ.м-81; СумДУ, м. Суми.
5. Основні способи очищення газу від аміаку.
Доповідач: Багуля О. Р., студент ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми.;
6. Сировина для виробництва фосфорних добрив.
Доповідач: Табаченко І. О., студент; ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми.
7. Застосування трикамерного мембранного електрохімічного пристрою для регенерації гальванічних розчинів.
Доповідачі: Сердюк В. О. аспірант, кафедра ПОХНВ;
Большаніна С. Б. доцент, зав. кафедри ТПХ;
Склабінський В. І. професор, зав. кафедри ПОХНВ,
СумДУ, м. Суми.

8. Дослідження способу виділення етилового спирту із головної фракції.
Доповідачі: Стороженко В. Я., проф. каф. ПОХНВ;
Смирнов В. А., зав. навч. лаб. ОЦ ТеСЕТ;
Лось А. А., студент гр. ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми.
9. Метод експериментальної оцінки характеристик дисперсної фази в газо-рідинному реакторі.
Доповідачі: Стороженко В. Я., проф. каф. ПОХНВ;
Смирнов В. А., зав. навч. лаб. ОЦ ТеСЕТ;
Полуйко Л. П., студент ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми.
10. Шляхи модернізації барабанних сушарок.
Доповідачі: Гончаренко В. П., студент ХМ-51;
Грудинін В. Б., студент ХМ.м-81;
Юхименко М. П., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
11. Шляхи модернізації охолоджувачів псевдозрідженого шару у виробництві мінеральних добрив.
Доповідачі: Давиденко В. В., студент ХМ-51-7;
Мірошниченко О. В., студент гр. ХМ.м-81;
Юхименко М. П., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
12. Шляхи модернізації сушарок зваженого шару.
Доповідачі: Гаджієв М. М., студент ХМ-51;
Глінкін В. С., студент ХМ-51;
Юхименко М. П., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
13. Оптимізаційне моделювання модульних сепараційних пристроїв у багатофазних розділювачах.
Доповідачі: Ляпощенко О. О., доц. каф. ПОХНВ;
Маренок В. М., науковий співробітник каф. ПОХНВ;
Дем'яненко М. М., аспірант каф. ЗМіДМ;
Старинський О. Є., аспірант каф. ПОХНВ;
Ковтун В. В., студент ХМ.м-81;
Голохвост О. О студент ХМ-61, СумДУ, м. Суми.
14. Методика обчислення площі поверхні контакту фаз при сепарації багатокомпонентних систем із супутнім тепломасообміном.
Доповідачі: Павленко І. В., доц., каф. ЗМ і ДМ;
Ляпощенко О. О., доц., каф. ПОХНВ;
Старинський О. Є., асп., каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.

15. Покриття гранульованих матеріалів дрібнодисперсними порошками.
Доповідачі: Кононенко М. П., старший науковий співробітник;
Покотило В. М. провідний фахівець, каф. ПОХНВ; СумДУ, м. Суми.
16. Результати обстеження диспергаторів розплаву у виробництві складних добрив.
Доповідачі: Кононенко М. П., старший науковий співробітник кафедри ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
17. Особливості розрахунку і апаратурного оформлення брагоректифікаційного відділення виробництва етилового спирту.
Доповідачі: Никоненко О. І., студент ХМ.м-81;
Михайловський Я. Е., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
18. Методи розділення сумішей вуглеводневих газів і апаратурне оформлення газофракціонуючих установок.
Доповідачі: Аларкон К. С. М., студентка ХМм-82р.
Керівник: Михайловський Я. Е., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
19. Переваги використання біодизеля.
Доповідачі: Ведмідь Н. О., студент, гр. ХМдн-54р;
Острога Р. О., ст. викл., каф. ПОХНВ, .
20. Переваги та недоліки комплексної переробки органічних відходів.
Доповідачі: Тодерюк І. В., студент, гр. ХМ.м-81;
Острога Р. О., ст. викл., каф. ПОХНВ, .
21. Обладнання для брикетування соломи.
Доповідачі: Сірий А. Ю., студент ХМз-41с;
Якушко С. І., канд. техн. наук;
Острога Р. О., ст. викл., каф. ПОХНВ,
22. Структура зваженого шару у вихровому грануляторі: визначення траєкторій руху гранул за висотою апарату.
Доповідачі: Ольховик А. І., студент ХМ-51;
Потапов Д. Р., студент ХМ-51, СумДУ, м. Суми.
Керівник: Артюхов А. Є., доцент кафедри ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.
23. Методи уніфікації параметричного ряду вільновихрових насосів.
Доповідачі: Міхеев Ю. Ю., студент ХМ-61-8;
Яхненко С. М., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми.

24. Вплив дріжджових добавок на пригнічення патогенної мікрофлори організму птахів.

Доповідачі: Трішина В. Ю., аспірант каф. хімічної технології неорганічних речовин;

Гуляєв В. М., професор каф. хімічної технології неорганічних речовин, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське.

25. Вплив марки гіпсового в'язучого на фізико-механічні та експлуатаційні характеристики каменю.

Доповідачі: Чеканський Б. Б., асистенткафедра хімічної технології силікатів;

Луцок І. В., професор, кафедра хімічної технології силікатів, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів.

26. Технологія отримання нових композитних сорбентів «силікагель – кристалогідрат» для адсорбційного перетворення теплової енергії.

Доповідачі: Сергієнко Я. О., аспірант каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів;

Коломієць О. В., асистент каф. енергетики; Беляновська О. А., доцент каф. енергетики;

Сухий К. М., професор каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро;

Губинський М. В., професор каф. промислової теплоенергетики, Національна металургійна академія України, м. Дніпро.

27. Green synthesis of silver nanoparticles from plant sources.

Speakers: Skiba M. I., Assistant; Ukrainian State Chemical Technology University, Dnipro;

Vorobyova V. I., Assistant, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv;

Vasilenko I. A., Associate Professor;

Mahinya A. I., Ukrainian State Chemical Technology University, Dnipro, Ukraine.

28. Отримання керамічних мікрофільтраційних мембран на базі діатоміту.

Доповідачі: Кузьмінчук А. В., аспірант, хіміко-технологічний факультет;

Астрелін І. М., професор, хіміко-технологічний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ.

29. Розроблення композиційного матеріалу на основі фторкаучуку марки СКФ-26.

Доповідачі: Пасько Н. І., Дребезова Л. П.;

Жуковська Н. В., заступник директора з наукової роботи; Пінчук Г. Ю., Державне підприємство «Науково-дослідний інститут «Еластик».

30. Influence of chromium oxide on the properties of silicone cold curing compositions.

Speakers: Ilina K. Yu.;

Zhukovskaya N. V., Vice Director of Scientific Work;

Yaremenko V. E., Director;

Kulik A. A., State Research Institute “Elastic”, Kyiv.

31. Розроблення рецептури пористого матеріалу на основі комбінації хлоропренового та бутадієн-нітрильного (СКН-18) каучуків для виготовлення неформових виробів.

Доповідачі: Пижова К. Д., Сорокопуд С.О.;

Жуковська Н. В., заступник директора з наукової роботи, Державне підприємство «Науково-дослідний інститут «Еластик».

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»

Голова – зав. каф. ТПХ, канд. техн. наук, доцент С. Б. Большаніна.

Секретар – старший лаборант О. Д. Мавланова.

18 квітня 2019 р.

Початок о 11²⁵, ауд. Ц-226

1. Кольорові реакції в курсах медичної та біоорганічної хімії.

Доповідачі: Карпенко А. Л., студ. гр. МЦМ-805;

Ліцман Ю. В., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії, СумДУ, м. Суми.

2. Хімія ацетилсаліцилової кислоти.
Доповідачі: Самохвалова Є. І., студента групи МЦм-805;
Феденко Є. І., студента групи МЦм-805;
Ліцман Ю. В., доцент теоретичної та прикладної хімії.
3. Визначення аскорбінової кислоти у рослинній сировині.
Доповідачі: Мордань В., студент групи МЦм-807;
Щербак М., студент групи МЦм-805;
Воробйова І. Г., доцент кафедри ТПХ.
4. Визначення вмісту кофеїну у зразках кави різних торговельних марок.
Доповідачі: Ярова Т. Ю., учениці 11 кл. КУ ССШ імені Д. Косаренка;
Семиліт А. С., вчитель хімії КУ ССШ №2 ім. Д. Косаренка;
Пономарьова Л. М., канд. хім. наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії.
5. Аналіз сумарного вмісту фенольних сполук в БАД «Гінкго-Білоба» з вітаміном с ТМ “Elit-Pharm”.
Доповідачі: Сядриста Ю. О., студ. групи МЦ м.-803;
Пономарьова Л. М., канд. хім. наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії.
6. Основні методи визначення Ca^{2+} , Na^+ , K^+ в біологічних середовищах.
Докладчики: Лобатюк М. Є., студентка групи МЦ.м-804;
Манжос О. П., доцент кафедри ТПХ.
7. Зубні пасти на основі гідроксиапатиту з антибактеріальними компонентами.
Доповідачі: Бабич В. А., студент, група СМ-801;
Яновська Г.О., канд. хім. наук, ст. викл. кафедри ТПХ.
8. Використання фосфатів та їх вплив на живі організми.
Доповідачі: Абусвеїлеім Зіяд, студент, гр. У-2 ДМО;
Диченко Т. В., ст. викладач, кафедра ТПХ.

9. Екологічні аспекти впровадження електромембранного модуля з метою очищення технологічних розчинів гальванічного виробництва.

Доповідачі: Зайцева К. О., Данилов Д. В., студенти групи ТС-71;
Білоус О. О., студент групи ТС-81;
Большаніна С. Б., канд. техн. наук, зав. каф. ТПХ.

10. Синтез та структура нанорозмірного ZnO.

Доповідачі: Богатир О. М., студент групи ЕЛ-81;
Гузенко О. І., аспірант кафедри електроніки і комп'ютерної техніки;
Пшеничний Р. М., доцент кафедри ТПХ.

11. Вольт-амперні характеристики мембранного електролізу гальванічних розчинів.

Доповідач: Кириченко О. М., завідувач лабораторіями кафедри ПТХ.

12. Гідродинамічні особливості роботи мембранного електролізера.

Доповідачі: Большаніна С. Б., канд. техн. наук, зав. каф. ТПХ;
Сердюк В. О., аспірант.

13. Formation of oxide coatings by electrolytic oxidation.

Доповідачі: Gusiev D., MSc student, group EM.m-81;
Yanovska A., PhD, Lecturer of the Department of Theoretical and Applied Chemistry;
Nahornyy D., PhD, Researcher, Institute of Applied Physics, NAS of Ukraine;
Ivchenko V., PhD, Department of Therapy, Pharmacology, Clinical Diagnostics and Chemistry, Sumy National Agrarian University, Ukraine.

СЕКЦІЯ «ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ І ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ»

Голова – зав. каф. ПГМ, канд. техн. наук, професор І. О. Ковальов.
Секретар – аспірант Д. В. Забіцький.

17–18 квітня 2019 р.

Початок о 9⁵⁰, ауд. ЛБ-110

1. Вплив пульсаційних явищ на функціонування вільновихрових насосів за умов транспортування забруднених рідин.

Доповідачі: Жуков А. М., студент;
Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми.

2. Підвищення напірності вільновихрового насоса шляхом удосконалення його лопатевої решітки.
Доповідачі: Євтушенко Ю. В., студентка;
Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми.
3. Удосконалення параметричного ряду вільновихрових насосів типу СВН шляхом розробки насоса СВН 125-20 з дотриманням основних вимог уніфікації.
Доповідачі: Волошин С. Д., студент;
Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми.
4. Дослідження клапанів поршневих насосів.
Доповідачі: Куліков О. А., студент, гр. ГМ.м.-81;
Ігнат'єв О. С., доцент, СумДУ, м. Суми.
5. Вільновихровий моноблочний насос для фармацевтичної промисловості.
Доповідачі: Переваруха М. Ф., студентка;
Забіцький Д. В., аспірант;
Герман В. Ф., доцент, СумДУ, м. Суми.
6. Оптимізація роботи багатодвигунних гідравлічних приводів для забезпечення синхронного переміщення робочих органів машин.
Доповідач: Гавриленко О. М., магістр, здобувач, СумДУ, м Суми.
Керівник: Кулініч С. П., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м Суми.
7. ХХІ століття – старі та нові проблеми для науковців та інженерів.
Доповідачі: Павленко С. С., студент, гр. ГМ-61;
Ковальов І. О., професор, зав. каф. ПГМ, СумДУ, м. Суми.
8. Світовий океан поки що чекає.
Доповідачі: Кучеренко Н. В., студент, гр. ГМ-61;
Ковальов І. О., професор, зав. каф. ПГМ, СумДУ, м. Суми.
9. Невикористані властивості закручених течій рідини.
Доповідачі: Ворона В. О., студент, гр. ГМ-61;
Ковальов І. О., професор, зав. каф. ПГМ, СумДУ, м. Суми.
10. Вплив ребер та канавок розміщених на стінках осьового підвідного пристрою на кавітаційні властивості насосу.
Доповідачі: Молошний О. М., аспірант;
Сотник М. І., д-р техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

11. Аналіз впливу зазору між робочим колесом і язиком відводу, та його вплив на енергоефективність робочого процесу насоса типу Д.

Доповідачі: Строкін О. О., аспірант, СумДУ, м. Суми;
Сотник М. І., д-р техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

12. Результати аналізу розподілу швидкості та тиску у спіральному відводі насосу типу Д.

Доповідачі: Черноброва А. К., аспірант СумДУ, PhD-72;
Сотник М. І., д-р техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

13. Про деякі додаткові резерви подальшого підвищення ККД насосів.

Доповідач: Пузік Р. В., аспірант.
Керівник: Ковальов О. І., професор, СумДУ, м. Суми.

14. Види подібності в лопатевих насосах.

Доповідачі: Луговий О. Л., студент, СумДУ;
Ракітянський М. М., студент, СумДУ.
Керівник: Колісніченко Е. В., доцент, СумДУ, м. Суми.

15. Вирішення проблеми роботи насосів при нерозрахункових режимах.

Доповідачі: Дегтярьов В. В., студент, СумДУ;
Маківський О. С., студент, СумДУ.
Керівник: Лугова С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОСМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ПРИКЛАДНА ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА)»

Голова – зав. каф. ПГМ, канд. техн. наук, професор І. О. Ковальов.
Секретар – аспірант Д. В. Забіцький.

17–18 квітня 2019 р.

Початок о 9⁵⁰, ауд. ЛБ-110

1. Енергетичне обстеження систем енергозбереження офісної будівлі.

Доповідачі: Токарев К. О., студент групи ЕМ.м-81;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

2. Моделювання теплового стану пасажирського вагону моделі 48-060 з комбінованою системою опалення.

Доповідачі: Богданюк О. С., студент групи ЕМ-51;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

3. Тепловий комфорт у будівлі.
Доповідачі: Гончаров О. М., студент групи ЕМ-71/7;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
4. Моделювання теплового стану пасажирського вагону купейного типу з комбінованою системою опалення.
Доповідачі: Лазаренко А. А. студент групи ЕМ-51;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
5. Алгоритм автоматизації синтезованого розрахунку теплової потужності будівлі.
Доповідачі: Медвідь С. А., студентка гр. ЕМ-51;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
6. Моделювання теплових режимів роботи критої спортивної споруди.
Доповідачі: Науменко В. В., студент гр. ЕМ.м-81;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
7. Енергетичне обстеження дошкільного навчального закладу.
Доповідачі: Матус Є. В., студент групи ЕМ-51;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Енергетичне обстеження дитячого навчально-виховного комплексу № 11 м. Суми.
Доповідачі: Літвін Є. І., студент групи ЕМ-51;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
9. Моделювання теплових режимів роботи гідротехнологічної споруди для занять водними видами спорту.
Доповідачі: Романюк В. А., студент групи ЕМ.м-81;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
10. Встановлення теплового насосу для потреб теплопостачання в багатоквартирних будівлях.
Доповідачі: Антоненко С. С., доцент каф. ПГМ;
Кошель К. І., студентка гр.ЕМ.м-81, СумДУ, м.Суми.
11. Умови розміщення сонячних батарей на конструкційних елементах будівлі.
Доповідачі: Литвиненко М. А., студент групи ЕМ-51;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.

12. Розміщення сонячних батарей електростанцій на стінах будівель.
Доповідачі: Сороколіт А. О., студент групи ЕМм-81;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.
13. Вплив конфігурації та орієнтації будівлі загальноосвітньої школи на енергоспоживання.
Доповідач: Сороколіт А. О., студент гр. ЕМм-81, СумДУ, м. Суми.
14. Алгоритм автоматизованого розрахунку теплових втрат в мережах централізованого теплопостачання.
Доповідачі: Підпригора Н. М., студент групи ЕМ-51;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.
15. Зниження втрат енергії в електричних мережах.
Доповідачі: Григоренко Д. І., студент гр. ЕМ-51;
Мандрика А. С., доцент, СумДУ, м. Суми.
16. Енергетичне обстеження систем енергоспоживання загальноосвітньої школи.
Доповідачі: Яценко Р. Ю. студент;
Мандрика А. С., доцент, СумДУ, м. Суми.
17. Вплив конфігурації та орієнтації будівлі на енергоспоживання.
Доповідач: Мошна С. В., інженер, м. Суми.
18. Моделювання процесу потоків продуктів згорання, які відходять з димоходу твердопаливного котла.
Доповідач: Передрієнко С. В., студент, ЕМ.м-81.
Керівник: Сапожніков С. В., доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»

Голова – зав. каф. ТТФ, канд. техн. наук, доцент С. М. Вансєв.
Секретар – аспірант А. С. Манжаров.

19 квітня 2019 р.

Початок о 10⁰⁰, ауд. ЛБ-205

1. Design of high efficiency stages for multi-shaft centrifugal compressors.

Speakers: Kalinkevych M., Professor;
Ihnatenko V., AssociateProfessor;
Bolotnikova O., undergraduate gr. ХК-51/2;
Obukhov O., Resecher, SSU, Sumy.

2. Компресорне обладнання установки для отримання скрапленого природного газу.
Доповідачі: Калінкевич М. В., професор;
Лісовенко Д. О., студент гр. ХК-51/2, СумДУ, м. Суми.
3. Апарат на повітряній подушці.
Доповідачі: Калінкевич М. В., професор;
Рудиченко Р. Р., студент гр. К.м-81,
СумДУ, м. Суми.
4. Тривимірна психрометрична діаграма для моделювання циклів енергетичних установок.
Доповідачі: Левченко Д. О., канд. техн. наук, доцент;
Козін В. М., канд. техн. наук, ст. викл.;
Манжаров А. С., аспірант; Шулумей А. В., аспірант,
СумДУ, м. Суми.
5. Вихровий компресор для стенду випробувань сухих газових ущільнень.
Доповідачі: Ванєєв С. М., доцент;
Шаталов Є. О., студент гр. К.м-81;
Семенов Ф. Д., студент гр. ХК-51, СумДУ, м. Суми;
Ксенженко П. О., викладач вищої категорії, Полтавський коледж НУХТ, м. Полтава.
6. Чисельне моделювання перетікань в зазорах робочого колеса відцентрової повітродувки.
Доповідачі: Бондаренко Е. І., студент групи К.м.-81;
Бондаренко Г. А., професор;
Бага В. М., канд. техн. наук, ст. викладач, СумДУ, м. Суми.
7. Вплив фізичних властивостей робочого середовища на характеристики внутрішніх ущільнень.
Доповідачі: Грицан М. Ю., Кузьменко О. Ю., студенти групи Х.м.-51;
Бондаренко Г. А., професор;
Бага В. М., канд. техн. наук, ст. викладач, СумДУ, м. Суми.
8. Струминно-реактивні турбіни.
Доповідачі: Ванєєв С. М., доцент;
Логвін П. Ю., студент гр. І-82, СумДУ, м. Суми.

9. Гіпотези робочого процесу вихрових компресорних машин.

Доповідачі: Ванєєв С. М., доцент;

Ніколаєнко Д. Р., студент гр. І-82;

Радченко В. С., студент гр. ХК.мз-81с, СумДУ, м. Суми.

10. Вплив конструктивного виконання осевого каналу ротора на ефективність струминно-реактивної турбіни.

Доповідачі: Ванєєв С. М., доцент;

Болотнікова О. О., студентка гр. ХК-51, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОСМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА)»

Голова – зав. каф. ТТФ, канд. техн. наук, доцент С. М. Ванєєв.

Секретар – аспірант А. С. Манжаров.

19 квітня 2019 р.

Початок о 10⁰⁰, ауд. ЛБ-205

1. Удосконалення установки ПГУ-20 з використанням рідинно-парового ежектора.

Доповідачі: Ніколаєнко О. В., магістрантка, група К.м-81;

Шарапов С. О., канд. техн. наук, асистент, СумДУ, м. Суми.

2. Вакуумна система з замкнутим контуром охолодження на базі рідинно-парового ежектора.

Доповідачі: Старченко М. Р., магістрант, група К.м-81;

Шарапов С. О., канд. техн. наук, асистент, СумДУ, м. Суми.

3. Numerical optimization of liquid-vapor ejector primary nozzle geometry.

Speakers: Husev D., MSc student, group EM.m-81;

Sharapov S., PhD, Assistant;

Chekh O., Leading Engineer, SSU, Sumy.

4. Енергоефективні режими експлуатації адсорбційних регенераторів теплоти та вологи на основі композитів «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат».

Доповідачі: Литовченко Р. Д., аспірант каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»;

Беляновська О. А., доцент каф. енергетики, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»;

Сухий К. М., професор каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»;

Сухий М. П., професор каф. енергетики, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет».

5. Реконструкція системи опалення виробничого приміщення з використанням теплонасосної установки.

Доповідачі: Овсієнко Ю. Ю., студент гр. Х.мз-81с;

Мелейчук С. С., доцент, СумДУ, м. Суми;

Баран В. В., викладач;

Галелюк А. З., викладач, Дрогобицький коледж нафти і газу.

6. Газовий тракт ротора струминно-реактивної турбіни.

Доповідачі: Родимченко Т. С., аспірант;

Ванєєв С. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми.

7. Порівняльний аналіз течії газу в щілинах та отворах з еквівалентною площею прохідного перетину.

Доповідачі: Лазуренко О. В., студент групи ХК –51;

Бондаренко Г. А., професор;

Бага В. М., канд. техн. наук, ст. викладач, СумДУ, м. Суми.

8. Турбогенератор на базі вихрової турбіни.

Доповідачі: Ванєєв С. М., доцент;

Кривчун Я. О., студент гр. К.м-81, СумДУ, м. Суми.

9. Дослідження струминно-реактивної турбіни.

Доповідачі: Ванєєв С. М., доцент;

Корінченко К. В., студент гр. К.м-81, СумДУ, м. Суми.

**СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ»**

THE DEVELOPMENT OF THE SPECIAL FIXTURE DEVICE FOR DRILLING OPERATION

*Kurylo O. O., student, group VI-51; Kushnirov P. V., Associate Professor,
Sumy State University, Sumy, Ukraine*

Special fixtures are being developed for assembling of certain workpieces, so these devices are narrowly targeted [1]. It was created a special fixture for drilling operation of the connecting rod processing that allows to locate the part in two prisms and plane. The workpiece being processed is fixed in the device with the help of pneumatic power drive that contains a double-acting pneumatic cylinder.

The fixture has a flap drill jig plate to direct a 16 mm drill (pic. 1). Drill jig bushing is fast-changing and should be put with some gap into the adapter sleeve, previously pressed into the drill jig plate [2].

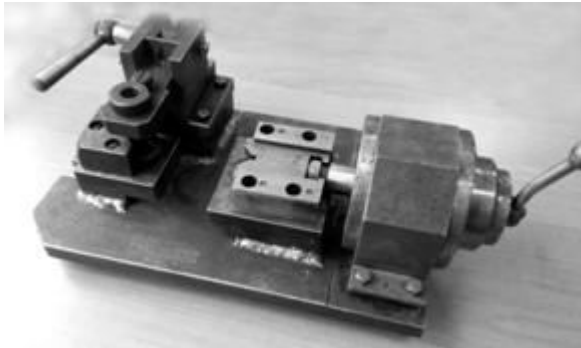


Figure 1 – Special fixture device with a flap drill jig plate

Piston rod lift of pneumatic cylinder is 15 mm that is enough for secure fixation of the connecting rod workpiece. Besides, there are key slots for precise device location on the fixture table. Device fixation on the table is provided with the help of bolts through bolt staples.

Thus, the developed special fixture device allows to provide accurate setting and secure fixation of connecting rod workpieces.

References

1. Borovyk A. I. Technological equipment of mechanical assembly / A. I. Borovyk. – Kondor, 2008. – 726 p.
2. Jig bushes and accessories for drilling purposes. Dimensions: ISO 4247-77 (Force into application 01.07.1996). Standards Publishing House, 14 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ МЕТОДАМИ СТАТИЧНОГО І ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ

*Літвінов І. М., студент, гр. ТМ.м-82; Осадчий А. С., студент, гр. ТМ.м-82;
Коломійченко С. В., студент, гр. ТМ.мз-71с;
Євтухов А. В., доцент, каф. ТМВІ*

З метою підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення диска 177.5610.000СБ (АМг5 ГОСТ 1583-93), який входить до складу одноступеневого осьового вентилятора ВО-800, розроблено спеціальну конструкцію верстатного пристрою для установки і закріплення заготовки під час її обробки на комплексній операції, яка здійснюється на свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті з ЧПК типу оброблювальний центр. Верстатний пристрій як невід'ємна частина замкненої технологічної оброблювальної системи, бере участь в забезпеченні якості оброблюваних поверхонь заготовки, а його проектування є складною багатоваріантною задачею, розв'язання якої, зокрема, пов'язано з визначенням оптимальних статичних і динамічних характеристик його конструкції.

Під час експлуатації конструкція верстатного пристрою і заготовка піддаються певному силовому впливу з боку процесу різання. Для забезпечення обраної схеми базування сили різання, які діють на заготовку повинні бути урівноважені відповідними силами закріплення та (або) реакціями опор з боку установлювальних елементів пристрою. Таким чином система «заготовка-пристрій» (ЗП) бере участь у складній силовій взаємодії, яка характеризується певним напружено-деформованим станом її конструкції. В рамках проведення аналізу напружено-деформованого стану конструкції пристрою виконаний розрахунок скінченноелементної моделі системи ЗП. При цьому як інструмент дослідження використовувалась «важка» система моделювання задач міцності та математичної фізики ANSYS Workbench (модуль Static Structural (статичний аналіз конструкції)). Побудову початкової геометричної моделі системи ЗП було здійснено у пакеті Компас-Графік 3D. До складу зазначеної системи увійшли моделі заготовки та двох контактуючих з нею елементів пристрою: оправки та прихвата. При описанні властивостей моделі задані матеріали: заготовка – Aluminum Alloy (алюмінієвий сплав), елементи верстатного пристрою – Structural Steel (конструкційна сталь). Фізико-механічні властивості матеріалів обрані за замовчуванням для пакета ANSYS Workbench і в цілому відповідають характеристикам алюмінієвого сплаву: межа текучості – 280 МПа, модуль Юнга – $7,1 \cdot 10^4$ МПа, середньовуглецевої конструкційної сталі: межа текучості – 250 МПа, межа міцності – 460 МПа, модуль Юнга – $2 \cdot 10^5$ МПа.

Для проведення аналізу напружено-деформованого стану конструкції системи ЗП задано граничну умову Fixed Support (зафіксована основа) по нижній поверхні опори. Також задані зусилля закріплення, діюче на

заготовку з боку прихвата у розмірі 3000 Н, та момент різання, який має місце при розточуванні отвору в заготовці у розмірі 2,4 Н·м. Умови контакту між сполученими елементами системи ЗП задані як «тертя ковзання». Метод побудови сітки скінчених елементів – Adaptive (адаптивний).

У результаті розрахунку моделі були одержані епюри деформацій (Total Deformation), еквівалентних пружних деформацій (Equivalent Elastic Strain) і напружень (Equivalent (Von-Mises) Stress), а їх аналіз показав таке. В умовах силової взаємодії елементи системи ЗП мають достатню жорсткість і міцність. Найбільш сприйнятливим до зовнішнього навантаження елементом системи є прихват, конструкцію якого можна охарактеризувати як тонкостінну. Максимальні значення деформації прихвата становлять 0,074 мм, що є допустимим для рухомих елементів конструкції верстатного пристрою. Максимальні значення внутрішніх напружень також характерні конструкції прихвата (27,3 МПа), що є допустимим, так як не перевищує межу міцності матеріалу (460 МПа).

В процесі експлуатації конструкція верстатного пристрою окрім силового впливу піддається впливу динамічного середовища. Оцінювання реакції системи верстатного пристрою на вплив динамічного середовища має враховувати виявлення частот і форм вільних коливань конструкції та здійснюється з використанням методу модального (частотного) аналізу. З метою виявлення умов виникнення резонансу в процесі експлуатації спроектованого верстатного пристрою виконаний розрахунок скінченноелементної моделі системи ЗП. При цьому як інструмент дослідження використовувався пакет ANSYS Workbench (модуль Modal (динамічний аналіз конструкції)).

У результаті розрахунку моделі були одержані епюри перших трьох форм (мод) вільних коливань системи ЗП, а їх аналіз дозволив виявити значення частот і форми вільних коливань досліджуваної конструкції. Так, значення частот 1 – 3 форм вільних коливань системи складають 1126, 1170, 1174 Гц відповідно. Співпадіння частот вільних коливань системи ЗП із частотами вимушених коливань мало ймовірно, так як сучасне верстатне устаткування, яке є потенційним джерелом вимушених коливань, працює з частотами обертання шпинделя до 10000 – 15000 об/хв (166 об/с (Гц) – 250 об/с (Гц)), що є значно меншим значень частот вільних коливань конструкції спроектованого пристрою. Однак, щоб уникнути втрати стійкості системи ЗП рекомендується враховувати можливість підвищення рівня частот вимушених коливань технологічної оброблювальної системи при використанні осевого різального інструмента з великою кількістю різальних зубців. Так, під час фрезерування поверхні заготовки фрезою з кількістю зубців $z = 6$ на частоті обертання шпинделя 10000 об/хв, частота вимушених коливань складатиме $(166 \cdot 6) = 996$ Гц, а для $z = 7$ – $(166 \cdot 7) = 1162$ Гц, що є близьким до значень частот 1 – 3 форм вільних коливань системи ЗП.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОВЕРХОНЬ ЦАПФИ ШЛЯХОМ ЇХ ОБРОБЛЕННЯ СПОСОБОМ ПОДВІЙНОЇ ОСЦИЛЯЦІЇ БРУСКІВ

*Леунов О. А., студент, гр. ТМ.мз-81с; Савчук В. І., доцент, каф. ТМВІ;
Євтухов А. В., доцент, каф. ТМВІ*

В хімічній, медичній, харчовій та інших галузях народного господарства України для роз'єднання неоднорідних систем, що складаються з двох або більше фаз (суспензій та емульсій), широко застосовуються центрифуги. Однією із багатьох конструкцій центрифуг є центрифуга безперервної дії моделі ОГШ–353К–02 на безперервну роботу якої суттєво впливає цапфа, що входить в склад її конструкції.

Робота цапфи відбувається на різних режимах центрифуги і в багатьох випадках залежить від якості її опорних зовнішніх поверхонь. Технологічний процес виготовлення цапфи передбачає ряд оздоблювальних операцій, на яких забезпечуються потрібна точність форми і шорсткість її опорних поверхонь. На підприємстві для забезпечення шорсткості $R_a = 0,32-0,63$ мкм застосовують метод полірування, який не завжди забезпечує шорсткість поверхні за вимогами креслення. Полірування не видаляє глибокі риски, подряпани, задирки попередніх методів обробки. Обробка поверхні відбувається з підвищеною температурою і негативно впливає на мікрорельєф верхнього шару заготовки. Застосування різних абразивних матеріалів шліфувальної стрічки, составів змащувально-охолоджувальних рідин, оптимальних режимів різання не виключають наведений недолік.

Для зменшення шорсткості поверхонь і забезпечення потрібного мікрорельєфу поверхні заготовки активно застосовується спосіб подвійної осциляції брусків [1, 2]. В кінематичну основу способу подвійної осциляції брусків закладені дві схеми робочих циклів інструмента, які реалізуються спеціально розробленою інструментальною головкою.

Теоретичними дослідженнями були запропоновані оптимальні робочі схеми обробки абразивними брусками опорних поверхонь цапфи, а експериментальні дослідження дозволили забезпечити шорсткість поверхонь цапфи згідно вимог креслення і виключити із існуючого технологічного процесу операцію полірування.

Список літератури

1 Савчук, В. І. Технологические возможности финишных способов обработки абразивными брусками / В. И. Савчук, В. А. Иванов, М. А. Телетов // Суми: Видавництво СумДУ, Вісник СумДУ, серія «Технічні науки», №11, 2005. – С. 140 – 145.

2 Савчук, В. І. Технологические особенности обработки подшипниковых шеек валов суперфинишированием / В. И. Савчук, А. В. Євтухов // Суми: Компрессорное и энергетическое машиностроение, №1 (39), март, – 2015. – С. 52 – 55.

РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ОПЕРАЦІЇ СВЕРДЛІННЯ ОТВОРІВ

Хоменко О. М., студент, гр. ТМм-82; Несвіт О. М., завідувач відділення, МК СумДУ; Савчук В. І., доцент, каф. ТМВІ; Євтухов А. В., доцент, каф. ТМВІ

У сільському господарстві України широко застосовуються колісні трактори Т–150К. Компонівка трактора виконана у вигляді рами з переднім розташуванням двигуна і заднім – карданної передачі. Вилка ведена є однією із деталей, яка входить до складальної одиниці карданної передачі трактора та слугує для передачі обертання від карданного валу колесам трактора.

Вилка ведена виготовляється на ОАО «Харківський тракторний завод». Аналізом існуючого технологічного процесу виготовлення вилки веденої встановлено, що деякі операції виконуються за підвищеним штучно-калькуляційним часом, який впливає на змінну норму виробітку заготовок. Однією із таких операцій є свердління двох отворів діаметром 8,4 мм під різь М10–6Н, в які вкручуються маслянки для безперервного подання мастила в місія тертя частин механізму. Ця операція виконується на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н150. Структура допоміжного переходу операції складається із часу на встановлення, закріплення, вивірення, контрольні вимірювання, переустановлення вилки веденої для подальшої обробки. За даними підприємства, час допоміжних прийомів на встановлення, закріплення, вивірення вилки веденої становить в середньому приблизно 56% часу всієї операції і є її «вузьким місцем» на виробництві при виконанні змінного завдання. Для усунення «вузького місця» операції застосовують конструкцію спеціального верстаного пристрою. Однак існуюча на виробництві конструкція пристрою не дозволяє досягти значного скорочення допоміжного часу.

З цією метою була розроблена спеціальна конструкція пристрою, яка встановлюється на стіл вертикально-свердлильного верстата [1]. Відмінною частиною конструкції передбачені два штоки, нижні кінці яких з'єднані із пластиною, притиснутої до діафрагми, а верхні кінці з'єднані із кондукторною планкою, в якій встановлюються змінні кондукторні втулки. Заготовка, що встановлюється на призми, під дією рухів штоків одночасно базується і закріплюється кондукторною планкою. Для переустановлення заготовки для свердління другого отвору в призмі передбачений фіксатор. Пристрій з'єднаний трубопроводом із керуючим краном, який розподіляє стиснуте повітря, що поступає у верхню частину камери односторонньої дії.

Дослідженнями встановлено, що допоміжний час операції знаходиться в межах 8–10 секунд и становить приблизно 7–9% від всього часу операції.

Список літератури

1 Пат. 108735 МПК Україна (2016.01) Пристрій для закріплення рейки / від 25.07.2016., Бюлетень № 14, Савчук В. І., Івченко О. В., Сидоренко М. В.

НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ (СТАНДАРТИ) ДЛЯ РІЗУЧИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Руденко О. Б., ст. викл. каф.ТМВІ; Молокоєдов В. С., студент, гр.ТМ.м-71

Один з етапів розробки технологічних процесів механічної обробки деталей – це визначення стандартного позначення технологічного оснащення (верстатних пристосувань, ріжучого, допоміжного та вимірювального інструментів).

До 1992 р. основним джерелом цієї інформації були державні стандарти ГОСТ колишнього СРСР. По ріжучим інструментам – це 41 стандарт для свердл, 24 – для зенкерів, 38 – для розгортки, 95 – для фрез, 28 – для мітчиків, , 53 – для різців тощо.

У 1992 році члени СНД уклали угоду, якою визнали діючі стандарти «ГОСТ» СРСР, як міждержавні (зі збереженням аббревіатури «ГОСТ»).

Наприкінці 2007 року з метою приведення міждержавних стандартів у відповідність до «Угоди про технічні бар'єри у торгівлі Світової організації торгівлі» Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики своїм наказом міждержавні стандарти виду "конструкції та розміри" були прийняті як національні стандарти ДСТУ ГОСТ з наданням їм чинності з 1 липня 2008 р. (чинність відповідних міждержавних стандартів в Україні була скасована). При цьому:

1) перевидання стандарту не передбачалося (тобто зміст прийнятого національного стандарту ДСТУ ГОСТ повністю відповідає змісту відповідного міждержавного стандарту ГОСТ);

2) розроблені підтверджувальні повідомлення, які були розташовані на обкладинках відповідних стандартів шляхом їх наклеювання;

3) із стандартів була вилучена фраза "Несоблюдение стандарта преследуется по закону" (вимоги прийнятих національних стандартів тепер вважаються добровільними).

Протягом наступних років інші окремі міждержавні стандарти ГОСТ також були прийняті як національні ДСТУ ГОСТ.

Де які міждержавні стандарти залишилися діючими в Україні.

Наприкінці 2015 року на виконання «Програми діяльності Кабінету Міністрів України» (в частині припинення дії на території України стандартів колишнього СРСР) Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») своїми наказами з 01.01.2018 року:

- скасував чинність національних стандартів ДСТУ ГОСТ (наказ від 14.12.2015 р. за № 182);

- скасував чинність окремих міждержавних стандартів ГОСТ (наказ від 14.12.2015 р. за № 183).

Для де яких стандартів термін скасування чинності з 01.01.2018 р. був перенесений на 01.01.2019 р., на 01.01.2020 р. тощо.

Оскільки Україна є членом ISO та IEC (з 1993 року), одним з пріоритетів розвитку національної системи стандартизації стало зближення та гармонізація з цими міжнародними системами. Своїми наказами ДП «УкрНДНЦ» проводить прийняття національних стандартів ДСТУ ISO XXXXX:XXXX (ISO XXXXX:XXXX, IDT), гармонізованих з європейськими та міжнародними стандартами методом підтвердження з наданням їм чинності з 1 січня 2019 року. При цьому для нормативних документів ДСТУ ISO, прийнятих методом підтвердження, передбачено лише оприлюднення підтверджувального повідомлення і не передбачено перекладу або офіційного видання нормативного документа (ДСТУ 1.7:2015 «Національна стандартизація. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів»).

Мета даної роботи – визначення переліку стандартів для ріжучих інструментів, які є актуальними в Україні на теперішній час.

В роботі використовувалися інформаційні бази серверу нормативних документів в сфері технічного регулювання в Україні «ЛЕОНОРМ» (<http://www.leonorm.lviv.ua>), базу законодавчих актів України «ЕПЦЕНТР» (<http://epicentre.com.ua/>), базу «Міжнародної організації по стандартизації» (<https://www.iso.org>) тощо.

Було з'ясовано, що чинними на поточний час в Україні є (див. табл. 1):

- міждержавні стандарти: ГОСТ XXXXX:XXXX, ГОСТ XXXXX:XXXX (ISO XXXXX:XXXX, MOD), ГОСТ ISO XXXXX:XXXX (ISO XXXXX:XXXX, IDT);
- національні стандарти: ДСТУ ISO XXXXX:XXXX (ISO XXXXX:XXXX, IDT), міжнародні стандарти: ISO XXXXX:XXXX (оскільки Україна є членом ISO);

Таблиця 1 – Інформація по чинним в Україні стандартам

Тип стандарту	Кількість стандартів за видами інструментів					
	свердло	зенкер	розгортка	мітчик	фреза	різець
ГОСТ XXXXX:XXXX	–	–	–	–	1	1
ГОСТ XXXXX:XXXX (ISO XXXXX:XXXX, MOD)	1	–	2	–	10	1
ГОСТ ISO XXXXX:XXXX (ISO XXXXX:XXXX, IDT)	–	–	–	–	2	1
ДСТУ ISO XXXXX:XXXX (ISO XXXXX:XXXX, IDT)	6	1	1	1	4	–
ISO XXXXX:XXXX	13	5	10	7	10	3
Всього	20	6	13	11	30	9
<i>Було ГОСТів СРСР</i>	41	24	38	28	95	53

В подальшому планується знаходження електронних видань цих стандартів для автоматизованої системи їх пошуку для ріжучих інструментів.

АНАЛІЗ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ КРУГЛОГО ВРІЗНОГО ШЛІФУВАННЯ МЕТОДАМИ ТАУ

*Орлов Р. О., студент, гр. ТМ.м-81; Литовка А. С., студент, гр. ТМ.м-81;
Свухов А. В., доцент, каф. ТМВІ; Савчук В. І., доцент, каф. ТМВІ*

Динамічна система круглого врізного шліфування (ДС КВШ) із достатньо високим ступенем точності може бути описана тримасовою моделлю, до складу якої входять приведені маси систем «заготовка» m_1 , «шліфувальний круг» (ШК) m_2 і «шліфувальна бабка» (ШБ) m_3 [1]. При цьому як вхідні впливи щодо системи можуть бути розглянуті висота виступу dh , що набігає на ШК і характеризується початковою некруглістю оброблюваної поверхні заготовки та відцентрова сила F_c , викликана неурівноваженістю ШК. Якщо як узагальнені координати системи розглянути фактичну глибину шліфування x_2 , пружні деформації систем «заготовка» x_1 і ШБ x_3 , а пружну деформацію системи ШК представити виразом $L = (dh - x_1 - x_2)$, то структурну схему ДС КВШ можна представити у вигляді, зображеному на рисунку 1.

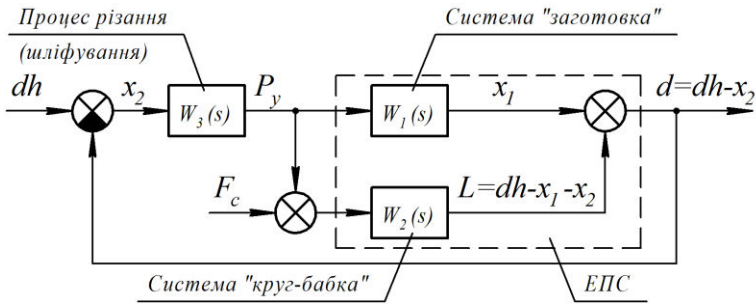


Рисунок 1 – Структурна схема динамічної системи КВШ

Вихідним сигналом для еквівалентної пружної системи (ЕПС) є пружна деформація системи d (див. рис. 1), яка утворює одиничний зворотний зв'язок. У роботі [1] розглянуто математичну модель ЕПС ДС КВШ, представлену системою рівнянь:

$$\begin{cases} m_1 \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} + b_1 \cdot \frac{dx_1}{dt} + c_1 \cdot x_1 = P_y, \\ m_2 \cdot \frac{d^2 (dh - x_1 - x_2)}{dt^2} + b_2 \cdot \frac{d(dh - x_1 - x_2 - x_3)}{dt} + c_2 \cdot (dh - x_1 - x_2 - x_3) = P_y + F_c, \\ m_3 \cdot \frac{d^2 x_3}{dt^2} + b_3 \cdot \frac{dx_3}{dt} - b_2 \cdot \frac{d(dh - x_1 - x_2 - x_3)}{dt} + c_3 \cdot x_3 - c_2 \cdot (dh - x_1 - x_2 - x_3) = 0. \end{cases}$$

При цьому c_1 і b_1 – коефіцієнти жорсткості і демпфірування (в'язкого тертя), що характеризують пружні та непружні зв'язки між системою

«заготовка» та станиною верстата, c_2 і b_2 – між системами ШК і ШБ, c_3 і b_3 – між системою ШБ і станиною верстата. Радіальна складова сили різання (шліфування) визначається лінійною залежністю $P_y = c_p \cdot x_2$, де c_p – коефіцієнт різання («жорсткість» процесу різання).

Аналіз наданої структурної схеми (див. рис. 1) методами ТАУ дозволив виявити передаточні функції систем «заготовка» $W_1(s)$, «круг-бабка» $W_2(s)$ і «процес різання» $W_3(s)$:

$$W_1(s) = \frac{x_1(s)}{P_y(s)} = \frac{1}{m_1 \cdot s^2 + b_1 \cdot s + c_1},$$

$$W_2(s) = \frac{L(s)}{P_y(s)} + \frac{L(s)}{F_c(s)} =$$

$$= \frac{m_3 \cdot s^2 + (b_2 + b_3) \cdot s + c_2 + c_3}{(m_2 \cdot s^2 + b_2 \cdot s + c_2) \cdot [m_3 \cdot s^2 + (b_2 + b_3) \cdot s + c_2 + c_3] - (b_2^2 \cdot s^2 + 2b_2 \cdot c_2 \cdot s + c_2^2)},$$

$$W_3(s) = \frac{P_y(s)}{x_2(s)} = c_p.$$

Під час дослідження ДС КВШ особливий інтерес викликає зіставлення ступеня впливу, що надається на змінення фактичної глибини шліфування x_2 величинами dh і F_c . У зв'язку з цим були визначені вирази таких передаточних функцій:

$$W_4(s) = \frac{x_2(s)}{dh(s)} = \frac{1}{1 + W_3(s) \cdot (W_1(s) + W_2(s))},$$

$$W_5(s) = \frac{x_2(s)}{F_c(s)} = \frac{W_2(s)}{1 + W_3(s) \cdot (W_1(s) + W_2(s))}.$$

При розв'язанні статичної задачі ($s = 0$):

$$W_4(s=0) = \frac{1}{1 + c_p \cdot \left(\frac{c_2 \cdot c_3 + c_1 \cdot c_2 + c_1 \cdot c_3}{c_1 \cdot c_2 \cdot c_3} \right)} = \frac{1}{1 + c_p \cdot \frac{1}{j}} = \frac{j}{j + c_p},$$

$$W_5(s=0) = \frac{(c_2 + c_3)}{c_2 \cdot c_3} \cdot \frac{j}{j + c_p},$$

де j – коефіцієнт статичної жорсткості системи КВШ.

Список літератури

1. Євтухов В. Г. Моделювання процесу круглого врізного шліфування / В. Г. Євтухов, А. В. Євтухов, М. В. Чижова // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2009. – №1. – С. 124–133.

СИСТЕМА БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ОСЬОВОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Білан Б. О., студент, гр.ТМ-51; Колесник В. О., ст. викл. каф. ТМВІ

У процесі різання відбуваються інтенсивні процеси тепловиділення і теплопередачі, що формують складне температурне поле в інструменті, заготовці та стружці. Температура впливає на стійкість інструменту і якість обробленої поверхні, і повинна враховуватися в дослідженнях процесу різання. Особливо гостро це питання стоїть при свердлінні пакетів вуглепластик / титановий сплав, оскільки і титановий сплав і вуглепластик вельми чутливі до підвищеної температури, хоча критичні значення для кожного шару сильно відрізняються. У зв'язку з цим, вимірювання температури в процесі свердління є важливим науково - технічної завданням.

Відомі на сьогоднішній день методики і техніки вимірювання температури можуть бути класифіковані за методами вимірювання на калориметричний, термопари, термофізичних, термографічний. На основі літературного огляду було встановлено, що найбільш раціональним при вимірюванні температури осьового різального інструменту в процесі механічної обробки є метод штучної термопари. Однак, використання цього методу при вивченні впливу режимів різання на температуру різання, зношення інструменту, точність і якість обробленої поверхні обмежується тим, що в реальних умовах свердло обертається з досить великою частотою, що робить неможливим застосування традиційних схем реєстрації даних. Це не дозволяє виміряти температуру безпосередньо на осьовому інструменті.

Запропоновано виконувати вимірювання температури на осьовому інструменті що обертається методом штучної термопари, за рахунок використання розробленої системи бездротової передачі даних від датчика (термопари К-типу діаметром 0,6 мм), розміщеного в осьовому інструменті на персональний комп'ютер (ПК). Блок реєстрації інформації має незалежне джерело живлення, механічно фіксується безпосередньо на технологічній оправці закріпленій у шпинделі верстата. Блок включає в себе пристрої реєстрації термоЕРС, оцифрування, накопичення і Bluetooth передачі цифрових даних. Нерухомий приймач приймає ці дані і через USB канал передає їх на ПК. Пристрій реєстрації термоЕРС являє собою нормуючий підсилювач термопари з компенсацією холодного спаю. Реєстрація та передача даних відбувається з частотою 200 Гц. Похибка вимірювання температури не перевищує 1°C у діапазоні вимірювання від 0 до 200 °C та 2 % у діапазоні 250–1 000 °C

Запропонована система дозволяє контролювати температуру ріжучого інструменту у режимі реального часу, що значно полегшує збір і обробку даних при дослідженні впливу режимів різання на температуру різання під час свердління або фрезерування різних конструкційних матеріалів.

ДО ОБГРУНТУВАННЯ САМОЗАТОЧУВАННЯ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ

*Федорович В. О., д-р техн. наук, проф. каф. «ІТМ»;
Пижов І. М., д-р тухн. наук, проф. каф. «ІТМ»; Волошкіна І. В., аспірант
каф. «ІТМ», гр. АВ-7-131, Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Головною причиною високої собівартості процесу шліфування в режимі самозаточування алмазно-абразивного інструменту, разом з високою вартістю алмазних кругів, є надзвичайно низький коефіцієнт використання потенційних різальних властивостей алмазних зерен. Відомо, що не більше 15 % потенціалу різальних властивостей алмазних зерен ефективно використовуються, інші 95–85 % йдуть в шлам.

Ефективне використання зерен круга в значній мірі залежить від їх вильоту над зв'язкою. Так, за даними [1–3], по причині різновисоті тільки близько 15 % зерен є ріжучими, а решта пластично деформують метал або не контактують з ним взагалі. Це ж підтверджується результатами профілографування поверхні кіл [4].

Одним з перспективних методів визначення раціональної структури і властивостей композиційних матеріалів є 3D моделювання НДС системи шліфування [5]. З точки зору 3D моделювання процесу зручніше оперувати не висотою виступаючих зерен над зв'язкою, а глибиною їх закладення в зв'язці (h).

Для встановлення впливу величини закладення на НДС в зоні шліфування була створена розрахункова модель, представлена на рисунку 1 (зв'язка керамічна, діамантове зерно 200/160 в формі октаедра). Це може дозволити судити про можливості руйнування зв'язки кола, тобто відновлення його ріжучої поверхні. Значення глибини закладення зерен брали в межах 25 % – 75 % від їх найбільшого розміру.

Виконані розрахунки показали, що в прийнятих межах зміни h значення бекв, можуть бути менше або більше межі міцності керамічної зв'язки. Так, наприклад, межі міцності найбільш використовуваних керамічних зв'язок $\sigma_1 = 28,4\text{--}52$ МПа $\sigma_p = 10,7\text{--}17,1$ МПа [2, 3]. Можна припустити, що в разі, коли бекв > 52 МПа, коло буде працювати в режимі інтенсивного самозаточування, а при бекв < 17 МПа в режимі засалювання. Перший випадок настає при значеннях h менших 25 %, а другий при h близьких до 75 % від максимальної величини зерна. В останньому випадку коло буде втрачати свої ріжучі здатності, що призведе до зниження ефективності процесу шліфування.

Таким чином, виконані дослідження дозволяють зробити висновок про те, що процес 3D моделювання НДС в зоні шліфування може служити базою для встановлення оптимальних параметрів рельєфу робочої поверхні круга. Надалі представляє інтерес розширення досліджень в даній галузі.

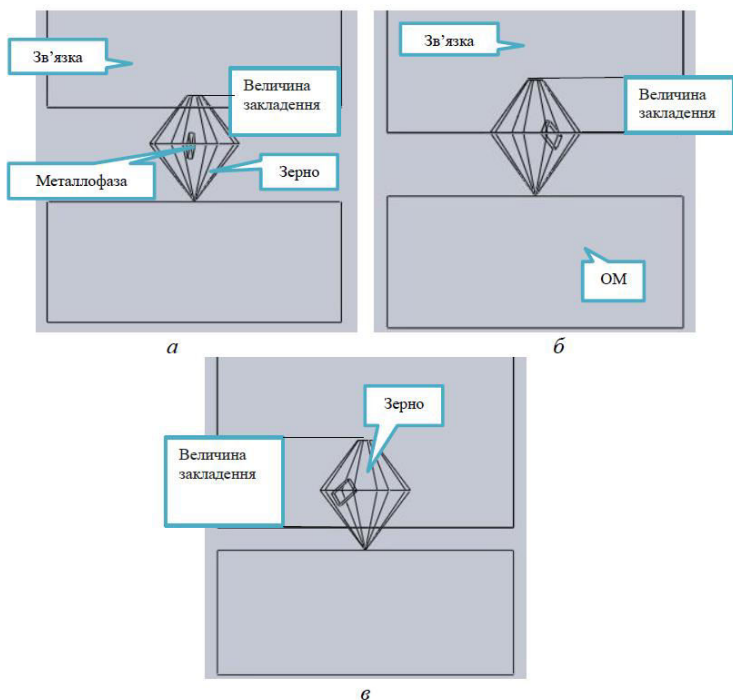


Рисунок 1 – Розрахункова модель для вивчення впливу величини закладення зерна на НДС в процесі надшвидкісного шліфування закладення зерна в зв'язці 25 % (а), 50 % (б) і 75 % (в) від розміру зерна

Список літератури

1. Маслов Е. И. Основы теории шлифования / Маслов Е. И. – Москва : Машиностроение, 1974. – 320 с.
2. Надтверді абразивні матеріали в механообробці: довідниковий посібник / В. І. Лавріненко, М.В. Новіков; під заг. ред. акад. НАН України М. В. Новікова. – Київ : ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2012. – 398 с.
3. Кремень З. И. Технология шлифования в машиностроении / З. И. Кремень, В. Г. Юрьев, А. Ф. Бабошкин; под общ. ред. З. И. Крменя. – Санкт-Петербург : Политехника, 2007. – 424 с.
4. Филимонов Л. Н. Высокоскоростное шлифование / Л. Н. Филимонов – Москва : Машиностроение, 1979. – 248 с.
5. Грабченко А. И. 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования / А. И. Грабченко., В. Л. Доброскок, В. А. Федорович; учебн. пособие. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2006. – 364 с.

ЕЛЕМЕНТИ САD-СИСТЕМИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПРЯМОЗУБИХ КОЛІС ІЗ ДОВІЛЬНИМ ПРОФІЛЕМ БІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Третяк Т. С., ст. викл., каф. «ІТМ»; Мироненко О. Л., канд. техн. наук, доцент каф. «ІТМ»; Мироненко С. О., студент, каф. «ОТП», гр. КІТ 266; Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підтримка тривалого життєвого циклу виробу вимагає комплексної оптимізації його виготовлення. Одним з напрямків є імітаційне комп'ютерне моделювання геометричних, кінематичних і фізико-механічних особливостей продукції на базі фундаментального математичного методу та об'єднання його з САD-системою. Складністю підходу є створення універсального математичного апарата, що дозволяє отримувати однотипні описи задач формоутворення.

Розглядається перший етап у створенні САD-системи підготовки виробництва циліндричних прямозубих зубчастих коліс з довільним профілем бічних поверхонь, його особливістю є використання як математичного апарату методу афінної перетворення простору [1]. Він дозволяє отримувати рішення в операторній, матричній та параметричній формах. Програми та розрахункові модулі виконуються в середовищі Delphi. Засобом візуалізації результатів обраний пакет Компас компанії Аскон. Основним завданням етапу є створення параметричного рівняння лінії формотворного контуру на базі однорідної системи рівнянь, отриманих на базі теорії відображень [1, 2].

Сучасні тенденції механічної обробки спрямовані на спрощення інструмента й ускладнення кінематики встаткування, що вимагає вирішення зворотньої задачі формоутворення - знаходження поверхні зубчастого колеса як обгинаючої заданої поверхні інструмента. Пропонується структурний підхід, що не вимагає виводу конкретних аналітичних рівнянь.

По зазначеному алгоритму розроблена програма. Вхідною інформацією є координати та геометричні характеристики точок профілю інструмента та параметри зубчастого колеса. Результатом програми є:

- координати точок профілю колеса, що формоутворюється;
- виведення на екран комп'ютера зображення профілів інструмента та деталі, а також їх рухів у процесі обкатування з виділенням точок, у яких у розглянутий момент часу виконалася умова торкання профілів.

Список літератури

1. Перепелиця Б. О. Відображення афінного простору в теорії формоутворення поверхонь різанням. Х., 1981. – 152 с.
2. Кривошея А. В., Кондусова Є. Б., Третяк Т. Є. Про геометричне моделювання зубів зубчастих коліс, що виробляються, на основі багатопараметричних відображень. Збірка «Інформаційні технології», вип. 7, ХДПУ, 1999.

КЛАСИФІКАЦІЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ ВИЛОК

*Косов М. О., аспірант; Косов І. О., аспірант; Євдокимов О. Д., студент;
Дегтярьов І. М., ст. викладач; Іванов В. О., доцент, каф. ТМВІ, СумДУ, м. Суми*

Забезпечення заданої точності та якості обробки деталей на підприємствах є однією з найважливіших задач. Технологія виготовлення деталей значно залежить від конструкторсько-технологічних особливостей деталей і впливає на процес складання та подальшої експлуатації виробів.

На основі аналізу деталей типу вилок розроблено класифікацію деталей за конструкторськими і технологічними ознаками. Вилки поділяються на вилки переміщення, що переміщують зубчасті колеса, муфти і подібні ним кінематичні ланки машин, та вилки шарнірного з'єднання, які є проміжними деталями шарнірних з'єднань у машинах. За геометричною формою деталей вилки можуть бути Н-типу, Y-типу, або іншої конфігурації. Довжини плечей та їх співвідношення відіграють важливу роль при виконанні службового призначення, зокрема передають сили та рух спряженим деталям, змушуючи їх виконувати відповідні переміщення із заданою швидкістю. Вилки мають досить різноманітну форму вушок та хвостовиків. Конструкторськими базами вилок, як правило, є поверхні отворів, що реалізують подвійну напрямну базу, через які вилки з'єднуються з іншими деталями. Допоміжними базами традиційно є поверхні гладких отворів, паралельні основній базі, і рідше поверхні різбових і гладких отворів, що перпендикулярні основній конструкторській базі. Як правило, отвори мають круглу форму у поперечному перерізі, хоча є приклади деталей із некруглою базовою поверхнею або комбінованою. При переміщенні вилкою спряженої деталі створюється момент, що прагне повернути вилки і створити перекис відносно осі отвору, тому базові отвори прагнуть проектувати достатньої довжини, яка може бути суцільною або переривчаста. За точністю базової поверхні вилки поділяють на деталі високої точності (ІТ6-ІТ7), середньої точності (ІТ8-ІТ10) та низької точності (ІТ11-ІТ14). За габаритними розмірами вилки поділяються на малі (до 50x50x50 мм), середні (від 50x50x50 мм до 200x200x200 мм) та великі (більше 200x200x200 мм). За масою вилки можуть бути легкі (до 1 кг), середні (1...10 кг) та важкі (більше 10 кг). Вилки виготовляють із чавуну (сірий, ковкий), сталі (5, 20, 35, 45, 40Х), кольорових сплавів і неметалів.

Виконаний аналіз дозволяє описати будь-яку деталь типу вилок та віднести її до певної групи деталей зі схожими ознаками. Проектування технологічних процесів для таких груп деталей слід реалізовувати з позиції обробки деталі за один установ і забезпечення широкої інструментальної доступності. Такий підхід дозволяє інтенсифікувати процеси механічної обробки за рахунок скорочення кількості технологічних операцій.

**СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ
У МАШИНОБУДУВАННІ»**

ЗАСТОСУВАННЯ CAPP-СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗБІРКИ

*Воропай Р. О., студент, гр. ТМ.м-82; Бабич Д. О., студент, гр. ТМ.м-82;
Алексєєв О. М., професор, каф. ТМВІ*

В умовах сучасної ринкової економіки особливої гостроти для машинобудівних підприємств України набуває проблема підвищення якості технічної підготовки виробництва при одночасному скороченні її термінів і вартості. Одним з перспективних напрямків вирішення проблеми є комп'ютеризація проектних робіт при якій з'являється можливість підняти на новий рівень якість проектування, ефективно вирішувати багато складних інженерно-технічних задач, що раніше опускалися або розглядалися спрощено. Системний підхід, комплексне впровадження сучасних PLM систем, заснованих на використанні комп'ютерних технологій на всіх етапах машинобудівного виробництва, різко підвищують темпи технічної підготовки виробництва нової конкурентоспроможної продукції.

При аналізі можливості впровадження PLM систем для підвищення ефективності технічної підготовки виробництва зазвичай обмежуються розглядом її найбільш відомих елементів, побудованих на CAD/CAM/CAE технологіях, і в меншій мірі приділяють увагу вдосконаленню планування виробництва на основі CAPP (Computer Aided Production Planning) систем. Одночасно цей сегмент ринку програмних продуктів останнім часом поповнився такими ефективними рішеннями, як, наприклад, «Вертикаль» (Аскон), «ADEM CAPP» (Група компаній ADEM), «Windchill MPMLink» (PTC) та ін.

На кафедрі ТМВІ СумДУ для виконання навчальних завдань, пов'язаних з технічною підготовкою виробництва в рамках дипломного проектування за спеціальністю 6/8.131 «Прикладна механіка» («Технології машинобудування») використовується CAPP система «Вертикаль». Вона вигідно відрізняється тим, що дозволяє проектувати технологічні процеси для різних видів виробництв (механічної обробки, складання, зварювання та ін.) в декількох автоматизованих режимах. Вбудовані бази знань, правил і даних звільняє студентів від рутинних операцій з оформлення проектної документації, що дозволяє при виконанні дипломних робіт основну увагу зосередити на прийнятті технологічних рішень.

Особливо ефективним є застосування системи «Вертикаль» для проектування процесів складання, тому що в повному обсязі забезпечує оформлення складальних операцій, дозволяє визначити застосування комплектуючих в збірці, виконати комплексну перевірку технологічних документів і при цьому вимагає мінімальних витрат часу на коригування відповідних баз системи. Її використання для проектування технологічних процесів складання редуктора «ELMOT» і регулятора тиску РДУ-1 дозволило скоротити час на проектування в середньому в 2–3 рази.

ВИКОРИСТАННЯ CAD/CAM/CAE ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЕКТАХ МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

*Гриценко Р. М., студент, гр. ВІ.м-81; Литвинов Д. Ю., студент, гр. ВІ.м-81;
Алексєєв О. М., професор, каф. ТМВІ*

Сучасні машинобудівні підприємства України не зможуть вижити в міжнародній конкуренції, якщо не будуть випускати нові продукти кращої якості, більш низької вартості і за менший час. Тому при проведенні проектних робіт все частіше використовуються засоби комп'ютерної техніки для того, щоб автоматизувати і зв'язати один з одним завдання проектування і виробництва. Для цієї мети, як правило, використовуються технології автоматизованого проектування (CAD), автоматизованого виробництва (CAM) і автоматизованої розробки або конструювання (CAE). Таким чином, скорочується час і вартість розробки і випуску виробів машинобудування.

Досягнення в області застосування нових технологій дозволяють на базі металообробних верстатів застарілих конструкцій швидко і з найбільшою ефективністю створювати сучасне обладнання з розширеними функціональними можливостями. При цьому, крім простого відновлення верстата до робочого стану, необхідно постійне вдосконалення і впровадження власних, прогресивних технічних рішень і напрацювань.

На кафедрі ТМВІ СумДУ одним з основних напрямків дипломного проектування за спеціальністю 6/8.133 «Галузеве машинобудування», («Металорізальні верстати та системи») є виконання робіт з модернізації парку верстатного обладнання машинобудівних виробництв. При роботі широко використовуються комп'ютерні технології проектування, що прискорюють і полегшують створення, зміну, аналіз і оптимізацію проектів.

Геометричне моделювання, як правило, виконується в середовищі CAD систем КОМПАС і SolidWorks, що відносяться до систем автоматизованого проектування середнього рівня. З їх допомогою вирішується одна з основних задач проектування - достовірний опис геометрії конструкції, яка в значній мірі визначає всі наступні етапи життєвого циклу верстата. Геометрія, що задана в цих системах, використовується в якості основи для подальших операцій з аналізу взаємних переміщень деталей в процесі їх складання і безпосереднього виконання верстатом виробничих функцій (модуль Анімація, системи SolidWorks). Крім цього, виконується аналіз вібростійкості і пружно-деформованого стану найбільш навантажених деталей і верстата в цілому (на платформі APM FEM КОМПАС і Simulation SolidWorks).

Застосування викладеного підходу дозволяє реалізувати одне з найбільш значущих переваг CAD/CAM/CAE технологій, що полягає в економії часу і скорочення кількості помилок, пов'язаних з необхідністю визначати геометрію конструкції з нуля кожен раз, коли вона потрібна в розрахунках.

НАВЧАЛЬНИЙ ФРЕЗЕРНИЙ ВЕРСТАТ З ЧПК

Коротун М. М., доцент, каф. ТМВІ; Левченко О. О., студент, гр. МБ-71/2 ХМ

Сучасний освітній простір у галузі інженерних дисциплін характеризується широким використанням у навчальному процесі як віртуальних 3D моделей, так і фізичних, причому останні створюються як малогабаритні, для можливості їх розміщення на робочому столі, поруч із комп'ютером, як системою керування такими моделями. Відома фірма Festo Didactic давно займається випуском таких навчальних посібників, але їх достатньо висока ціна не завжди дозволяє скористуватися послугами фірми. У такому разі навчальні моделі верстатів можна створити своїми силами з урахуванням можливостей. Нами запропоновано розробити такий Навчальний фрезерний верстат з комп'ютерною системою ЧПК на базі корпусу малого інструментального мікроскопа. Призначена така модель для проведення лекційних занять, практичних, лабораторних робіт з різних дисциплін, пов'язаних з верстатами, різанням, інструментом, технологією машинобудування, електроприводами, автоматизацією, числовим програмним керуванням, мікропроцесорними системами, обчислювальною технікою, сучасними інформаційними технологіями, а також для технічної творчості та ін. Навчальний фрезерний верстат з комп'ютерною системою ЧПК, містить станину малого інструментального мікроскопа, регульований привід головного руху, причому потужність приводу не перевищує декількох ват, що гарантує значну безпеку при роботі з гострим ріжучим інструментом. Крім того, верстат має приводи поздовжньої, поперечної та вертикальної подачі, на базі крокових двигунів що керуються одночасно, систему управління, що включає персональний комп'ютер, блок управління, з'єднаний з паралельним портом комп'ютера. Приводи робочого столу виконані з маховичками, тобто з можливістю налагодження на "нуль верстата" вручну, що дозволяє зменшити складність конструкції, кінематики та системи управління верстата, зменшити габарити блоку управління, підвищити надійність, зменшити методичні складності освоєння верстата при практичній підготовці, підвищити зручність налагодження верстата. Навчальний верстат такого типу має усі ознаки «справжнього» верстата: зовнішньо він нагадує вертикальний безконсольно – фрезерний верстат, що має такі ж основні вузли, тобто основу, стояк, шпindelну бабку, стіл з поздовжньою та поперечною подачами, силовий блок живлення, головний вимикач, світлові сигналізатори вмикання верстата до джерела живлення, кнопку аварійної зупинки верстата. На столі верстата розміщені малогабаритні затискні пристрої, що дозволяють затискати заготовки різної форми та різних матеріалів для обробки. Крім того, верстат оснащений захисним екраном, що є запорукою безпечної роботи на верстаті і навчальним елементом дисципліни «безпека життєдіяльності».

КІНЕМАТИЧНА ВИХІДНА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ПОВЕРХНЯ ПРИ ТОЧІННІ

Кузяков В. О., студент, гр. ВІ.м-81, СумДУ, м. Суми

Процес формоутворення можна уявити як роботу деякого механізму, що складається із двох ланок: поверхні деталі D та вихідної інструментальної поверхні I . Ці поверхні контактують по лінії E , яка називається характеристикою [1, 2]. Проте, токарний різець контактує з поверхнею деталі не по лінії, а в точці. Отже таке поняття як характеристика не є загальним для процесу обробки різними інструментами?

Розглядаючи інструментальну поверхню, як множину точок контакту поверхонь I та D у системі координат, пов'язаній з інструментом [1, 3], то при точінні можна уявити умовну циліндричну поверхню, яка, насуваючись на заготовку, відділяє припуск від поверхні деталі (рис. 1). За цією схемою D і I_k – циліндри. Проте вихідна інструментальна поверхня I_k створена кінематично. Твірною цього циліндра є кінематична характеристика E_k , яка утворюється головним рухом різання D_r , вершини різця по колу. Напрямною є рух подачі D_s .

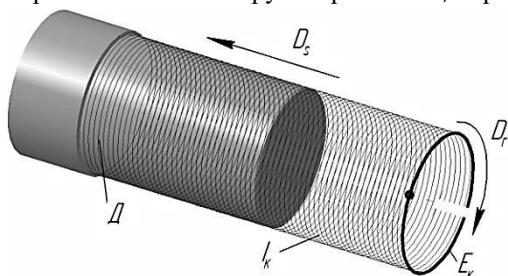


Рисунок 1 – Утворення кінематичної вихідної інструментальної поверхні при точінні

Отже, використання кінематичної характеристики і кінематичної вихідної інструментальної поверхні зберігає термінологію теорії формоутворення при роботі будь-якого інструмента. Вона може бути створена множиною точок контакту леза з поверхнею деталі (токарний різець, різенарізувальний різець, що працює за генераторним методом), є

поверхнею, на якій розміщуються різальні кромки калібрувальної частини інструмента.

Список літератури

1. Родин П. Р. Основы формообразования поверхностей резанием / П. Р. Родин. – Киев: Выща школа, 1977. – 192 с.
2. Радзевич С.П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории / С. П. Радзевич. – Киев: Растан, 2001. – 592с.
3. Швець С. В. Характеристика та вихідна інструментальна поверхня у процесі формоутворення / С. В. Швець. – Вісник СумДУ. Серія “Технічні науки”, №4, 2012. – С. 162 – 167.

Робота виконана під керівництвом доцента Швеця С. В.

ІГРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

*Лазаренко А. Д., студент, гр І-71; Яковчук В. В., студент, гр ІМ-71;
Одінцов Д. Р., студент, гр ІМ-71*

Одним з елементів, що підвищує ефективність підготовки фахівців в нових умовах, є навчальна гра. Гра – це унікальний механізм акумуляції та передачі колективного досвіду. Вона приваблює тим, що це діяльність, головним мотивом якої є не її результат, а сам процес.

Навчальна гра передбачає конвергенцію ігрової діяльності і навчання, тому її можна оцінювати з різних позицій: як специфічний тип регуляції поведінки особистості (психологічний аспект) і як складну систему діяльності, яка виникає під час взаємозв'язку гри і навчання (системний підхід). У той же час це педагогічний процес, в ході якого студенти набувають знання, вміння, навички, у них розвиваються професійні вміння та якості, необхідні для виконання майбутніх функцій. Тому гра виконує навчальну, комунікативну, розважальну, релаксаційну і психотехнічну функції.

За організації та технології конструкторського праці найбільший інтерес представляють навчальні ігри з наступних питань:

- 1) конструювання нових машин, приладів і їх модулів (вузлів);
- 2) конструювання споруд;
- 3) вдосконалення конструкції нових виробів, які вигідно відрізняються знімаються з виробництва;
- 4) експериментальне випробування створюваної техніки;
- 5) розробка конструкції суспільно з технологом;
- 6) творча участь в багатофункціональних проектних колективах;
- 7) творче сприяння розвитку винахідництва;
- 8) оцінка придатності до конструкторського праці.

Всі ці питання актуальні як для навчання конструкторів, так і для вдосконалення їх роботи в проектних організаціях і на підприємствах.

Виходячи з зазначеного була запропонована ідея використання такого підходу при вивченні дисципліни Теорія механізмів та машин. В якості об'єкта конструювання та реалізації основних задач вивчення дисципліни було запропоновано конструювання механічного роботу з підручних засобів, на відміну раніш використовуваних методів навчання на прикладі розрахунків верстатів та машин за їхніми кінематичними схемами. На прикладі цієї роботи студенти освоюють принципи побудови кінематичних схем, методів структурного, кінематичного та динамічного аналізів. Більш того такий підхід викликає високу зацікавленість студента, оскільки студент має змогу в живу оцінити прикладені зусилля.

Робота виконана під керівництвом доцента Некрасова С. С.

УМОВИ КОНТАКТУ ЗУБОНАРИЗУВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ПОВЕРХНЕЮ ДЕТАЛІ

Метенко П. Ю., студент, гр. ВІ.м-81

Метод утворення поверхні вказує на те яким геометричним примітивом формується поверхня деталі [1].. Поверхня деталі може створюватися точкою, лінією або поверхнею. При використанні різального інструмента формоутворення поверхні деталі можливе точкою і лінією. Умовно можна вважати, що формоутворення поверхнею може відбуватися при використанні абразивного інструмента, якщо припустити, що видалення припуску відбувається завдяки взаємодії матеріалу заготовки з суцільною поверхнею інструмента.

Отже, є два методи формоутворення, але при цьому існує велика кількість видів і типів різальних інструментів. При точковому контакті, характеристика створюється кінематично [2]. Формоутворююча точка або лінія (різальна кромка) розміщуються на вихідній інструментальній поверхні.

Евольвентна поверхня при точковому контакті утворюється при використанні методу центроїдного огинання. Інструмент, як парне колесо, показово відтворюється у довбачі (рис. 1, а).

Евольвентна поверхня при лінійному контакті можлива при методі копіювання. Насамперед це пальцеві та дискові фрези. Зубодовбальна голівка



Рисунок 1 – Схеми роботи довбачі та зубодовбальної голівки

(рис. 1, б) також контактує з поверхнею деталі по характеристиці E , форма якої повністю збігається з профілем колеса.

Список літератури

1. Семенченко И. И. Проектирование металлорежущих инструментов / И.И. Семенченко, В М Матюшин, Г. Н. Сахаров. – Москва: Машгиз, 1963. – 949 с.

2. Швець С. В. Характеристика та вихідна інструментальна поверхня у процесі формоутворення / С. В. Швець. – Вісник СумДУ. Серія “Технічні науки”, №4, 2012. – С. 162 – 167.

Робота виконана під керівництвом доцента Швеця С. В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕМОНТНИХ ВАЛІВ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Кононович В. М. студент, гр. ТМм-81;

Самардак М. П. провідний інженер ПАО «Сумський завод Насосенергомаш»;

Дегтярьов І. М., ст. викладач, каф. ТМВІ

На даний час в Україні, для виготовлення деталей використовуються технологічні процеси (ТП) створені ще в 70-ті роки ХХ століття. Це пов'язано з багатьма факторами, а саме: слабким розвитком промисловості в Україні, відсутністю інвестицій для модернізації технічного забезпечення підприємств, та багато інших. Політична ситуація та вплив економічних факторів, а також тісний зв'язок з ринками СНД створили проблему відсутності конкуренції, і при створенні ТП не використовувалися більш сучасні вимірювальні прилади, різальний інструмент та верстатні пристрої, а бралися ті що мали підприємства. В сучасній Україні використання цих ТП є не рентабельно і економічно не вигідно.

Багато років тому, були спроектовані та виготовленні великогабаритні насоси для перекачування рідини з терміном експлуатації більше сорока років. В насосі присутні деталі які піддаються великому навантаженню та зношення, а отже існує необхідність виготовлення нових деталей для цих насосів, які в цілому не вичерпали свій термін експлуатації.

В даний час, при виготовленні деталі “Вал” Н17.190.110.01, застосовувати ТП який було розроблено в 1987 році є економічно не доцільним. Прикладом є те, що в цьому ТП присутня необхідність контролю заготовки методом ультразвукової дефектоскопії УЗД з використанням датчиків, які морально і технічно застарілі, з технічними характеристиками, що в разі поступаються сучасним датчикам. Проблема полягає в тому, що вони мають велику так звану “мертву зону”, яка складає від 20 до 40мм. В цьому діапазоні датчики не здатні фіксувати тріщини і різні дефекти, тому після контролю вала необхідно видалити цей шар матеріалу, адже дефекти в ньому проконтролювати неможливо. За останнє десятиріччя суттєво зросла вартість матеріалу заготовки, отже такі витрати на деталь є неприйнятними, адже собівартість виготовлення суттєво зростає. Тому запропоновано замінити датчики на сучасні з “мертвою зоною” до 2 мм.

Заміна датчиків дозволить зменшити собівартість виготовлення деталі, адже необхідність замовлення заготовки з великими припусками не потрібна, і ціна відповідно буде менша. Зменшення припусків дозволить скоротити трудомісткість, яка є одним із головних чинників впливу на собівартість. Проте так як заготовка має великі габаритні розміри, в неї присутня кривизна, яка не бралася до уваги при центруванні, коли використовувалися старі датчики, так як були великі припуски. Зі зменшенням припусків є необхідність використання нового способу центрування, що і буде наступним етапом досліджень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПОБУТОВОГО 3D ДРУКУ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ І ТОЧНІСТЬ ОБ'ЄКТА

Смельяненко С. С., доцент, каф. ТМВІ; Лисенко Б. Г., студент гр. ВІМ-81

Сьогодні в світі високими темпами розвивається нова концепція отримання об'єкта, яка зводиться до побудови послідовно нанесеними шарами, що відображають контури. Побудова цілісних тривимірних об'єктів проводиться на основі цифрової моделі, на спеціальних 3-D принтерах. Порівнюючи з традиційним виготовленням деталей в машинобудуванні, коли процес зводиться до видалення зайвого матеріалу від вихідної заготовки, дана технологія є повною її протилежністю, оскільки матеріал, навпаки додається. Реалізація такої концепції дає можливість скоротити час на виготовлення об'єкта. Дана концепція знайшла свою реалізацію в багатьох технологіях і сферах виробництва, починаючи від виготовлення дрібних пластикових сувенірів і закінчуючи виготовленням будинків.

Основними методами виготовлення є екструзійний, дровий, порошковий, струменевий, ламінування і полімеризація. Дані методи використовуються в промисловому виробництві і прототипуванні в різних сферах, а також в побуті. Більшість побутових 3-D принтерів використовують екструзійний метод. Даний метод заснований на пошаровому наплавленні швидкозастигаючого термопластика (такого як полілактид (PLA), акрилонітрілбутадієнстірол (ABS) та ін.). Наплавлення здійснюється у вигляді мікрокрапель або тонких струменів, які утворюються в результаті розплавлення термопластика екструдером і подальшим його видавлюванням через сопло екструдера. Сам термопластик подається в екструдер у вигляді дроту.

Останні дослідження показують, що побутове виробництво предметів з використанням 3-D принтерів дозволяє істотно скоротити витрати на придбання. Але в той же час побутові 3-D принтера в порівнянні з промисловими зразками мають набагато менші можливості в якості виготовлення об'єктів, як з точки зору міцності, так і точності форми, а також шорсткості одержуваної поверхні. Особливо це важливо при побутовому виготовленні запчастин на різні машини і механізми.

3-D принтера мають безліч різних налаштувань, які при правильному комбінуванні дозволяють за мінімальний час отримати об'єкт з необхідними параметрами. Даних параметрів кілька десятків серед основних варто виділити:

1. Діаметр сопла екструдера.
2. Швидкість переміщення екструдера.

Дослідження впливу даних параметрів на якість виготовлення об'єктів дозволить розробити рекомендації щодо використання побутових 3-D принтерів.

МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Требухов Д. В., аспірант; Алексєєв О. М., професор, каф. ТМВІ

В галузі вищої освіти актуальним завданням контролю успішності навчання є об'єктивна оцінка рівня знань, умінь і навичок студентів. Одним з методів такого контролю є тестування, без якого сьогодні не обходиться жоден викладач. Останнім часом для тестування все частіше використовуються мобільні пристрої студентів. Наші дослідження показали, що серед мобільних пристроїв, наявних у студентів інженерних спеціальностей, переважають пристрої на базі ОС Android. За результатами опитування студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету проведеного на початку поточного навчального року встановлено, що 95,7% із них мають на своєму смартфоні ОС Android. Показники опитування дозволили нам розробити мобільний додаток для смартфонів на ОС Android (розробку виконано за допомогою інтегрованого середовища Android Studio). Додаток був протестований на 83 смартфонах різних конфігурацій. Під час тестування додатку зустрічались як молодші версії (від 4.4.2) так і більш нові версії (до 8.1.1) ОС. Було з'ясовано що додаток автоматично адаптується до будь-якого розміру екрана смартфона що дозволяє завантажити як на телефон із розміром екрана діагональ якого склала 4.7 дюйма так і на планшетах із діагоналлю 7 дюймів. Відмови були тільки в тих випадках, коли налаштування смартфона забороняли встановлення додатків поза Play Market (усувались зміною відповідних налаштувань телефону). При наявності установчого файлу додаток дає можливість установки та запуску на смартфоні при відсутності інтернет мережі і це являється плюсом оскільки більшість часу студенти інженерних спеціальностей приводять в лабораторіях, де можлива відсутність WI-FI та обмежений мережевий Інтернет оператора мобільного зв'язку.

У тестовій версії додатка було складено два варіанта завдань по 10 запитань. Під час відповіді на запитання студент мав чотири варіанта відповіді і міг вибрати як один так і декілька варіантів. В кінці кожного запитання була шкала вибору впевненості у відповіді. Тобто студент після вибору відповіді на запитання міг вказати на скільки він впевнений в своїй відповіді і вже додаток під час вирахування оцінки враховував показники даної шкали. Під час відповіді на запитання студент мав можливість пропустити запитання а після повернутися до цього запитання та змінити свій вибір в любий момент проходження тестового контролю. Після вибору варіантів відповідей результат проходження тесту можна було побачити на екрані смартфона студента натисканням клавіші «ОЦІНКА» та введення спеціально паролю який знає лише викладач. Встановлення паролю для отримання оцінки запобігало повторному проходженню тестового контролю, що підвищує його об'єктивність.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТА ПРИ ЗУБОДОВБАННІ

*Шаповал Ю. В., ст. викладач, каф. ТМВІ; Коротун М. М., доцент, каф. ТМВІ;
Сидоров Ю. С. студент, гр. ВІ.м-61*

Особливо питання стійкості інструмента стосуються верстатів, що працюють з ударними навантаженнями, до яких відносяться і зубодовбальні верстати. Експериментальне дослідження стійкості інструмента при зубодовбанні внутрішніх зубчастих поверхонь провели для зубообробної операції на біметалічних дисках з високим значенням твердості основи і м'яким фрикційним покриттям. Для практичної реалізації даного завдання використано верстат моделі TOS ОНО-50. На початку дослідження спостерігалися високі значення амплітуди коливань штося та пристрою з пакетом деталей, а також швидким руйнуванням ріжучого інструмента. Контроль фаски зношування через інтервали обробки 5 хв. експериментальним способом вибрані наступні режими обробки: кількість подвійних ходів за хвилину – 56, 71, 90, 112, 140, 180, 224, кругова подача – 0.16, 0.20, 0.25, 0.31, 0.40. За результатами обробки на таких режимах визначено період стійкості інструменту за наступним критерієм – фаска зношення по задній поверхні не більше 0,3мм. Також визначено амплітуди коливань штося і столу з пристроєм для закріплення пакету деталей. Експеримент з дослідження стійкості інструменту визначив, що головним фактором, який впливає на стійкість інструмента є швидкість різання, яка залежить від кількості подвійних рухів. Кругова подача практично не впливає на стійкість, проте є невелике зниження стійкості при мінімальних і максимальних значеннях. Таким чином, найефективнішим режимом обробки за фактором найвищої стійкості інструменту та найменшого значення амплітуди вібрації штося, є 112 подвійних рухів за хвилину. Оскільки стійкість інструменту практично не залежить від кругової подачі, окрім мінімального і максимального її значень, доцільним є пропонувати значення 0.25 – 0.31 мм/(подв. рух) за критерієм отримання максимальної продуктивності та максимальної стійкості інструмента У зв'язку з тим, що зубодовбання внутрішніх зубчастих вінців на біметалевих дисках супроводжується значними ударними навантаженнями, які впливають як на стан верстата, так і на якість обробленої поверхні, яка отримує як пружні, так і пластичні деформації, то можуть бути запропоновані інші технологічні методи, що характеризуються меншими динамічними навантаженнями на оброблюваний пакет. Одним з перспективних методів обробки таких пакетів є протягання (або прошивання) міжзубої западини, а іншим – зубофрезерування з використанням ланцюгових ріжучих інструментів. Але такі методи потребують їх глибокого аналізу за літературними джерелами та охоронними документами, що забезпечить можливе створення нових технічних рішень, до яких ми в даний час приступаємо.

ОБ'ЄДНАННЯ ЗУСИЛЬ МЕДИКІВ ТА ІНЖЕНЕРІВ У СУМДУ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ВИРОБІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Сивоконь М. Л., студент, гр. ТМм-81; Залога О. О., науковий співробітник,
каф. ТМВІ; Залога В. О., професор, завідувач кафедри ТМВІ*

Сучасні тенденції розвитку економіки в цілому та, зокрема, виробництва ведуть до того, що все частіше використовується мультидисциплінарний підхід до розробки, конструювання та виготовлення нових виробів. У СумДУ у зв'язку з одночасною наявністю у ньому медичного інституту та факультету ТеСЕТ на базі центру Delsam-СумДУ кафедри ТМВІ створена медико-інженерна лабораторія, метою створення якої є практична реалізація сучасних підходів у медичному та інженерному напрямках, а також використання тісної взаємодії інженерів-механіків та медиків як у науковому напрямку, так і в практичній реалізації отриманих результатів такої взаємодії шляхом виготовлення медичних виробів, що можуть не тільки поліпшити стан людей, а навіть і успішно лікувати їх. Розвиток сучасних технологій проектування та виробництва «підштовхує» медичну галузь до розробки новітнього обладнання, устаткування та виробів для поліпшення життя людини. Відомо, що останнім часом для виготовлення різних виробів медичного призначення, у т.ч. і ортопедичного, набуває розповсюдження використання пластичних матеріалів на основі етиленвінілацетату. Використання таких методів як лиття, термоформування, штампування значно збільшують вартість таких виробів і зробляють їх не конкурентоспроможними в сучасних ринкових умовах. Разом з тим, використання інноваційних CAD/CAM технологій для обробки різанням, притаманних машинобудівній галузі, наприклад, в ортопедії, дозволяє не тільки забезпечувати тісну взаємодію інженерів та лікарів- ортопедів, а й вести більш ефективну підготовку як практичних працівників у медичній сфері, так і висококваліфікованих інженерних кадрів. Аналіз літератури показав, що на цей час майже повністю відсутні рекомендації щодо вибору різальних інструментів, режимів різання та стратегій обробки таких композитних неметалічних матеріалів як багатошаровий етиленвінілацетат, що на різних ділянках має різні твердість та щільність. У роботі представлені результати дослідження технологічних процесів виготовлення ортопедичних виробів (супінаторів) методами високошвидкісного фрезерування з високими частотами обертання шпинделя (до 20 000 об/хв) композиційних матеріалів на верстаті з ЧПК, з використанням сучасних інформаційних технологій. Використання CAD/CAM технологій, наприклад, програмних продуктів фірми Autodesk та сканування за допомогою 3D-сканера, при виготовленні таких виробів ортопедичного призначення як устілки та супінатори дозволяє суттєво підвищити якість виробів за рахунок, в першу чергу, суттєвого усунення людського суб'єктивного фактору (відносно важкої та екологічно небезпечної ручної праці) та скоротити терміни їх виготовлення.

**СЕКЦІЯ «СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ
ЯКІСТЮ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ»**

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА: КЛАСИФІКАЦІЯ ВИТРАТ НА ЯКІСТЬ

*Денисенко Ю. О., ст. викл., каф. ТМВІ; Залога В. О., професор., каф. ТМВІ;
Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ*

Конкурентоспроможність сучасного машинобудівного підприємства залежить від безлічі факторів, у тому числі важливим є управління якістю процесів інструментальної підготовки виробництва (далі ІПВ). За даними розвинених країн, машинобудівні підприємства витрачають на організацію і діяльність ІПВ від 15 до 40 % своїх оборотних коштів. Це свідчить про необхідність вирішення проблеми вдосконалення діяльності ІПВ для зниження собівартості продукції при забезпеченні достатнього рівня показників якості. Управління витратами на якість процесів ІПВ є одним з інструментів, що дозволяє приймати раціональні управлінські рішення і визначати їх наслідки в залежності від конкретних виробничих умов. Використання системи класифікації витрат дозволяє аналізувати і прогнозувати показники не тільки в цілому по ІПВ, а й за окремими її процесам.

Аналіз світового досвіду показав, що в наш час існує ряд класифікацій витрат на якість: за цільовим призначенням, за видом, по можливості обліку, за стадіями життєвого циклу продукції та ін. Однак ІПВ вітчизняних машинобудівних підприємств має специфіку, яка полягає в тому, що вона охоплює різні сфери діяльності підприємства і являє собою «виробництво в виробництві». Тому класифікація, що розробляється, повинна відповідати вимогам: забезпечення повноти обсягу видатків; перетинання виділених груп витрат; можливість включення нових груп витрат; лаконічність, чіткість і ясність класифікаційних ознак; незмінність прийнятого класифікаційної ознаки на всіх рівнях класифікації. Для забезпечення перерахованих вимог були запропоновані принципи класифікації: стандартизації, причинно-наслідкового зв'язку, пристосованість, а також суттєвості і стабільності.

Для проектування класифікації запропоновано застосувати один з методів експертних оцінок – метод ранжирування. Розробка класифікації складається з двох основних етапів: на першому етапі на основі аналізу світового досвіду проводиться вибір оптимального безлічі ознак, а на другому - безлічі числових значень кожної ознаки. Проведення експертизи має на меті визначення результуючих оцінок по кожному досліджуваному ознакою і об'єднання ознак за цими оцінками. Таким чином, класифікація витрат на якість процесів ІПВ включає в себе витрати на виробничі процеси виготовлення інструменту і оснастки, а також витрати на процеси, що відбуваються на рівні управління якістю ІПВ. Запропонована класифікація дає можливість спрогнозувати найбільш вірогідний сценарій протікання процесів ІПВ.

ПРОБЛЕМИ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

*Антонов А. П., аспірант; Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ;
Лунок Д. І., студент, гр. СТ.мз-81с*

Розрахунок показників надійності виробів проводять на етапах науково-дослідних робіт, технічних пропозицій та дослідно-конструкторських робіт (під час розроблення ескізних та технічних проектів і робочої конструкторської документації) в умовах обмеженого обсягу випробувань із залученням апріорної інформації про надійність елементів конструкції виробів і результатів випробувань на безвідмовність, довговічність та збережуваність конструктивно-технологічних аналогів.

На цей час діє національний стандарт ДСТУ 2992-95, який поширюється на невідновлювальні вироби електронної техніки: інтегровані мікросхеми, напівпровідникові прилади (транзистори біполярні та уніполярні, діоди різних типів), резистори, конденсатори та встановлює методи розрахунку надійності.

Так, наприклад, під час розрахунків надійності інтегральних мікросхем передбачається, що відмова будь якого елементу викликає відмову інтегральної мікросхеми в цілому. Розрахунки проводяться з урахуванням надійності таких компонентів і елементів мікросхем, як корпус, з'єднання кристалу з основою корпусу, дровове з'єднання, між елементне з'єднання, елементи кристалу, інші компоненти і елементи.

Відповідно до вимог ДСТУ 2992-95 інтенсивність відмов мікросхем обчислюється за формулою:

$$\lambda = K_n (\lambda_1 + \lambda_2),$$

де λ , λ_1 , λ_2 – відповідно: інтенсивність відмов мікросхем, 1 / год; інтенсивність відмов конструктивних елементів (корпусу, дротяних з'єднань, тощо), 1 / год; інтенсивність відмов елементів схеми (елементів кристала та міжелементних з'єднань, тощо), 1 / год; K_n – коефіцієнт виду приймання, який характеризує систему відбракувальних випробувань та корегує довідкові данні щодо безвідмовності з урахуванням рівня якості виробництва використовуваних елементів (компонентів). Корегування здійснюється відносно того рівня, для котрого приводяться довідкові данні про інтенсивність відмов елементу.

В залежності від якості виробництва, відпрацьованості технологічної системи від бракувальних випробувань і наявності електротермотренування (ЕТТ) розрізняють групи напівпровідникових приладів (НП), що представлені на рис. 1.

В Україні з 2016 року діє постанова Кабінету Міністрів за № 95 «Про затвердження модулів оцінки відповідності, які використовуються для розроблення процедур оцінки відповідності, та правил використання модулів відповідності», яка адаптована до Директив ЄС.

I група – аналоги мікросхем і НП, надійність яких визначається, повинні серійно виготовлятися за відпрацьованою технологією не менше ніж три роки і підлягати спеціальній системі відбракування та ЕТТ;

II група – аналоги мікросхем і НП, надійність яких визначається, повинні серійно виготовлятися за відпрацьованою технологією не менше ніж три роки і підлягають ЕТТ без спеціальної системи відбракування,

III група – аналоги мікросхем і НП, надійність яких визначається, повинні виготовлятися за відпрацьованою технологією і не менше ніж три роки, а спеціальна система відбракування та ЕТТ відсутні;

IV група – аналоги мікросхем і НП, надійність яких визначається, повинні серійно виготовлятися за невідпрацьованою технологією (менше ніж три роки) і підлягає спеціальній системі відбракування та ЕТТ;

V група – аналоги мікросхем і НП, надійність яких визначається, повинні серійно виготовлятися за невідпрацьованою технологією (менше ніж три роки) і підлягає ЕТТ без спеціальної системи відбракування.

Рисунок 1 – Групи ЕТТ та НП за ДСТУ 2992-95

Процедури оцінки відповідності є рівноцінними з юридичної точки зору, але не є технічно однаковими в плані методів. Їх застосування спрямовано на забезпечення високого рівня впевненості в тому, що стосується відповідності продукції відповідним суттєвим вимогам. Існує вісім модулів (названі літерами від А до Н). Цей метод не лише зменшує тягар і витрати, але й також є більш ефективним у порівнянні з традиційною експертизою відповідності продукції напряму правовим вимогам. Щойно тип затверджений (а це робиться лише одноразово для конкретного зразка), все, що треба перевіряти, є лише відповідність продукції, що буде введена в обіг, затвердженому типові.

Таким чином, на цей час між класифікацією груп виробів, розробленою за часів становлення системи сертифікації УкрСЕПРО (в Україні скасована з 2018 р.) та сучасними модулями оцінки відповідності, що адаптовані до директив ЄС немає зв'язку. Отже, на цей час, існує проблема адаптації вимог нормативних документів з оцінювання надійності електротехнічних виробів до сучасних умов технічного регулювання.

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ДОСЯГНУТОЇ / ДОСЯЖНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ОРГАНІЗАЦІЇ

*Дмитрієва Н. В., аспірант; Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ;
Ковтун А. О., студент, гр. СТ.мз-81с*

Рівень досягнутої / досяжної енергоефективності є одним із показників ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту підприємства / організації. Це вимірювані результати, пов'язані з енергетичною ефективністю, використанням та споживанням енергії. Він може бути виражено в одиницях енергоспоживання (наприклад, ГДж, кВт·год), питомого енергоспоживання (наприклад, кВт·год/одиницю продукції), пікової потужності (наприклад, кВт), відсоткової зміни в ефективності або безрозмірними величинами тощо [1]. Показник (індикатор) енергетичної ефективності – є кількісним значенням чи мірою рівня досягнутої/досяжної енергоефективності, що їх визначає організація. Він може бути представлений простою метричною одиницею, співвідношення або ж у вигляді більш складної моделі [2]. Показники енергоефективності, порівнювані в різний час, дають організації змогу визначати, чи змінився рівень досягнутої / досяжної енергоефективності та чи відповідає це поставленим завданням [1].

Види показників енергетичної ефективності можливо класифікувати наступним чином:

а) вимірні значення енергії – вимірювання споживання всієї ділянки або одного чи більше використань енергії за допомогою лічильника (якщо ціллю є абсолютна економія енергії, в таких випадках базовий рівень енергоспоживання повинен бути скоригованим, щоб обчислити економію енергії за еквівалентних умов);

б) співвідношення вимірних значень – рівняння енергоефективності (якщо підприємства використовують у роботі багато об'єктів подібної призначеності, то можливе використання співвідношення, щоб порівняти рівень досягнутої/досяжної енергоефективності об'єкта з кількома іншими та/чи орієнтовними показниками стосовно конкурентів чи галузевих стандартів); в) статистична модель – зв'язок між енергоспоживанням та визначальними змінними, за допомогою регресії: 1) лінійна (для оцінювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності виробничого об'єкта з декількома видами продукції, з базовим навантаженням, вона дає змогу порівняти рівень досягнутої / досяжної енергоефективності за еквівалентних умов, навіть якщо є зміни або визначальні змінні, а також описує зв'язок між значенням енергії та визначальними змінними в періоді дії базового рівня енергоспоживання); 2) нелінійна (наприклад, нелінійні взаємозв'язки є у вентиляторах і насосах);

г) проектна базова модель – взаємозв'язок між енергоспоживанням та визначальними змінними, використовуючи технічне моделювання (цю модель може бути використано, якщо є складні взаємозв'язки між

енергоспоживанням та визначальними змінними, які не можуть бути точно отримані з регресії).

Для перевірки та дій із поліпшення рівня досягнутої/досяжної енергоефективності використовуються показники енергетичної ефективності, що базуються на моделі (статистичній або проектній). Щоб описати процес моделювання даних енергоспоживання відносно визначальних змінних з метою порівняння рівня досягнутої/досяжної енергоефективності за однакових умов, застосовують унормування. Щоб унормувати або змоделювати енергоспоживання відповідно до визначальних змінних, зазвичай використовують статистичні методи, такі як лінійна регресія. Значення показників енергоефективності обчислюють як математичне співвідношення між енергоспоживанням і визначальними змінними. Використовуючи лінійну регресію, залежність можна представити в наступному вигляді:

$$\text{Енергоспоживання} = A + B \cdot \text{Продукт} A + C \cdot T, \quad (1)$$

де A – фіксоване енергоспоживання, кВт·год; B – енергоспоживання на одиницю продукту A (кВт/одиницю); $\text{Продукт } A$ – обсяг випуску продукту A (одиниць на місяць); C – енергоспоживання на градус місячної температури за тиждень (кВт·год/°C).

В той же час відношення (1) має пройти статистичні тести за критеріями оцінки якості лінійної моделі, наприклад, визначення коефіцієнта детермінації R^2 , коефіцієнта варіацій CV та F -тест [3].

Таким чином, якщо відношення (1) не відповідає критеріям якості лінійної моделі – рівняння регресії вважається статистично незначущим. В національному стандарті ДСТУ ISO 50006, який гармонізовано з міжнародним, не визначено подальших дій стосовно оцінювання рівень досягнутої/досяжної енергоефективності системи енергетичного менеджменту підприємства / організації, якщо рівняння регресії вважається статистично незначущим.

Список літератури

1 ДСТУ ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT) – Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова. – ДП «УкрНДНЦ», Київ. – 2016.

2 ДСТУ ISO 50001:2014 (ISO 50001:2014, IDT) – Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. – ДП «УкрНДНЦ», Київ. – 2015.

3 Институт управления и оценки бизнеса [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://investobserver.info/variaciya-koefficienty-variacii/>.

ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В НАФТОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ВИМОГИ СТАНДАРТУ ISO 31000:2018

*Чучук Т. Є., аспірант; Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ;
Мартиненко М. М., студент, гр. СТ.мз-81с*

В нафтовій промисловості найголовніший стандарт з системи менеджменту якості – це специфікація Американського нафтового інституту (далі – АНІ) Q1 «Специфікація з вимог системи менеджменту якості для виробничих організацій нафтовій та газовий промисловості». Він включає багато додаткових розширених вимог в порівнянні з основним стандартом ISO 9001 «Системи менеджменту якості. Вимоги». Як то: менеджмент змін, вимоги до постачальників, до процесів, які вимагають валідації.

На цей час, не останнє місце займають стандарти ISO 45001 «Системи менеджменту якості охорони здоров'я та безпеки труда. Вимоги та рекомендації з використання», ISO 14001 «Системи екологічного менеджменту. Вимоги та рекомендації по використанню», ISO 27001 «Інформаційні технології – Методи безпеки. Системи управління інформаційною безпекою. Вимоги», ISO 50001 «Системи енергоменеджменту. Вимоги з керівництвом для використання».

Всі ці стандарти об'єднує вимога до ідентифікації, аналізу оцінки та керування ризиками. Тобто мислення засноване на оцінці ризиків.

Найголовніший акцент під час оцінювання ризиків робиться на поставку продукції та якість продукції, наприклад, специфікації АНІ Q1 вимагає: «...Оцінка ризику, пов'язана з поставкою продукції повинна включати: а) наявність робочих площ / обладнання та їх обслуговування; б) діяльність постачальника та наявність/поставку матеріалу...»; «...Оцінка ризику, пов'язана з якістю продукції повинна включати: а) поставку невідповідної продукції; б) наявність компетентного персоналу...».

В той же час ризик, як міра небезпеки об'єкту, не є сам об'єкт і не може, отже, бути об'єктом управління. Ризик не може функціонувати і у нього немає результатів функціонування: управляти ризиком як таким неможливо. Управляти необхідно самим об'єктом, а не його ознаками і параметрами. Краще користуватися терміном «управління процесом забезпечення безпеки». Отже, й управляти ризиком як таким неможливо, подібно до того, як не можна керувати, наприклад, шкодою (мірою погіршення властивостей об'єкта) або масою (мірою інертності). Тому, коректніше у відповідному контексті використовувати термін «ризик-менеджмент», під яким розуміється керівництво будь-якою діяльністю на основі концепції прийнятного ризику.

Під ризик-менеджментом мається на увазі цілий комплекс заходів, який забезпечує організації сталий розвиток і запобігання непередбачених втрат і збитків. У число цих заходів входять виявлення та аналіз ризиків, регулювання рівня ризику та забезпечення 'фінансових механізмів компенсації збитків. Слід підкреслити, що заходи з управління процесом

забезпечення безпеки повинні бути економічно ефективні. Це означає, що витрати на зниження ризику не повинні бути вище збитку, який може виникнути, якщо відбудеться те несприятливе подія, рівень ризику якого регулюється.

Сьогодні ризик визначають як «вплив невизначених факторів на цілі» і фокусується на вплив неповних знань на події або обставини прийняття рішень організаціями. Цей механізм вимагає змін в традиційному понятті ризику, змушуючи організації адаптувати управління ризиками до їх потреб і цілей, що є ключовою перевагою стандарту ISO 31000, який містить інформацію про управління ризиками, підтримує всі види діяльності, включаючи прийняття рішень на всіх рівнях організації.

Принципи ISO 31000 та пов'язані з ним процеси повинні бути інтегровані в систему менеджменту, щоб гарантувати послідовність і ефективність управлінського контролю у всіх областях діяльності організації. Дані інструменти будуть включати стратегію і планування, організаційну стійкість, інформаційні технології, корпоративне управління, кадрові питання, дотримання вимог, якість, здоров'я і безпеку, безперервність бізнесу, кризове управління та безпеку.

Нова версія стандарту ISO 31000 забезпечує стратегічний підхід до керівництва та приділяє більше уваги як залучення вищого керівництва, так і інтеграції системи менеджменту ризику в загальну систему менеджменту організації.

Це включає в себе рекомендацію розробити заяву або політику, що підтверджує прихильність управління ризиками, розподілу і закріплення повноважень, відповідальності та звітності на відповідних рівнях організації і забезпечення виділення необхідних ресурсів для менеджменту ризику.

Нова версія стандарту рекомендує, щоб менеджмент ризику був частиною структури, бізнес-процесів, цілей, стратегії і діяльності організації.

Зміст стандарту було оптимізовано для того щоб відобразити модель відкритих систем менеджменту, які регулярно обмінюються інформацією з зовнішнім середовищем, відповідають більш широкого кола потреб і очікувань зацікавлених сторін.

Одним з головних чинників, що підлягають управлінню, відповідно до вимог стандарту ISO 31000 версії 2018 року є вирішення завдання управління остаточним ризиком. Остаточний ризик це ризик, який залишився після прийнятих мір зі зменшення ризиків.

В ідеалі цей ризик повинен бути допустимий, але лише відповідальний за ризик-менеджмент та його команда, відповідно до вимог стандарту ISO 31000, вирішують приймати ризик остаточним чи приймати міри з його зменшення. В той же час не запропоновано універсальних методів щодо зменшення остаточного ризику. Існуючі методи, насамперед, зменшення рівня ризику повинні пройти верифікацію, оцінити працюють ці методи насправді чи є лише документованою інформацією.

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

*Залога В. О., зав. кафедри ТМВІ; Дядюра К. О., зав. кафедри ПМіТКМ;
Рибалка І. М., аспірант, гр. АСП-6.152.1; Грошовик Д. О., студ. гр. МТ-61*

При спільному впровадженні стандартів на системи менеджменту, розроблених ISO (таких як ISO 9001:2015 [1], ISO 14001:2015 [2], ISO 45001:2018 [3] та інших) процес створення інтегрованої системи управління істотно полегшується тим, що всі ці стандарти розробляються з використанням єдиних підходів і з використанням єдиної політики технічного регулювання. Однак в наявних наукових розробках і методичних матеріалах не розглядаються питання одночасного впровадження вимог стандартів, розроблених в різних країнах, і, отже, в різних економічних і соціальних умовах, і які мають специфічні національні відмінності.

В процесі дослідження питання одночасного впровадження вимог стандартів різних країн для забезпечення якості виготовлення компресорного устаткування запропоновано розглядати кінцеву продукцію, як складну технічну систему. Проектування, виготовлення і експлуатація компресорного устаткування зумовлює спільність, що включає в себе документовану інформацію, технічні та програмні засоби, а також персонал, які взаємопов'язані в рамках єдиної системи. Зазначені компоненти складної технічної системи впливають на ефективність і результативність реалізації життєвого циклу не ізольовано, а в тісному взаємозв'язку один з одним, що виражається в можливостях одного коригувати іншими ефективність і результативність реалізації її функцій.

Кожен компонент складної технічної системи повинен відповідати певним законодавчим і нормативним вимогам, які відображені як в національних нормативних документах України (Технічні регламенти, ДСТУ та ін.), так і в нормативних документах діючих в інших країнах світу (Директиви ЄС, EN, BS, DIN, API та ін.).

На підставі нормативних вимог до кожного компоненту системи можна визначити ключовий показник результативності та ефективності. Це дозволить контролювати процес і приймати відповідні рішення для вдосконалення системи в цілому. Таким чином, застосування запропонованих принципів побудови інтегрованої системи управління зменшить витрати ресурсів і підвищить якість виконання процесів.

Список літератури

1. ISO 9001:2015 Системи менеджментуякості – Вимоги.
2. ISO 14001:2015 Системіекологічного менеджменту – Вимоги та керівництво до використання.
3. ISO 45001:2018 Системи менеджменту охорони здоров'я та безпекипраці - Вимоги та керівництво до використання

**СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЯ
КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»**

ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЗОНИ ТЕРМІЧНОГО ВПЛИВУ ПІСЛЯ ЗВАРЮВАННЯ З ПРИСКОРЕНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВОЇ НИЗЬКОЛЕГОВАНОЇ СТАЛІ

*Калинін Ю. А., ПАО ЗТР; Осіпов М. Ю., доцент; Андрущенко М.І., доцент;
Шумілов А. О., доцент; Бриков М. М., професор,
Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя*

В роботі [1] обґрунтовано доцільність застосування прискореного тепловідводу під час зварювання високолегованої низьковуглецевої сталі 120Г3С2, попередньо загартованої від 1000 °С. Гартування забезпечує структуру нестабільного аустеніту, який володіє підвищеною зносостійкістю в умовах абразивного зношування. Прискорені нагрівання і охолодження під час зварювання призводять до повторного гартування зони термічного впливу (ЗТВ).

Через різні температури нагрівання різних ділянок ЗТВ гартування відбувається від температур в діапазоні від A_{c1} (близько 750 °С) до температури ліквідус, тому на певній відстані від лінії сплавлення відбувається виділення надлишкової карбідної фази з аустеніту. Зменшення вмісту вуглецю в аустеніті приводить до локального підвищення температури початку мартенситного перетворення M_p і появи деякої кількості мартенситу після охолодження. Таким чином, структура матеріалу ЗТВ змінюється від повністю аустенітної біля лінії сплавлення до аустеніто-мартенситної на деякій відстані і далі до знову аустенітної на відстані, де матеріал не зазнав термічного впливу.

Така зміна структури має певним чином впливати на зносостійкість матеріалу. Відомо, що зносостійкість залежить від ступеня стабільності аустеніту. За результатами роботи [2] максимум зносостійкості сталі 120Г3С2 досягається, якщо в структурі міститься близько 30% мартенситу. Отже є підстави вважати, що зносостійкість ЗТВ із аустеніто-мартенситною структурою має перевищувати зносостійкість основного металу, в якій після гартування від 1000 °С зберігається близько 100% аустеніту.

Список літератури

1. Калинин Ю.А. Структура зон сплавления и термического влияния высокоуглеродистой низколегированной стали при ручной дуговой сварке с ускоренным теплоотводом / Ю.А. Калинин, В.Г. Ефременко, М.Н. Брыков, М.И. Андрущенко, М.Ю. Осипов, Ю.С. Коротич // XXXVIII конф. «Актуальные проблемы современной науки», 30.01.2019 <https://www.inter-nauka.com/uploads/public/15498077829257.pdf>
2. Хессе О. Износостойкость обезуглероженного слоя высокоуглеродистой низколегированной стали в экстремальных условиях трения / О. Хессе, М. Кунерт, В. Г. Ефременко, К. Шимицу, М. Н. Брыков, А. Е. Капустян // Наукові нотатки. – 2017. – Вип. 58. – С. 301–307.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНО-ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ОКИСНЕННЯ, АЗОТУВАННЯ ТА НАВУГЛЕЦЮВАННЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗМІЦНЕНОГО ПРИПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ТИТАНУ

*Погрелюк І. М., д-р техн. наук, проф., завідувач відділу;
Труш В. С., канд. техн. наук, старший науковий співробітник;
Лук'яненко О. Г., канд. техн. наук, старший науковий співробітник,
відділ високотемпературної міцності конструкційних матеріалів у газових
та рідкометалевих середовищах, Фізико-механічний інститут
ім. Г. В. Карпенка НАН України*

Підвищити характеристики виробів з титану можна надавши поверхневим шарам функціональних властивостей за рахунок хіміко-термічної обробки, зокрема дифузійним насиченням елементами проникнення (О, N, С). Насичення призводить до формування твердих розчинів проникнення у приповерхневому шарі титану і, як наслідок, до суттєвого підвищення твердості такого шару. Характеристики приповерхневої зміцненої зони (твердість поверхні, глибина шару) титану на пряму залежить від параметрів обробки. Мета роботи – аналітично оцінити вплив температури та тривалості окиснення, азотування, науглецювання на характеристики приповерхневої зміцненого шару титану.

Залежність мікротвердості титану від вмісту розчинених елементів проникнення має лінійний характер: $H_i = H_0 + K_i \cdot C_i$. Тут H_i твердість титану з відповідною концентрацією C_i кисню ($i = O$), азоту ($i = N$) або вуглецю ($i = C$), K_i - коефіцієнти пропорційності. Коефіцієнти K_i для систем «Ti-O» «Ti-N», «Ti-C» мають наступні значення: $K_O = 0,8$ ГПа/ат%, $K_N = 1,2$ ГПа/ат%, $K_C = 0,6$ ГПа/ат% [1-3]. Такі значення коефіцієнтів K_i свідчать про те, що один відсоток азоту змінює мікротвердість титану на 1,2 ГПа, тоді як такий же відсоток кисню та вуглецю змінюють мікротвердість титану відповідно на 0,8 і 0,6 ГПа. Врахувавши значення K_i , а також розрахованих попередньо концентраційних профілів кисню, азоту та вуглецю у титані [3], можна перебодувати на роподіли мікротвердостей в приповерхневих шарах відповідно до наступної кореляційної залежності:

$$H_i(l, \tau) = H_0 + K_i \cdot [C_i(l, \tau) - C_0],$$

де $C_i(l, \tau)$, $H_i(l, \tau)$ – відповідні розподіли концентрацій домішок і мікротвердості по перерізу зразка, K_i – коефіцієнт кореляції між розрахунковою концентрацією елемента проникнення та твердістю поверхневого шару, H_0 – твердість серцевини.

На основі проведених поведених розрахунків було визначено мікротвердість поверхні титану та глибину зміцненої зони після насичення елементами проникнення залежно від температури та часу витримки (рис.1).

Також слід відзначити, що запропоновані розрахунки дозволяють давати науково-обґрунтовані рекомендації щодо зовнішніх параметрів (температури, тривалості) обробки титану для одержання приповерхневого шару з наперед заданою твердістю поверхні та глибиною зміцненої зони.

Рекомендації надані щодо температурно-часових параметрів обробки у випадку насичення киснем, азотом або вуглецем (рис. 1).

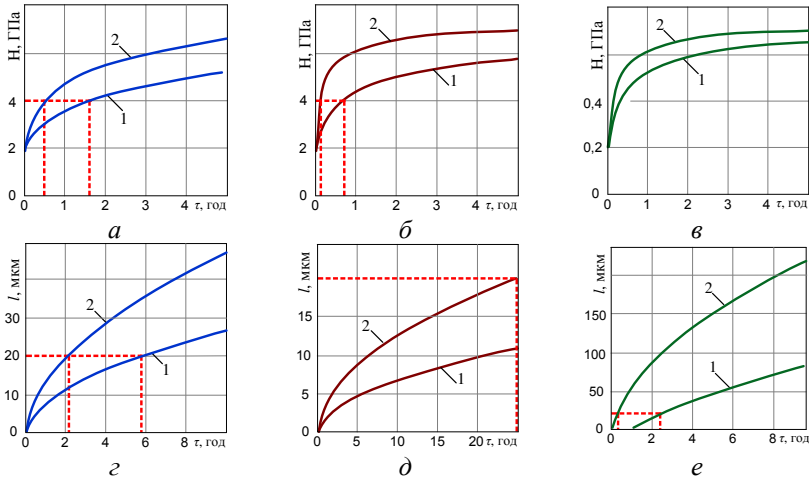


Рисунок 1 – Часові залежності поверхневих мікротвердостей (*a*, *б*, *в*) та глибини зміцненої зони (*г*, *д*, *е*) після насичення титану O, N, C за різних температур: 1- 700°C, 2- 750°C,

Запропоновані розрахунки дозволяють вирішувати не тільки пряму задачу – визначати та прогнозувати ступінь поверхневого зміцнення та розмір зміцненого шару залежно від температурно-часових параметрів обробки, а й зворотну – за необхідним ступенем поверхневого твердорозчинного зміцнення та розміром зміцненого шару знаходити температурно-часові параметри обробки, тобто вирішувати задачу оптимізації режимів хіміко-термічної обробки.

Список літератури

1. Smirnov A. V. Surface strengthening of titanium by impregnation / A. V. Smirnov, A.D. Nachinkov // *Metallovedenie i term. obrabotka metallrov.* – 1960. – No 3. – P. 22–29.
2. Surface hardening treatment for titanium materials using Ar-5% CO gas in combination with post heat treatment under vacuum / Y. Z. Kim, T. Konno, T. Murakami, T. Narushima, Ch. Ouchi // *Materials Transactions.* – 2009. – Vol. 50, No. 12. – P. 2763–2771.
3. Mechanical properties and strengthening mechanism of pure Ti powder composite material reinforced with carbon nano particles / M. Takanori, N. Nozomi, U. Junko, K. Katsuyoshi // *Transactions of JWRI.* – 2011. – Vol. 40(2). – P. 63–68.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМЫШЛЕННОГО ГИБРИДНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

*Зиборов К. А, Щелкунов А. студенты гр. 132м-18-2, Национальный
технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина*

Сущность данного метода заключается в присвоении каждому фактору (параметру) определенного балла B_i , означающем его значимость в данной системе. Для более точной оценки каждому параметру методом экспертной оценки присваивается весовой коэффициент k_i . Оценкой Π каждого параметра является произведение балла на весовой коэффициент.

Метод интегральных оценок широко применяется в различных областях деятельности, однако он, как и всякий другой, имеет некоторые погрешности.

Для рассматриваемой в данной работе сложной геотехнической системы – карьер в области установления наиболее важных параметров, влияющих на значение угла откоса рабочего борта карьера принимаем следующие оценки:

- количество баллов B соответствует частоте отображения данного параметра в формулах, влияющих на значение угла откоса рабочего борта карьера;
- весовой коэффициент зависит от того, стремится ли функция к минимуму ($k=1$) или к максимуму ($k=2$).

Поскольку угол откоса борта карьера является только вспомогательной величиной в данных исследованиях и его увеличение только способствует приросту вскрытых запасов, то на основе прямой зависимости далее по тексту будут учитываться влияния выявленных оценок на площадь вскрытых запасов P .

Представим площадь готовых к выемке запасов в виде функции

$$P = f(H, \alpha_{p.б.}, \alpha_{н.б.}). \quad (1)$$

С учетом неподвижности нерабочего борта, установленных зависимостей горнотехнических угла наклона рабочего борта карьера и технологических параметров площадь готовых к выемке запасов в виде сложной функции будет иметь вид

$$P = F(i, L, H, h_{тр}, \alpha_{\gamma}, \Sigma_{р.п.}, \Sigma_{п.п.}, \Sigma_{з.д.}, v, T, S, R) \quad (2)$$

Выразим площадь вскрытых запасов в виде общей функции $P = f(x)$ и представим ее виде графика (рис. 1).

На графике (рис.1) максимально допустимая величина площади вскрытия запасов обозначена $P_{дост.}$. Рациональная площадь вскрытия запасов располагается в пределах области регулируемых значений Q , обозначенной на графике штриховкой, которая выражается в виде

$$Q = \int_0^{P_{\text{дост}}} [p(P_{\text{дост}}) - p(f)] df. \quad (3)$$

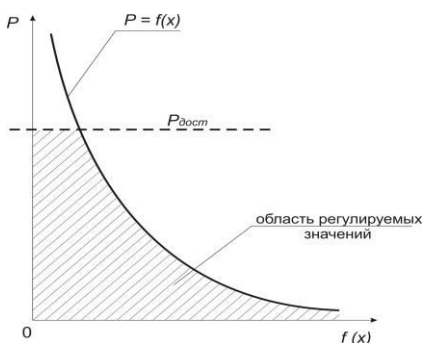


Рисунок 1 – График функции $P = f(x)$ в общем виде

То есть, значение P стремится к максимуму, при достижении минимума значения функции f . С учетом закономерностей между функцией и аргументами, все входящие аргументы в виде пределов для достижения максимуму функции. То есть $P \rightarrow \max$, при

$$\left. \begin{aligned} \text{Ш}_{\text{р.п.}} &= f(a, R, T, \alpha_y) \rightarrow \min \\ \text{Ш}_{\text{п.п.}} &= f(a, T, R) \rightarrow \min \\ \text{Ш}_{\text{з.д.}} &= f(a, v, T, R) \rightarrow \min \\ i &= f(T, v, S) \rightarrow \max \\ L &= f(i, h_{\text{тп}}) = f(T, v, S, h_{\text{тп}}) \rightarrow \min \\ R &= f(a, T, S) \rightarrow \min \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

На основании системы (4) и с учетом положений об интегральной оценке влияния составляем таблицу 1, с присвоением каждому параметру балла значимости в системе и весовой функции.

Таблица 1 – Определение интегральных оценок

Единицы оценки	Оцениваемые аргументы						
	a	T	R	α_y	v	S	$h_{\text{тп}}$
Балл B_i	4	6	3	1	3	3	1
Весовая функция k_i	1	2	1	2	1	2	1
$\Pi = B_i \cdot k_i$	4	12	3	2	3	6	1

На основе суммарных оценок аргументов определяем оценки основных функций (5):

$$\left. \begin{aligned} \Pi_{\text{ш.р.н.}} &= \Pi_a + \Pi_T + \Pi_R + \Pi_{\alpha_y} = 21 \\ \Pi_{\text{ш.н.н.}} &= \Pi_a + \Pi_T + \Pi_R = 19 \\ \Pi_{\text{ш.з.з}} &= \Pi_a + \Pi_T + \Pi_R + \Pi_v = 22 \\ \Pi_L &= \Pi_T + \Pi_v + \Pi_S + \Pi_{h_{\text{тр}}} = 22 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

и входящих в них аргументов R и i

$$\left. \begin{aligned} \Pi_R &= \Pi_a + \Pi_T + \Pi_S = 19 \\ \Pi_i &= \Pi_T + \Pi_v + \Pi_S = 21 \end{aligned} \right\}$$

Как показал проведенный интегральный анализ наибольшее значение (влияние) на угол откоса борта карьера и соответственно площадь вскрытых запасов имеют ширина автодорог и длина транспортирования, в оценках которых наибольшее значение принадлежит продольному уклону и радиусу разворота автосамосвала.

Таким образом, для регулирования параметров системы разработки необходимо сократить длину автодорог путем увеличения продольного уклона и уменьшить ширину автодорог за счет уменьшения радиуса разворота автосамосвала, что дает возможность использовать оценку для дальнейшего проектирования систем разработки глубоких карьеров.

Список литературы

1. Ржевский В. В. Открытые горные работы. В 2 ч.: Технология и комплексная механизация. – Москва : Недра, 1985. – 549 с.
2. СОУ – Н МПП 73.020 – 078 – 2 2008 Норми технологичного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Частина II. Т. 1 Відкриті гірничі роботи. – Київ : Міністерство промислової політики України, 2008. – 714 с.
3. Дриженко А. Ю. Карьерные технологические горнотранспортные системы: моногр. / А. Ю. Дриженко. – Д.: НГУ, 2011. – 542 с.
4. Кривда В. В. Параметры автомобильно-железнодорожной перегрузочной площадки при использовании карьерного автотранспорта с механизмом изменения центра масс / В.В. Кривда // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- Днепропетровск: – 2013. – № 111. – С. 58–66.
5. Sullivan L. P. Quality Function Deployment / L. P. Sullivan // Quality Progress, June 1986, pp. 39–50.
6. Амосов А. А. Вычислительные методы для инженеров / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. – М.: Высшая школа, 1994. – 544 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

Кривда В. В. доцент; Горохова А. Р. студентка; Пелевин Б., студент, Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина

Особенностью динамики автомобиля, как сложной многомассной системы является то, что при различных режимах движения влияние механических характеристик отдельных элементов машины проявляется в различной степени [1].

Так можно допустить, что при прямолинейном движении автомобиля по дороге без бокового уклона, механические характеристики колес, расположенные на одной оси и соответствующих подвесках одинаковы. В этом случае расчетную схему автосамосвала можно представить в виде системы трех тел (рис.1), на которые наложены упругие и неупругие связи, моделирующие характеристики колес и подвесок. Взаимодействие с дорожным покрытием выражается через нормальные реакции R_1 и R_2 , а так же силы сопротивления качению F_{k1} и F_{k2} , кроме того, на схеме обозначено:

a, b, c – размеры определяющие положение центра масс автомобиля, относительно осей колес и полотна дороги;

c_1, c_2 – жесткости коле по нормали;

$c_{11}, c_{21}, \mu_1, \mu_2$ – коэффициенты жесткости и диссипации передней и задней подвесок;

Z_3 – перемещение поддрессоренной массы автомобиля;

Z_1, Z_2 – смещение осей колес;

X_3 – перемещение центра масс автомобиля по курсу;

φ_3 – угол поворота кузова относительно оси, проходящую через центр масс;

m_1, m_2, J_1, J_2 – массы и моменты инерции колес;

m_3, J_3 – масса и момент инерции автомобиля;

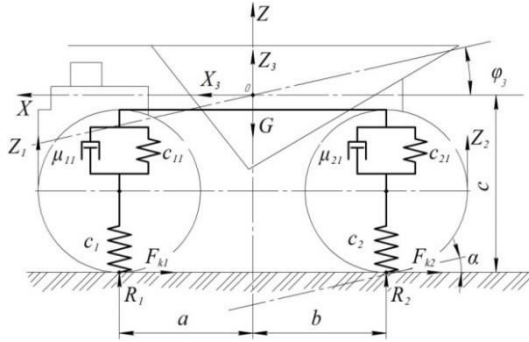


Рисунок 1 – Расчетная схема карьерного автосамосвала

Движение автомобиля рассматриваем в плоскости X_0Z , проходящей через продольную ось автомобиля.

Для составления уравнения движения воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода [1, 2]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial D}{\partial q_i} = Q_i \quad (1)$$

где: при составлении выражений для кинематической T и потенциальной энергии Π , диссипативной функции D , были использованы значения масс и моментов инерции m_1, m_2, J_1, J_2 передних и задних колес, массы и момента инерции кузова m_3, J_3 . В качестве обобщенных координат были выбраны $Z_1, Z_2, Z_3, x, \varphi_3$. При вычислении обобщенных сил определялась работа сил тяжести, момента двигателя M_g , сил направления качению.

После подстановки в уравнение (1), получена система пяти дифференциальных уравнений второго порядка.

$$\left\{ \begin{array}{l} m\ddot{x} - f_k(m_1\dot{Z}_1 + m_2\dot{Z}_2 + m_3\dot{Z}_3) = \frac{M_g}{r} + mg(\sin \alpha - f \cos \alpha) \times \\ \times m_1\dot{Z}_1 - m_3k_0\dot{Z}_0 + c_{11}\mu_{11}(Z_1 - Z_3 - \varphi a) + (c_1 + c_{11})Z_1 - c_{11}(Z_2 - \varphi a) = \\ = \varphi \cos \alpha (m_1 - m_3k_0) \\ m_2\dot{Z}_2 - m_3k_0\dot{Z}_0 + c_{12}\mu_{12}(Z_2 - Z_3 - \varphi b) + (c_2 + c_{21})Z_1 - c_{21}(Z_3 - \varphi b) = \\ = \varphi \cos \alpha (m_2 + m_3k_0) \\ m_3\dot{Z}_0 - c_{11}\mu_{11}(Z_1 - Z_3 - \varphi a) - c_{21}(Z_2 - Z_3 + \varphi b) - c_{11}(Z_1 - Z_3 - \varphi a) - \\ - c_{21}(Z_2 - Z_3 + \varphi b) = m_3g \cos \alpha \\ J_3\ddot{\varphi}_3 - c_{11}\mu_{11}a(Z_1 - Z_3 - \varphi a) + c_{21}\mu_{21}b(Z_2 - Z_3 + \varphi b) - \\ - c_{11}a(Z_1 - Z_3 - \varphi a) + c_{21}b(Z_2 - Z_3 + \varphi b) = 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

где обозначено:

$m=m_1+m_2+m_3$ – масса автосамосвала;

r – радиус колес;

f_k – коэффициент сопротивления качению, зависит от состояния дороги;

$k_0=a/(a+b)$ – коэффициент определяющий положение центра тяжести кузова относительно осей колес;

$Z_0=(Z_2-Z_1)k_0+Z_3$ – абсолютное перемещение центра масс кузова по нормали;

Интегрирование системы уравнений (2), дает зависимости позволяющие оценить влияние продольного уклона дороги на движение автомобиля от значения массы и положения центра масс кузова автомобиля при наличии груза и без него, состояния дороги, а так же дать рекомендации, обеспечивающие требуемую техническую скорость.

Список литературы

1. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики: Учеб.пособие для студ-ов вузов по техн.спец.:В 2-х т./ Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб. : Лань. – 5-е изд., испр. – 1998. – 729 с.

2. Цыvilьский В. Л. Теоретическая механика: Учебник для втузов. – Москва : Высшая школа, 2001. – 318 с.

3. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин. – Москва : Машиностроение, 1990. – 352 с.

4. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для втузов / С. М. Тарг. – 15-е изд., стер. – Москва : Высш. шк., 2005. – 415 с.

5. Теоретическая механика: Сб. научно-метод. ст. / МГУ им. М. В. Ломоносова, Ин-т механики; под ред. Ю. Г. Мартыненко. – Москва : Изд-во МГУ. – Вып. 25. – 2004. – 213 с.

О НОВЫХ РАЗРАБОТКАХ В СФЕРЕ КОММЕРЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Федоряченко С. А., Прокуда В. В, студенты гр. 132м-18-2, Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», г. Днепр, Украина

16 ноября Илон Маск представил публике и всему миру самые новые разработки компании TESLA – электрофуру Tesla SEMI.

Массовое производство новинки обещают начать в 2020 году. Заявлено следующие характеристики Tesla Semi: - пробег на одном заряде 500 миль (800 км) – разгон от 0 до 100км/час всего 5 секунд (без трейлера) - зарядка до 80 % всего за пол часа - грузоподъемность 36 тонн - себестоимость перевозки груза 0,85 \$/милю против \$ 1,51 у дизельных тягачей. Отмечается что фура Tesla Semi будет иметь частичный автопилот-сможет следить за правильным следованием по полосе и выполнять автоматическое торможение. Что еще может электроника - может заставить следовать за впереди идущим грузовиком, тем самым дать возможность водителю отдохнуть или вовсе уволить его.

Благодаря невероятному тяговому моменту, фура Tesla Semi может ехать в затяжной подъем значительно быстрее обычного грузовика с дизельным мотором. Заявлена скорость в 5 % подъем на уровне 65 миль (104 км/час), против 45 миль (72 км/час) у стандартного тягача на дизеле. Илон также заявил, что ресурс тягача составляет 1 500 000 км, при стоимости в два раза ниже стандартного дизельного тягача. Из важных достоинств стоит отметить самый низкий центр тяжести, ведь батарея расположена в днище фуры, что обеспечивает невероятную стабильность и управляемость, особенно в экстренных ситуациях. Ну и куда же без смартфонов. Tesla Semi полностью совместима с фирменным приложением компании, что позволяет следить за местонахождением фуры, делать удаленную диагностику, связываться с диспетчером и еще много-много полезных функций у вас на ладони.

Ну и конечно же самая низкая стоимость обслуживания, ведь для тягачей с двигателем внутреннего сгорания это действительно большая проблема. Особенностью можно считать кабину, спроектированную специально для максимального удобства водителя - ведь там всего одно кресло. Но тем не менее компания обещает оставить возможность до установки второго кресла рядом с водителем и решить вопрос с местом для сна. С последним кстати беда, ведь ее можно будет использовать для грузоперевозок только в дневное время суток. Элементами управления выступают два огромных сенсорных экрана по бокам от рулевого колеса, на которых отображается основная информация о поездке и техническом состоянии грузовика.

Триботехнічні властивості корозійно-стійкої сталі, поверхнево модифікованої хіміко-термічною обробкою

Кравченко В. В., студ. гр. МТ-61; Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми

Великий спектр застосування корозійностійких сталей обумовлений гарною пластичністю, зварюваністю і високою стійкістю корозії, перш за все сталей аустенітного класу, до якого входить сталь 12X18H10T. Однак через низьку твердість, яка обумовлює знижені механічні властивості, істотно зменшується область застосування таких сталей. При підвищеній зносостійкості поверхневого шару без впливу на корозійну стійкість сталі, з'являється можливість покращити матеріал з високим комплексом зазначених властивостей.

Для формування зносостійкого поверхневого шару для корозійностійких сталей були застосовані методи хіміко-термічної обробки: азотування, дифузійна металізація. Вивчення мікроструктури, визначення фазового і хімічного складу зміцнених поверхневих шарів здійснювалися мікроструктурним, рентгеноструктурним і рентгеноспектральним способом. Механічні характеристики поверхневих шарів визначали дюрOMETричними способами. Спосіб інженерної механіки використовувався для вивчення залишкових напруг, мікротвердості, триботехнічних властивостей сталі 12X18H10T з комбінованим покриттями в умовах тертя ковзання. Спосіб багатofакторного планування досвіду і математичної статистики – для аналізу результатів досліджень та виконання покращення технологічного процесу нанесення покриття.

Аналіз даних показує, щоб сталь 12X18H9T мала досить високу корозійну стійкість. Для отримання мікротвердості 5000 МПа належить застосувати азотування при 950-1050 °С. товщина шару після обробки при 1050 °С і витримці 10 хв складає 0,15 мм, якщо необхідна мікротвердість 7500 МПа і допустиме зниження корозійної стійкості, то для отримання такого шару покриття температуру азотування змінюють на 750 °С, а витримку навпроти збільшують до 90 хв. Для сталі 08X18H10T і 17X18H9 рекомендована температура азотування 560 °С з витримкою 50-60 годин. Товщина шару покриття складає 0,2-0,25 мм, а мікротвердість 1000-1100 МПа. Захисне покриття збільшує зносостійкість сталі 12X18H10T в умовах тертя ковзання у відсутності мастила захисні покриття в 1,5 – 2,6 разів. Після проведення хіміко-термічної обробки відбувається зміна хімічного складу і структури поверхневого шару, що значно впливає на експлуатаційні властивості зміцненої сталі. Поверхневий шар отримує нові властивості, іноді втрачаючи деякі характеристики сталі до обробки. Вивчення поверхневого насичення сталей і показали, що найбільш дієвим вважається одночасне нанесення поверхневого шару декількома речовинами як з технологічної точки зору, так і для підвищення їх властивостей. Насичення

сталі 12X18H10T проводили наступним методом: хромоалітували при температурі 1050 °С протягом 3 год контактним способом у порошковій суміші в ємності з плавким затвором при умовах зниженого тиску. В якості вихідних реагентів використовували суміш порошків слідуючого складу: 46%Cr+10%Al+4%NH₄Cl+40%Al₂O₃[2].

Сталі з високим вмістом хрому потрібно піддавати особливій обробці з метою видалення оксидної плівки, яка буде заважати насиченню азотом. Використовують для даної операції травлення в кислотах, піскоструминне очищення або очищення в процесі азотування сталі. Сталь аустенітного класу гірше піддається азотуванню ніж феритного. Чим вищий ступінь легованості сталі, тим важче проходить процес дифузії азоту. Для отримання зносостійкого шару феритні і аустенітні сталі з високим вмістом хрому піддають азотування при 560-600 °С. При зниженні вмісту вуглецю в феритних і аустенітних сталях глибина азотованого шару збільшується[3].

Аналіз отриманих результатів продемонстрував, підняття зносостійкості сталі 12X18H10T з комплексним покриттям, яке створюється після хромоалітування. Зносостійкість сталі 12X18H10T з таким поверхневим шаром збільшується в 1,5–2,6 раз у порівнянні з початковим. Висока зносостійкість і жаростійкість розглянутих покриттів на сталі 12X18H10T обумовлена значною мікротвердістю і адгезією з основою.

В результаті застосування нових комбінованих технологій досягається істотне підвищення твердості, зносостійкості і контактної витривалості відповідальних деталей машин з корозійностійкої сталі.

Корозійностійкі сталі категорії X18H10T не забезпечують зносостійкість при терті у відсутності змащування, а тому мають необхідність в поверхневому зміцненні деталей різними технологічними способами.

Список літератури

1. Mechanical Properties and Corrosion Resistance of a Novel Ni-Cr-Mo Alloy / P. Huang, R. Liu, Xi.J. Wu, M.X. Yao // *Advanced Engineering Materials*. 2007. Vol. 9, No. 1–2. pp. 60-64.
2. Jang, A.Y. Influence of Sigma Phase on Pitting Resistance Depending on Solidification Mode in AISI 316L Weld Metal / A.Y. Jang and H.W. LEE // *Metallurgical and Materials Transactions A*. 2012. Vol. 43A. pp. 1736-1741.
3. Premature Corrosion Failure of a 316L Stainless Steel Plate due to the Presence of Sigma Phase / O. Conejero, M. Palacios, S. Rivera // *Engineering Failure Analysis*. 2009. № 16. 699–704.
4. Riis, A. Corrosion Resistance of Duplex and Austenitic Stainless Steel Castings / A. Riis // *Stainless Steel World Conference & Expo: Conference papers (Maastricht, Netherlands, 11-13 November 2003)*. Zutphen, the Netherlands, KCI Publ., 2003. pp. 136-143.

ТЕХНОЛОГІЇ ПОКРАЩЕННЯ РІЗАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ

*Данільченко В. О. студент гр. МТ-61;
Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми*

Висока стійкість інструментів в основному забезпечується твердістю, зносостійкістю, теплостійкістю та міцністю їх різальних елементів. Ці важливі характеристики інструмента забезпечуються високими фізико-механічними властивостями інструментального матеріалу та якісною термічною обробкою інструмента. Проте, у багатьох випадках можна підвищити різальну здатність інструмента поліпшенням властивостей поверхневих шарів робочих частин. Причиною виходу із ладу різального інструменту (більше 80 %) є не його поломка, а поверхнєве руйнування і, перш за все, через процеси зношування. Зношування різального інструменту знижує продуктивність механічної обробки деталей машин. Витрата інструменту різко позначається на підвищенні собівартості продукції машинобудівних підприємств, тому підвищення зносостійкості робочих поверхонь різального інструменту є одним з факторів збільшення їхньої пружності.

До основних видів зношування відносять:

– абразивне зношування, яке відбувається в процесі інтенсивного руйнування поверхні при терті, обумовленого присутністю абразивного середовища (наприклад стружки) в зоні тертя та проявляється в локальній пластичній деформації та мікрорізанні абразивними частинками задньої та передньої поверхонь різального леза;

– адгезійне зношування, яке виникає в умовах тертя, коли дві гладкі поверхні контактують одна з одною і частинки матеріалу, які вирвані з однієї поверхні прилипають до іншої;

– корозійне зношування, яке має місце, коли контакт поверхонь відбувається в корозійних середовищах;

– поверхнева втомлюваність, коли спостерігається багаторазове навантаження поверхонь з безперервно повторними циклами навантаження та розвантаження.

І хоча, в даний час окремі види і закони зношування достатньо добре вивчені, оформити і узагальнити все різноманіття явищ, що відбуваються в поверхневому шарі при різанні, практично неможливо. В загальній проблемі надійності і довговічності різального інструменту прийнято розрізняти "об'ємну міцність" і "міцність поверхневого шару"[1]. В інструментальному виробництві використовуються різні методи поліпшення якості поверхневого шару різального інструмента. В промисловості найбільше розповсюдження знайшли методи зміцнення за допомогою зносостійких покриттів.

Поверхневі покриття дозволяють підвищити довговічність різального інструмента в 2 - 10 разів. Перша група методів характеризується тим, що на робочі поверхні інструмента тим або іншим чином наносять шар (плівку) товщиною 2-5 мкм з матеріалу, що має більш високу зносостійкість, ніж основний матеріал. Друга група методів передбачає зміцнення матеріалу, з якого виготовлений інструмент, причому зміцненню можуть піддаватися як обмежені приповерхневі зони, так і вся поверхня інструмента. При плівковому способі, як правило, різко змінюються властивості в зоні переходу від зміцнених шарів до основного матеріалу інструмента, що може викликати відшарування зміцнюючого покриття. При зміцненні безпосередньо матеріалу інструмента має місце плавні й перехід властивостей від зміцненої поверхні до серцевини, глибина зони зміцнення перевищує товщину тонкого шару покриття, що призводить до більш стабільного збільшення стійкості інструмента. Методи, які пов'язані з одержанням тонкого шару покриття, найчастіше використовуються при зміцненні твердосплавного інструмента, а для сталевих інструментів - методи, зв'язані із зміцненням безпосередньо матеріалу інструмента - операції зміцнення, як правило, проводяться на кінцевих стадіях виготовлення інструмента.

В роботі досліджувалася стійкість різального інструменту після хіміко-термічного зміцнення. Методи хіміко-термічного зміцнення, іонне азотування різальних інструментів – процес насичення поверхні виробів азотом в умовах іонізації газового середовища, що знаходиться у вакуумованій камері. Оброблюваний інструмент при цьому процесі підключається до катода, а анодом є стінка камери. Між ними утворюється потенціал струму близько 400-1100 В. Іонне азотування здійснювалося за дві стадії: очищення поверхні катодним розпорощуванням і насиченням поверхні. Іонному азотуванню піддавали швидкорізальні інструменти: фрези, свердла. Карбонітрування - це процес насичення поверхневих шарів швидкорізального інструмента вуглецем та азотом в розчинах ціанатів і карбонатів лугових металів при температурі 520- 580 °С. Рекомендованим розчином ванни для карбонітрування є розчин, який складається з ціанату калію та карбонату калію (15-25 %). В результаті карбонітрування на поверхні швидкорізального інструмента з'являється тонкий нетравлений шар карбонітридів, що забезпечує високий рівень експлуатаційних властивостей інструмента. Важливою якістю карбонітрованої сталі є її здатність зберігати високу твердість поверхневого шару при нагріванні до 650-670 °С.

Список літератури

1. Васин С. А. Резание материалов: Термомеханический поход взаимосвязей при резании / С.А. Васин, А.С. Верещака, В.С. Кушнер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.С. Баумана, 2001. – 448 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ТРИБОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН НАСОСІВ

Іванов І. О. студент гр. МТ-61; Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми

Сьогодні з тертям пов'язана одна з найгостріших проблем сучасності – знос машин і механізмів. Витрати на відновлення машин в результаті зносу величезні, при чому щорічно вони збільшуються. Міцність, надійність і довговічність деталей машин та матеріалів триботехнічного призначення в значній мірі визначаються фізико-механічними властивостями робочих поверхонь. Тому важливу роль в технології машинобудування відіграють процеси поверхневого зміцнення деталей. Існує безліч способів поверхневого зміцнення та підвищення зносостійкості деталей. Високохромисті зносостійкі чавуни широко застосовуються в багатьох галузях промисловості при видобутку та збагаченні різних руд, вугілля, цементного сировини, каменю, піску і т. д. У багатьох випадках, коли абразивний маса знаходиться в вигляді водних суспензій і пульп, знос супроводжується корозійним впливом, т. к. в процесі збагачення пульпи насичуються сульфатами, хлоридами, кислотами, а також реагентами, які сприяють збагаченню.

Найрозповсюдженим способом зміцнення поверхневого шару є хіміко-термічна обробка, яка дозволяє змінювати хімічний і фазовий склад поверхневого шару та градієнт властивостей деталей у напрямку від поверхні до серцевини. Це досягається за рахунок дифузійного насичення поверхневого шару яким-небудь елементом (у даному випадку хромом), що знаходиться в аморфному стані і здатний розчинитися в металі оброблюваної деталі. Хіміко-термічна обробка забезпечує підвищення зносостійкості деталей через збільшення твердості поверхневого шару.

Особливе місце займає модифікування. Модифікування є найбільш поширеним вивченим способом впливу на якість, структуру і механічні властивості виливків з чавуну. Основними характеристиками, що визначають ефективність модифікування структури чавуну, прийнято вважати:

- хімічний склад, кількість і спосіб введення модифікаторів;
- якість вихідних шихтових матеріалів і спосіб їх переплавки;
- спосіб подачі металу в ливарну форму;
- швидкість і умови затвердіння чавуну в різних зонах виливків.

В даний час існує велика кількість модифікаторів, обумовлене наявністю широкої номенклатури чавунів. Найбільшу ефективність і значимість представляє позапічна обробка чавунів ультра-і нанодисперсними порошками різного хімічного складу.

При виконанні роботи були проведені дослідження хімічного складу, структурно-фазового стану і фізико-механічних властивостей чавунів, які

широко застосовуються в машинобудівному виробництві для виготовлення проточних робочих елементів насосів. високохромистого чавуну марки ГЧХ28Н2, сірого чавуну марки СЧ25 і високоміцного чавуну з кулястим графітом марки ВЧ60, отриманих за звичайною заводською технологією, і після модифікування ультрадисперсними частинками оксидів тугоплавких металів TiO_2 і ZrO_2 (з вмістом домішок Nb, Hf, Mg, Fe, Cr, Sr, Mo не більше 5 мас.%) і кріоліту (Na_3AlF_6).

Встановлено, що істотне зміцнення високохромистого чавуну після введення модифікуючої суміші (МС) ультрадисперсних порошків відбулося через: 1) твердосплавне зміцнення за рахунок утворення твердого розчину - (Fe, C) з розчиненням в ньому вуглецем та легіруючими елементами (збільшення Si і наявності 0,03 мас.% Ti); 2) дисперсійне зміцнення твердого розчину α - (Ni-Cr-Fe) частинками Fe_3C і $Fe_{20}C_9$, що утворюють ультра дисперсну суміш частинок феррита і карбідів; 3) зернограничне зміцнення, обумовлене зменшенням розмірів частинок карбіду $(Cr, Fe)_7C_3$ в 1,5 ÷ 3 рази. На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

–введення 0,3 мас. % МС в розплав високохромистих чавунів ГЧХ28Н2 призводить до зміцнення температури початку виділення первинних фаз в область більш високих температур на $\sim 22^\circ C$ і формування структурно-фазового стану « α -Fe+ γ -Fe+ M_7C_3 », відповідного області більш високих температур рівноважної діаграми стану Fe-C з вмістом 13 мас. % Cr.

–встановлено, що після введення МС матрицею чавуну ГЧХ28Н2 є двофазна суміш твердих розчинів α - (Ni-Cr-Fe) і - (Fe, C). Об'ємна частка твердого розчину α - (Ni-Cr-Fe) по матриці зменшилася на 70%, в порівнянні з вихідним чавуном і представлена тільки ультрадисперсної сумішшю частинок ферита і карбідів Fe_3C і $Fe_{20}C_9$ розміром 30×200 нм і 10 нм відповідно. Показано, що після введення МС в розплав високохромистого чавуну проходить суттєве подрібнення (1,5 ÷ 3 рази) і однорідний розподіл карбідів складу $(C, Fe)_7C_3$.

Список літератури

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Износ и безызносность / Д.Н. Гаркунов. – М. : МСХА, 2001. – 616 с.
2. Непрерывная разливка сортовой заготовки: Монография. / А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, А.Л. Подкорытов, В.Е. Ухин, А.В. Кравченко, А.Ю. Оробцев. – Донецк : Цифровая типография, 2012. – 417 с.
3. Effect of silicon additions on the wear properties of grey cast iron / J.O. Agunsoye, T.S. Isaac, O.I. Awe, A.T. Onwuegbuzie // Journal of minerals and materials characterization and engineering. – 2013. – № 1. – P. 61–67.
4. Писаренко, Л.З. Роль кремния как модификатора чугуна / Л.З. Писаренко // Литейное производство. – 2000. – № 5. – С. 24–28.

ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЯМИ ОСАДЖЕННЯ HIPIMS ТА DCMS

Перерва В. І., студ. гр. МТ.м-81; Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Використання покриттів є ефективним методом підвищення довговічності та експлуатаційних характеристик матеріалів (пар тертя, деталей автомобілів, ріжучого інструменту тощо). Завдяки покращеним фізико-механічним властивостям та термічній стабільності шар покриття повинен забезпечувати високу твердість, низький коефіцієнт тертя, добру адгезію до підкладки, стійкість до окислення і зносостійкість та може підтримувати функціональність роботи виробу в екстремальних умовах і протягом тривалого часу.

Останнім часом дослідники вивчають багат шарові архітектури покриттів, отримані з використанням методів імпульсного магнетронного розпилення високої потужності (HIPIMS) та магнетронного реактивного розпилення з постійними струмами (DCMS). Нанесення зносостійких покриттів на основі нітриду титану (TiN) за технологіями осадження HIPIMS та DCMS для інструментальних матеріалів мають високі показники щільності покриття, гладкої поверхні і відмінної адгезії [1]. Результати дослідників [2] свідчать про добрі механічні та трибологічні властивості багат шарових покриттів, отриманих комплексним методом HIPIMS/DCMS.

В роботі [1] за допомогою методів дифракції рентгенівських променів (XRD), скануючої мікроскопії полевих емісій (FE-SEM) та атомно-силової мікроскопії (AFM) було досліджено склад, морфологію та шорсткість поверхні наноструктурованих покриттів TiN, які наносилися двома різними методами HIPIMS та DCMS. Встановлено, що переважна орієнтація росту покриття залежить від застосовуваної методики осадження, так покриття HIPIMS-TiN має вищу цілісність і містить менше дефектів та чітко визначену щільну нанокристалічну структуру, яка не тільки є більш гладкою, але й має вищу пасивацію і краще захищає матеріал інструменту від потрапляння агресивних аніонів.

Результати наукових досліджень [1, 2] показують, що при комбінації обох методів буде досягнуто найбільш задовільний результат і отримано нітридні покриття із високою зносостійкістю та низьким коефіцієнтом тертя.

Список літератури

1. Elmkhah H., Attarzadeh F., Fattah-alhosseini A., Kim K.H. Microstructural and electrochemical comparison between TiN coatings deposited through HIPIMS and DCMS techniques (2018) Journal of Alloys and Compounds, 735, pp. 422-429.
2. Guimaraes M.C.R., Marquesde Castilho B.C.N., Nossa, T.S., Avila P.R.T., Cucatti S., Alvarez F., Garcia J.L., Pinto H.C. On the effect of substrate oscillation on CrN coatings deposited by HIPIMS and DCMS (2018) Surface and Coatings Technology, 340, pp. 112-120.

ЗМІЦНЮЮЧА ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФРЕЗИ

*Мартиненко Є. М. студентка, гр. МТ-51;
Говоруn Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми*

Фрези належать до найпоширеніших видів багатолезових інструментів у металообробній промисловості. Фреза – це ріжучий багатолезовий інструмент у вигляді тіла обертання із зубами для фрезерування, що застосовується для механічної обробки металу різанням, при якій ріжучий інструмент має обертальний (головний) рух, а оброблювана заготовка – поступальний рух (рух подачі). Особливістю фрезерування є уривчастість процесу різання. Це обумовлено тим, що при обертанні фрези кожен зуб врізається в заготовку з ударом, а потім працює тільки на деякій частині оберту і виходить із зони різання.

Матеріал для виготовлення ріжучого інструменту повинен володіти високою твердістю (HRC 65-67) і зносостійкістю, здатністю тривалий час зберігати ріжучі властивості кромки в умовах тертя. Залежно від призначення, режимів різання і конструктивного виконання фрези можуть виготовляти з інструментальних легованих сталей (9ХС, ХВГ), але в основному, з швидкоріжучих сталей Р9, Р12, Р6М5, Р9К5, Р9Ф5, Р9К10, Р6М5К5, Р18К5Ф2, а також оснащують пластинками твердих сплавів.

Сталі, з яких виготовляють фрези, повинні мати високу міцність, необхідну для збереження форми інструменту при високих питомих тисках при різанні; добру теплостійкість – для збереження підвищених характеристик міцності властивостей при нагріванні; в'язкість – для попередження поломок і викришування; зносостійкість і інші.

Найчастіше циліндричні фрези виготовляються із швидкорізальних сталей: вольфрамових – Р18, Р12, Р9; вольфрамомолібденових і вольфрамкобальтових – Р6М3, Р6М5 і Р9К5, Р9К10; вольфрамомолібденкобальтових – Р6М5К5 і інших. Підвищення працездатності ріжучого інструменту, що працює в умовах переривчастого різання, зокрема при фрезеруванні, є актуальним завданням інженерів-матеріалознавців.

Руйнування фрези в умовах переривчастого різання починається з утворення поздовжніх тріщин на середині площини контакту на передній поверхні, які ростуть у бік ріжучої кромки і надалі виходять на задню її поверхню. Мікротріщини і більш глибокі тріщини можуть спровокувати викришування на поверхні інструменту і навіть поломку зубів. Все це, в свою чергу, призведе до появи піттингової корозії і навіть повного руйнування деталі. Ще однією причиною поломок зубів фрези може бути карбідна рядкова ліквіація.

Тому постійно досліджують методи зміцнення поверхні і зубів циліндричних фрез. Для поліпшення властивостей ріжучого інструменту останнім часом широке застосування знайшли покриття з кристалічною структурою з хімічно інертних і тугоплавких сполук, таких як карбід титану, нітрид титану, оксид алюмінію; хіміко-термічна обробка (ХТО)

(карбонітрація, азотування, хромування); лазерна обробка; електроіскрове зміцнення і т.п.

Популярним видом ХТО сталі та чавуну практично будь-яких марок є карбонітрація або рідинне азотування. В цьому випадку поверхневий шар заготовок насичується вуглецем і азотом в соляних розплавах при температурі 560-580 °С з витримками 5-40 хвилин для ріжучого інструменту і 1-4 години для деталей машин і штампового інструменту в залежності від необхідної товщини зміцненого шару. Соляні складові синтезовані з аммоновуглецевих з'єднань: меламіну, мелону, діціандіаміду. Карбонітрація подібна до ціануванням. Але ціанування здійснюється з використанням токсичного ціаніду натрію при температурах до 860 °С. Для карбонітрації застосовують неотруйні з'єднання і здійснюється вона при температурах до 600 °С.

Властивості карбонітрованого шару наступні: товщина – 0,01-0,6 мм; поверхнева твердість – 400-1200 HV; підвищення зносостійкості в 2-11 разів; зниження коефіцієнта тертя в 1,5-5 разів; крихкість шару – відсутня; підвищення задиростійкості, включаючи нержавіючі сталі; підвищення втомної міцності в 1,5-2 рази; підвищення корозійної стійкості перлітових сталей в 1,5-2 рази; викривлення і поводка довгомірних деталей – практично відсутні.

Карбонітрація є високоефективною технологією поверхневого зміцнення ріжучого інструменту, штампової та пресової оснастки різного призначення, деталей машин.

Технологія використовується для підвищення зносостійкості, втомної міцності і, в поєднанні з оксидуванням, для збільшення корозійної стійкості. У багатьох випадках карбонітрація є альтернативою таких процесів, як поверхневе гартування, гальванічне хромування, цементация і нітроцементация та інші.

Застосування карбонітрації для обробки виробів підвищує втомну міцність на 50-80%, різко збільшує зносостійкість в порівнянні з цементацией, нітроцементацией, газовим азотуванням, забезпечує мінімальні величини деформацій в межах допуску креслення. Серед технологій низькотемпературного зміцнення карбонітрація в розплавах солей є найбільш економічним процесом, тому що скорочує тривалість насичення до 0,5-6 год, замість 10-60 годин при газовому азотуванні. При цьому практично відсутня крихкість карбонітрованого шару. Процес карбонітрації, як правило, є остаточною операцією.

Середовище для проведення карбонітрації не містить в своєму складі високотоксичних речовин, всі його компоненти дешеві і недефіцитні. Завдяки цьому, а також високій рідко текучості та малій випаровуваності розплаву, середовище не представляє екологічної небезпеки і може експлуатуватися на будь-яких виробництвах, в тому числі і на малих ремонтних підприємствах.

ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОБОЧОГО КОЛЕСА ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

Вареник С. В, студент, гр. МТ-51; Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Одним з найбільш популярних видів насосного обладнання, що використовується як в різних галузях промисловості, так і для оснащення систем побутового водопостачання, є насос відцентрового типу. Завдяки своїй універсальності, високій ефективності і надійності відцентрові насоси сьогодні успішно застосовуються практично скрізь. У сучасному виробництві насоси різних розмірів і конструкцій перекачують нафту, воду, хімічні продукти. Насосами обладнані пожежні автомобілі та кораблі. Відцентрові насоси є найбільш поширеними і призначені для подачі холодної або гарячої води, в'язких або агресивних рідин, стічних вод, сумішей води з ґрунтом, золою і шлаком, торфом, роздробленим кам'яним вугіллям і т.п. [1].

У насосах механічна енергія перетворюється в енергію рідини і її дія заснована на передачі кінетичної енергії від обертового робочого колеса тій частині рідини, які знаходяться між його лопатками. Під впливом виникаючої при цьому відцентрової сили частина середовища, що подається, з робочого колеса переміщається в корпус насоса і далі, а на її місце, за рахунок перепаду тиску, надходить нова частина рідини, забезпечуючи безперервну роботу насоса. Найпростіша схема відцентрового насоса (рис. 1) складається з трьох основних елементів - підведення, робочого колеса і відведення.

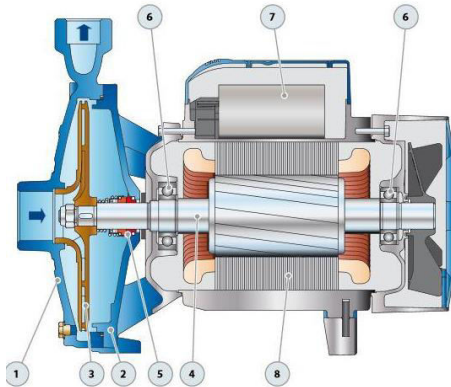


Рисунок 1 – Схема горизонтального відцентрового насоса:

1 – корпус насоса; 2 – кришка; 3 – робоче колесо; 4 – ведучий вал; 5 – механічне ущільнення; 6 – підшипники; 7 – конденсатор; 8 – електродвигун

Робоче колесо відцентрового насоса є одною із найважливіших деталей, так як воно безпосередньо здійснює силовий вплив на протікаючу рідину і, тим самим, передає їй енергію двигуна, тому повинно мати високі

аеродинамічні якості та необхідну міцність, як в нормальних температурних умовах, так і в умовах низьких температур, та агресивних середовищах. Робоче колесо схильне до інтенсивного зносу під дією тертя, гідроерозії, кавітаційного руйнування та інших факторів. У зв'язку з цим необхідно вибрати матеріал, для виготовлення цієї деталі, який у поєднанні з відповідними режимами термообробки, може найбільше протистояти цим видам зносу і руйнування.

Робочі колеса відцентрових насосів виготовляються литим з чавуну, бронзи або з литої вуглецевої і нержавіючої сталей, а в спеціальних випадках, для перекачування їдких рідин, - зі свинцю, каучуку, ебоніту, кераміки і тому подібних матеріалів.

До нержавіючих або корозійностійких сталей відноситься велика група сплавів на основі заліза, що містять не менше 12% Cr, а також додатково легованих такими елементами, як Ni, Mn, Mo, Ti та ін. У залежності від хімічного складу і термічної обробки корозійностійкі сталі мають різну структуру і властивості. Зі сталей найбільше застосування отримали нержавіючі сталі двох типів: хромонікелеві сталі на базі класичної композиції 18-8, що мають в основному аустенітну структуру та хромисті сталі без нікелю або з невеликими присадками цього елемента, що мають мартенситну або мартенситно-феритну структуру[2].

Добрий опір зносу мають сталі аустенітного класу, тому для роботи в установках із водою й агресивними середовищами найбільше застосування отримали нержавіючі хромонікелевотитанові сталі, одну з яких було обрано для виготовлення робочого колеса - сталь 12X18H9ТЛ. Ця сталь є корозійностійкою та жаростійкою сталлю аустенітного класу. Щоб покращити характеристики робочого колеса і, тим самим, подовжити термін служби даної деталі відцентрового гідравлічного насоса, застосовують зміцнюючу термообробку – гартування (аустенізацію) при температурі 1050-1100 °С із витримкою 1,5-2 години, після чого виріб охолоджують у воді. В процесі нагрівання карбіди хрому (і вуглець) повністю розчиняються в аустеніті, а швидке охолодження перешкоджає повторному виділенню карбідів. Після аустенізації весь хром переходить у твердий розчин, і сталь не схильна до міжкристалітної корозії.

Вибрана марка сталі та запропонована зміцнююча термічна обробка дозволяє отримати робочі колеса для гідравлічних відцентрових насосів із найкращими механічними властивостями і характеристиками.

Список літератури

1. Шевченко Т. О. Конспект лекцій з дисциплін «Гідравлічні та аеродинамічні машини» / Т. О. Шевченко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 110 с.
2. Руденко Л. Ф. Леговані сталі та сплави: навч. посібн. / Л. Ф. Руденко, Т. П. Говорун – Суми: СумДУ, 2012. – 171 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ НІТРИДІВ МЕТАЛІВ W ТА Cr

*Говорун Т. П., доцент; Перерва В. І., студентка, гр. МТ.м-81;
Балинський М. В., студент гр. МТ-61; Сергієнко С. М., студент гр. МТ-71-8,
СумДУ, м. Суми*

Система нітрид хрому (CrN) є перспективною для отримання покриттів з високою твердістю, відмінними антиокислювальними властивостями та гарною стійкістю до корозії та зносу. Вольфрам (W) часто застосовується через високу температуру плавлення і високу твердість, а покриття нітриду вольфраму (WN) – у оптичних та мікроелектронних приладах, як бар'єрні шари та електроди.

Проведено дослідження наношарових покриттів CrWN, осаджених на підкладки зі швидкоріжучої сталі P6M5, що мали різну шорсткість поверхні. Підкладки були попередньо поліровані механічним методом, комбінованим з алмазним шліфувальним диском. Різна шорсткість поверхні була досягнута за допомогою обробки шліфувальним папером з різним розміром зерен (800, 1000, 1200 і 1500) мокрим шліфуванням, з попередньою шліфівкою на попередній зернистості. Далі підкладки очищали ультразвуком протягом 10 хвилин, послідовно в ацетоні та етиловому спирті. Покриття CrWN осаджувались реактивним магнетронним методом з комплексної мішені. Використано мішень, яка складалася з Cr та W з різним співвідношенням за площею: 95:5, 75:25, 50:50. Потужність розряду становила 500 Вт. Мішень Cr+W попередньо очищали в камері в атмосфері аргону протягом 10 хвилин. Конденсація покриттів відбувалася в камері з базовим тиском $10^{-3} \div 10^{-4}$ Па в атмосфері двох газів Ar та N₂ співвідношення яких становило 10 до 1.

Для якісного та кількісного аналізу складу і структури плівок й покриттів використовується рентгенографічний аналіз із застосуванням рентгенівського спектрометра Дрон 4.07 (з випромінюванням CuK_α - довжина хвилі 0,154 нм). Метод мікротвердості призначений для оцінки твердості дуже малих об'ємів матеріалу: твердість вимірювали за методом мікроіндентування з чотирикутною алмазною пірамідою Віккерса з кутом 136°, яку використовують як індентор при навантаженні 50 грам. Дослідження поверхневої структури покриттів проводилися на скануючому електронному мікроскопі Tescan VEGA 3. Енергодисперсійні спектри отримано за допомогою додаткових детекторів на цьому ж мікроскопі.

Проведені рентгенографічні дослідження показують, що до складу отриманого покриття входять такі фази як WN, W₂N, CrN (глибина інформаційного шару складала близько 200 нм) з кубічною (структурою типу NaCl) кристалічною решіткою без явно вираженої вісі орієнтації зерен. Дослідження, проведені на скануючому електронному мікроскопі композитних Cr-W-N-покриттів, показали нанокристалічну структуру з розміром зерна до 50 нм. Рисунок 1 показує дрібнодисперсну структуру поверхні покриття CrWN з рівномірним розподілом зерен.

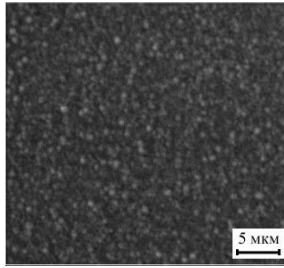


Рисунок 1 – Типове зображення поверхні зразка покриття CrWN

Головними факторами, що впливають на величину твердості і зносостійкості покриттів на основі Cr, W та N є параметри конденсації такі, як напруга, прикладена до підкладки, температура підкладки, концентрація газів, в яких відбувається осадження, їх тиск та склад мішені.

Результати дослідження механічних властивостей таких покриттів (за найбільш вираженою і універсальною характеристикою - мікротвердість) наведені на рис. 2. Значення мікротвердості наночарованих покриттів складало близько 3 ГПа для покриттів складу $Cr_{39}W_{11}N_{50}$ та 5 ГПа – для покриттів складу $Cr_{75}W_1N_{24}$. Залежності мікротвердості від шорсткості (рис. 2) показують спадаючий характер зі зменшенням шорсткості поверхні.

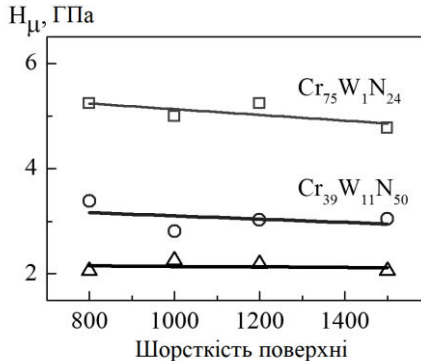


Рисунок 2 – Залежності мікротвердості від шорсткості поверхні для покриттів на основі Cr, W та N (\square, \circ) та без покриття (Δ)

Показано, що зменшення шорсткості поверхні призводить до незначного зниження твердості покриття. Це свідчить про зниження адгезії на більш гладких підкладках. В той же час покриття з більш гладкою поверхнею має кращу зносостійкість. Тому при отриманні покриття треба враховувати обидва фактори. Максимальне значення мікротвердості можемо спостерігати на зразках шліфованих абразивом із 1200 зернистістю.

БОРОТЬБА З КОРОЗИЄЮ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Рева Б. С. студент гр. МТ-61, СумДУ, м. Суми

Корозія металів завдає величезних збитків господарству. Внаслідок корозійного руйнування втрачається близько 10% щорічного видобутку металів. Тому заходам боротьби з корозією приділяється значна увага. Способів боротьби з корозією багато і вони досить різноманітні.

Одним з найпоширеніших способів боротьби з корозією є покриття металу (головним чином заліза) масляними фарбами. Захисна дія фарби ґрунтується на тому, що оліфа, піддаючись полімеризації, утворює на поверхні металу суцільну еластичну плівку, яка ізолює метал від дії атмосферних хімічних агентів. Інколи для захисту металу від корозії (наприклад, алюмінію і деяких сталевих виробів) штучно створюють оксидну плівку обробкою їх поверхні сильними окисниками.

Значного поширення одержав також спосіб покриття одного металу іншим. Наприклад, дахове залізо покривають тонким шаром цинку.

Дана робота присвячена розробці катодного захисту, процес якого полягає в приєднанні до конструкції, що захищається анода-протектора з більш негативним електрохімічним потенціалом. Протектор і служить таким анодом, що перешкоджає руйнуванню захищеного сплаву; сам протектор при корозії поступово руйнується [1].

Протектором може бути будь-який метал, який має по відношенню до даного сплаву більш негативний потенціал. Протектори є зазвичай невеликі пластинки, що приєднуються до деталі що захищається заклепками або болтами. Для зменшення агресивності навколишнього середовища в неї вводять добавки, звані інгібіторами корозії, які або сприяють пасивації металу, або значно знижують швидкість його корозії. Розрізняють анодні і катодні інгібітори. Як анодних інгібіторів корозії використовують різні речовини, що утворюють нерозчинні сполуки на анодних ділянках [2].

Тобто результати проведених робіт показали, що катодні інгібітори гальмують катодний процес. До їх числа відносяться різні травильні присадки, що додаються в кількості 1 – 2% в кислоти для зняття окаліни без руйнування основного металу.

Список літератури

1. Дурягіна З. А. Корозія та захист металів від корозії. Донецьк-Львів: ТОВ "Східний видавничий дім". — 2012. — 328 с.
2. Енергетичні характеристики поверхневих шарів. — Львів: ФМІ ім. Г. В. Карпенка НАН України, вид-во «СПОЛОМ».

Робота виконана під керівництвом доцента Дегули А. І.

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КЕРУВАННЯ СТРУКТУРОЮ ПОЛІМЕР-КЕРАМІЧНИХ НАНОКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ІНЖЕНЕРІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

*Балинський М. В., студент гр. МТ-61; Голик В. С., аспірант;
Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми*

Травми кісток – дуже розповсюджене явище в структурі загальної захворюваності. Зростання захворюваності від травм, їхніх наслідків і захворювань кістково-м'язової системи, роблять проблему лікування захворювань опорно-рухової системи актуальною.

Для фіксації фрагментів кістки при лікуванні переломів застосовують різні імплантати., для виготовлення яких використовують нержавіючі сталі, титан і його сплави, які являються біоінертними матеріалами.

Застосування при остеосинтезі імплантів з таких металів вимагає повторних оперативних втручань із видалення вже відпрацьованих фіксаторів, що часто є травматичнішим, ніж сам остеосинтез. Виходячи із сказаного, постійно є потреба в удосконаленні технологій отримання біоматеріалів для медичних застосувань [1]. Проблема полягає в тому, що матеріали які вже застосовуються – це штучні матеріали. Для кращого застосування вони повинні бути якомога більше наближені за своїми властивостями до матеріалу кістки. Виходячи з вищесказаного, проблема створення якісного нанокompозиту для біомедичних застосувань сьогодні є дуже важливою.

Штучні біоматеріали створюються з полімерів, металів, склокераміки та інших матеріалів [2]. Особливий інтерес мають наноструктурні біоматеріали на основі гідроксиапатиту (ГА) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ із стехіометричним співвідношенням кальцію і фосфору 1,67, що застосовуються в відновлювальній хірургії і стоматології. Як прийнято вважати [1, 2, 3, 4], ГА відноситься до класу біологічно активних матеріалів з поверхнево-активними властивостями, має високу біосумісність, які мають схожу з кісткою кристалічну структуру, що забезпечує міцне закріплення імплантатів.

Ортофосфати кальцію мають особливе значення для людини, оскільки він являє собою неорганічну частину основних нормальних (кістки, зуби і рога) и патологічних кальцинованих тканин ссавців [3]. В медицині біокераміка необхідна для полегшення болю і відновлення функцій хворих або пошкоджених кальцифікованих тканин (кісток і зубів) організму. Серйозною проблемою, що стоїть перед його медичним застосуванням, являється, по-перше, заміна і, по-друге, регенерація старих и руйнуючихся кісток біоматеріалом, який може бути замінений новою зрілою кісткою без тимчасової втрати механічної підтримки [4]. Наголошується, що оскільки всі

доступні типи CaPO_4 є твердими речовинами в умовах навколишнього середовища, які або є термічно нестабільними (MCPM, MCPA, DCPD, DCPA, OCP, ACP, CDHA) або розплавляються при дуже високих температурах з частковим розкладанням (α -TCP, β -TCP, HA, OA, FA, TTCP). В цілому основні механічні, фізичні та хімічні властивості двухфазної, трифазної і багатofазної біокераміки CaPO_4 дуже схожі на властивості однофазної біокераміки, приготовленої з компонентів (вони знаходяться між компонентами складових фаз і залежать від відносної кількості інгредієнтів), в той час як основні відмінності пов'язані з поведінкою біосорбції *in vivo* [5]. Кераміка є крихкою, що пов'язано з високою міцністю йонних зв'язків. Біокераміка з меншим розміром зерна має менші недоліки на кордонах зерен і, отже, більш міцна, ніж біокераміка з великими розмірами зерна.

Таким чином, в цілому, міцність кераміки пропорційна зворотньому квадратному кореню з розмірів зерна. Механічні властивості значно знижуються зі збільшенням вмісту аморфної фази, мікропористості і розмірів зерен, в той час як висока кристалічність, низька пористість і малі розміри зерен мають тенденцію давати більш високу жорсткість, більш високу міцність на стиск і розтяг і більше руйнування при ударній в'язкості. З механічної точки зору біокераміка CaPO_4 представляється тендітним полікристалічним матеріалом для якого механічні властивості визначаються кристалічністю, розміром зерна, кордонами зерна, пористістю і складом. Таким чином, він володіє поганими механічними властивостями (наприклад, низьким опором удару і руйнування), які не дозволяють використовувати біокераміку CaPO_4 при несучому навантаженні [6].

Список літератури

1 Sukhodub, L.F., Dyadyura, K. Design and fabrication of polymer-ceramic nanocomposites materials for bone tissue engineering. *Journal of Nano- and Electronic Physics*. 10 No 6, 06003 (2018).

2 Sergey V. Dorozhkin Calcium Orthophosphate-Containing Biocomposites and Hybrid Biomaterials for Biomedical Applications *J. Funct. Biomater.* 2015, 6, 708-832;

3 Sergey V. Dorozhkin Calcium orthophosphates (CaPO_4): occurrence and properties *Progress in biomaterials* march 2016 volume 5, issue 1, pp.9-17

4 Sergey V. Dorozhkin Calcium orthophosphate bioceramics ceramics internationals volume 41, issue 10, part b, December 2015, pages 13913-13966.

5 Sergey V. Dorozhkin Multiphasic calcium orthophosphate (CaPO_4) bioceramics and their biomedical applications *Ceramics International*

6 Sergey V. Dorozhkin Calcium orthophosphate bioceramics *Ceramics International* Volume 41, Issue 10, Part B, December 2015, Pages 13913-13966

ВИБІР МАТЕРІАЛУ ТА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ ПУАНСОН ВИРУБНОГО ШТАМПУ

Галкин Д. С., студент гр. МТ-51, СумДУ, м. Суми

Для отримання заготовок деталей з листового сортаменту часто використовується операція вирубки. Інструментом для вирубки слугує вирубний пуансон. Штampi холодного деформування працюють в умовах високих знакозмінних динамічних навантажень, які супроводжуються зношуванням і значним нагріванням робочих частин. Умови роботи характеризуються величиною питомих тисків, характером навантаження і температурою розігріву робочих частин.

Основні причини виходу з ладу інструменту [1]:

1. Крихке руйнування від високих і змінних напружень, малоциклова втома.

2. Зміна форми та розмірів штампів у результаті абразивного, ударно-абразивного зносу.

3. Зміна форми і розмірів штампів у результаті деформації, зминання.

Сталь Х12МФ містить більше дев'яти легуючих елементів, завдяки яким вона має чудові технічні характеристики [2]. До того ж їх співвідношення розраховане таким чином, що цю марку вибирають в якості вихідного матеріалу для виготовлення різних деталей штампування, активних частин електричних машин. Ці елементи надають їй властивості: міцність; підвищену корозійну стійкість, довговічність; ріжучі властивості, що і потрібно для вирубного пуансону.

Для сталі Х12МФ застосовуємо неповне гартування. Для цього заготовку нагрівають до температури 1000-1030°C з попереднім підігрівом при температурі 650-700°C. Для цього застосовують піч типу СНЗ. Охолодження проводиться в маслі. Для зменшення гартівних напружень рекомендуємо відпуск 190-210 °С.

Таким чином, ми розглянули умови роботи вирубного пуансону, рекомендували матеріал для виготовлення деталі та призначили зміцнювальну термічну обробку.

Список літератури

1. Околович Г. А.. Штамповые стали для холодного деформирования металлов: Монография / Г. А. Околович; Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. Изд. 2-е, переработанное, дополненное. – Барнаул: АлтГТУ, 2010. – 202 с.

2. Марочник сталей и сплавов / Под общ. ред. А.С.Зубченко. 2-е издание доп. и испр. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

Робота виконана під керівництвом доц. Гапонової О. П.

ВИБІР МАТЕРІАЛУ ТА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОРШНЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ІЗ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ

Зінченко І. Д., студент гр. МТ-51, СумДУ, м. Суми

Поршень двигуна – це деталь яка має циліндричну форму, що робить зворотно-поступальний рух всередині циліндра і слугує для перетворення зміни тиску газу, пари або рідини в механічну роботу, або навпаки – зворотно-поступального руху в зміну тиску.

Робота поршневих двигунів внутрішнього згорання заснована на використанні сили тиску газів при розширенні їх внаслідок нагріву всередині циліндра. Нагріваються гази від згорання в циліндрі рідкого або газоподібного палива, змішаного з повітрям, причому з метою кращого перемішування рідкого палива з повітрям його ретельно розпилюють і по можливості випаровують.

Переважну кількість поршнів сучасних двигунів виготовляють зі сплавів системи Al – Si, тобто силуміни. Найпоширенішим матеріалом для поршнів двигунів внутрішнього згорання є сплав АЛ25 (табл. 1). Щоб поліпшити властивості силумінів в них вводять такі легуючі елементи: мідь – для покращення обробки різанням, нікель, хром, магній – підвищує жароміцність і твердість, натрій азот і фосфор вводять для збільшення зносостійкості.

Таблиця 1 – Хімічний склад у % сплаву АЛ25 (ДСТУ 2839-94)

Fe	Si	Mn	Ni	Al	Cu	Zn	Cr	Ti	Mg
до 0.8	11- 13	0.3- 0.6	0.8- 1.3	79- 85	1.5- 3	до 0.5	до 0.2	0.05- 0.2	0.8- 1.3

Рекомендованими матеріалами для виготовлення поршнів двигунів внутрішнього згорання також можна назвати сірий та ковкий чавун таких марок: СЧ 24-44, СЧ 28-48, СЧ 32-52, легкі алюмінієві сплави марок: АК2, АК4 та інші.

Для сплаву АЛ25 застосовують термічну обробку – штучне старіння, яке проводять при температурі 210°C та витримкою в 10-12 год., без попереднього гартування.

Таким чином, розглянуті умови роботи поршня двигуна внутрішнього згорання, рекомендовані матеріали для виготовлення деталі, а також обрано матеріал та призначено зміцнювальну термічну обробку.

Робота виконана під керівництвом доцента Гапонової О. П.

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ШЛЯХОМ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ

Голуб Н. Р., студентка гр. МБ-81; Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Однією з основних вимог при конструюванні та виробництві сучасного обладнання є збільшення його продуктивності. Для відмови машини досить втрати працездатності лише однієї деталі. Інтенсифікація робочих режимів і важкі експлуатаційні умови створюють передумови для швидкого виходу з ладу окремих деталей машин.

Деталі проєктованої машини повинні перш за все володіти дотною міцністю, жорсткістю і стійкістю; бути довговічними, тобто мати достатню зносостійкість; задовольняти заданим умовам роботи – володіти тепло- і холодостійкістю, бути вібростійкими. Крім того, деталі вузлів необхідно виготовляти з недорогих і недефіцитних матеріалів, вони повинні мати раціональну конструктивну форму, відтворюватися найпростішими технологічними прийомами, тобто деталі повинні бути технологічними і задовольняти вимогам естетики, уніфікації і взаємозамінності. Основні вимоги, що ставляться до конструкцій деталей машин, можна звести до двох – надійності і економічності.

У багатьох випадках надійність машин досягається в першу чергу шляхом забезпечення об'ємної і поверхневої міцності матеріалів при дії навантажень, середовища і температури. В процесі експлуатації поверхневий шар деталі піддається найбільш сильному механічному, тепловому, хімічному та інших видів впливу. Втрата деталлю працездатності в більшості випадків відбувається з поверхні в результаті зношування виробів, ерозії, корозії, термопластичних ефектів і т.д. Низька якість поверхні деталі є причиною зниження працездатності деталей машин.

Існують різні способи підвищення якості деталей машин, поверхневого зміцнення, підвищення їх корозійної стійкості і зниження тертя сполучених поверхонь, що труться. Ефективність застосування покриттів пов'язана, перш за все, з підвищенням терміну служби зміцнених деталей. При чому, збільшення витрат на їх виготовлення значно нижче порівняно з економією від збільшення терміну їх служби. Матеріалознавство покриттів є великим розділом знань про особливі класи функціональних матеріалів. Покриття та матеріали покриттів можна класифікувати за рядом ознак: за товщиною покриття, за міцністю зв'язку покриття з основою, за матеріалами покриттів, за функціональними ознаками, за способом нанесення і т.д.

Таким чином, створення на робочих поверхнях деталей машин функціональних покриттів дозволить підвищити робочий ресурс при мінімальних витратах.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕБУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНОГО В'ЯЖУЧОГО В ТОВЩІ ВОДИ ПРОТЯГОМ ТРИВАЛОГО ЧАСУ В ПРИРОДНИХ УМОВАХ НА ЗМІНУ ЙОГО СТРУКТУРИ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Яровий О. О., студент гр. МТ-51; Руденко П. В., асистент, СумДУ, м. Суми

Композиційні матеріали займають все більше місця в нашому повсякденному житті, а також в різних галузях сучасної промисловості. Тому завдання вдосконалення фізико-механічних та інших властивостей таких матеріалів є однією з пріоритетних в області сучасного матеріалознавства.

Одним з головних чинників, що впливає на полімерну матрицю в процесі експлуатації і зберігання полімерного композиційного матеріалу є волога. Її вплив на матрицю може призводити до значного зниження робочих характеристик, при цьому може носити як оборотний, так і незворотний характер. Тому дослідження впливу кліматичних факторів, а саме вологи на структуру та властивості полімерних композиційних матеріалів є актуальною задачею.

Метою роботи було дослідження впливу перебування композиційних матеріалів на основі епоксидного в'язучого в товщі води протягом тривалого часу в природних умовах за різної температури та тиску близько 2 атм. на зміну його структури та фізико-механічних властивостей.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- провести літературний огляд згідно теми роботи, встановивши пріоритетні матриці ПКМ та відповідні наповнювачі для них;
- розглянути методи отримання композиційних матеріалів на основі епоксидної смоли;
- ознайомитися із можливими дефектами шаруватих КМ;
- визначити вплив кліматичних факторів, а саме, води на структуру та ударну в'язкість КМ з епоксидною матицею; дати практичні рекомендації на основі отриманих результатів досліджень.

Для вирішення поставлених задач використовували сучасні методи досліджень. Для виготовлення еталонних зразків використовували метод вакуумного формування КМ. Дослідження мікроструктури здійснювали мікроструктурним методом. Визначення ударної в'язкості проводили за методом Шарпі на зразках без надрізу.

Проведено дослідження кліматичного впливу, а саме перебування протягом 731 дня (2 роки) на дні озера Червоний Камінь (10 м) м. Дніпро моделі човна, виготовленого із КМ на основі епоксидної матриці. В результаті досліджень встановлено, що ударна в'язкість при цьому знижується на 25 – 40 % порівняно з вихідними властивостями, дослідження мікроструктури показало присутність шару мікробіологічної деструкції композиту.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАПОВНЮВАЧА У ВИГЛЯДІ ВІДХОДІВ ТЕЦ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ З МАТРИЦІ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ

Льїних А. А., завідувач навчальною лабораторією кафедри прикладного матеріалознавства та ТКМ, СумДУ, м. Суми

Актуальним питанням сьогодення є активне дослідження і впровадження технології переробки зольних відходів ТЕЦ, які дозволяють отримувати нові матеріали з заданими властивостями, а також розробляти методи використання зольних відходів ТЕЦ в якості наповнювача полімерних композитних матеріалів для покращення їх фізико-механічних та експлуатаційних властивостей.

У роботі проведено аналітичний огляд літератури з питань використання дискретних частинок зольних відходів ТЕЦ у якості наповнювачів полімерних композитних матеріалів. Розглянуто фізико-механічні характеристики матриці полімерного композитного матеріалу з політетрафторетилену.

В результаті досліджень визначили форму, розміри, насипну щільність та хімічний склад зольних відходів ТЕЦ.

Дослідили вплив ступеня наповнення матриці з ПТФЕ наповнювачем у вигляді зольних відходів ТЕЦ (10 %, 15 %, 20 % та 25 % мас.) на міцність при розриві, відносне подовження при розриві, інтенсивність зношування та густину полімерного композитного матеріалу.

Встановлено, що зразки з наповнювачем у вигляді зольних відходів ТЕЦ з концентрацією 20 % мас. мають на 26 % більші показники міцності ніж зразки без наповнювачів, та на 22 %, 15 % і 10 % мають вищі показники міцності ніж зразки модифіковані 10 %, 15 % і 25 % мас. наповнювачем у вигляді зольних відходів ТЕЦ відповідно.

Дослідним шляхом було встановлено оптимальну концентрацію наповнювача у вигляді зольних відходів ТЕЦ для ПКМ з політетрафторетиленовою матрицею.

Доведено, що при введенні в матрицю з політетрафторетилену наповнювача у вигляді зольних відходів ТЕЦ з концентрацією 20% мас. чисельні значення фізико-механічних та триботехнічних властивостей відповідають оптимальним експлуатаційним показникам: міцність при розриві 23,4 МПа, відносне подовження 42 %, інтенсивність зношування $25 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3/(\text{Н} \cdot \text{м})$.

За результатами досліджень можна стверджувати, що морфологія поверхні наповнювача та його фізико-хімічні властивості дозволяють використовувати зольні відходи ТЕЦ, як наповнювач для політетрафторетилену (виготовлення литих деталей, шарових ущільнювачів, вузли тертя в компресорах, деталі герметизації в ненавантажених вузлах).

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО МІЖШАРОВОГО РОЗШАРУВАННЯ ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ З ЕПОКСИДНОЮ МАТРИЦЕЮ ТА НАНОВУГЛЕЦЕВИМИ ВОЛОКНАМИ

Саранчук А. В., студ. гр. МТ-51; Руденко П. В., асистент, СумДУ, м. Суми

Вагомою перевагою багат шарових композитів, порівняно з традиційними конструкційними матеріалами, є можливість замість металів з однаковими у всіх напрямленнях властивостями, використовувати нові матеріали з різними властивостями в залежності від орієнтації наповнювача. Багат шарові композити мають високі фізико-механічні показники завдяки чому отримали широке використання у машинобудуванні, а особливо у авіабудуванні.

При використанні цих матеріалів необхідно враховувати властиві їм специфічні особливості, такі як порушення цілісності матеріалу по поверхнях розподілу окремих шарів, наявність міжшарових дефектів в елементах конструкцій з полімерних композиційних матеріалів, які пов'язані з недосконалістю технології їх виготовлення, а також складними взаємодіями компонентів, що призводить до зниження міцності таких елементів.

На фоні неспинного розвитку нанотехнологій, з'явилась можливість підвищити міцність шарових композиційних матеріалів за рахунок введення в матрицю різних видів нано наповнювачів.

Розробка методів оцінки міжшарового розшарування ПКМ, розвиток методів експериментального дослідження та характеристик міцності конструкційних полімерних композитів, оцінка експлуатаційних дефектів, які виникають в елементах конструкцій, можливість їх локального зміцнення можна вважати важливими та актуальними задачами.

Під час проведення досліджень встановили, що завдяки введенню нановуглецевих волокон в полімерно-композитний матеріал з епоксидною матрицею збільшується стійкість до міжшарового розшарування. Зразки з нановуглецевим наповнювачем з концентрацією 3% на 28% більш стійкі до міжшарового розшарування ніж зразки без нанодомішок, та на 18% і 12% мають вищі показники тріщиностійкості ніж зразки модифіковані 1% і 5% нановуглецевих волокон відповідно.

За результатами досліджень встановлено, що зразки модифіковані нановуглецевими волокнами з концентрацією 3 % мають показники міцності на 9 % більші ніж зразки з нановуглецевими волокнами при концентрації 5% наповнювача, на 14% ніж зразки з нано наповнювачем при концентрації 1%.

Таким чином встановлено, що введення нановуглецевих волокон в полімерно-композитний матеріал з епоксидною матрицею позитивно впливає на фізико-механічні властивості матеріалу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖАРОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Харченко Н. А., доцент; Руденко Л. Ф., ст. викл.; Голофост М. С., студент МТ.м-81; Саранчук А. В., студент гр. МТ – 51, СумДУ, м. Суми

Надійність експлуатаційних властивостей деталей, що працюють при підвищених температурах визначається жаростійкістю (окалиностійкістю) матеріалу з якого виготовлена деталь. Жаростійкість – здатність металів та сплавів чинити опір окисленню і газовій корозії при інтенсивних температурах [1]. Жаростійкість залежить від численних зовнішніх та внутрішніх факторів. Перш за все за жаростійкість відповідає поверхня металу і чистота її обробки. Підвищення температури істотно впливає на структуру і властивості матеріалів. Робота в умовах високих температур супроводжується зниженням міцності і збільшенням пластичності металів, що пов'язано з ослабленням міжатомних зв'язків в кристалічній решітці, збільшенням швидкості дифузійних процесів, які впливають на дефектну структуру металів, а отже, і на їх властивості [1].

Підвищення експлуатаційних властивостей, а саме підвищення жаростійкості деталей, що працюють при підвищених температурах, може бути здійснено двома шляхами.

Перший полягає в виборі спеціального матеріалу деталі, наприклад такого як сталь 12Х18Н10Т, працюючій в необробленому вигляді при температурах ~ 850 °С, або високохромисту сталь 15Х25Т, що працює при температурі ~ 1050 °С.

Другий шлях підвищення жаростійкості деталей, що працюють при підвищених температурах- проведення дифузійної металізації для поверхневого шару деталі, який контактує з окислювальним середовищем при підвищеній температурі.

Для підвищення жаростійкості шляхом дифузійної металізації, рекомендується проводити хромосиліціювання в порошкоподібному твердому карбюризаторі в герметичних контейнерах.

В роботі було запропоновано метод підвищення жаростійкості деталі, виготовленої зі сталі 12Х18Н10Т, - метод дифузійного одночасного насичення поверхні хромом та кремнієм (хромосиліціювання). Даний метод є одним із найбільш перспективних з точки зору підвищення саме жаростійкості [2].

Хіміко-термічну обробку проводили у порошковій суміші феррохрома (62-74%), феррокремнія (20-25), оксиду алюмінію Al_2O_3 (5-10 %) та чотирихлористого амонію NH_4Cl (1-3 %). Процес вели в тиглях з плавким затвором при температурі 1050 °С протягом 10 годин.

В результаті обробки на поверхні деталі було сформоване захисне покриття. Для випробування зразків на жаростійкість був використаний ваговий метод визначення жаростійкості металів і сплавів по збільшенню маси зразки [3]. Випробування проводили протягом 100 г при температурах 800, 900, 1000 °С.

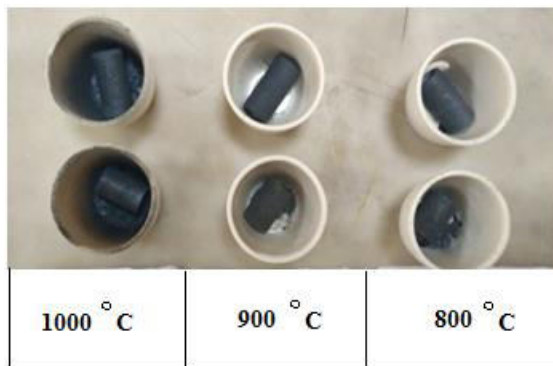


Рисунок 1 – Зразки зі сталі 12X18N10T після випробувань на жаростійкість (фото)

В результаті проведення дослідження можна рекомендувати процес хромосиліювання, як такий, що підвищує жаростійкість деталей, що працюють при підвищених температурах зі сталі 12X18N10T. Альтернативою процесу хромосиліювання, який призведе до покращення експлуатаційних властивостей виробів, які працюють при підвищених температурах можна вважати заміну сталі 12X18N10T, яка працює при температурах ~ 850°C в необробленому стані, на високохромисту сталь 15X25T, що працює при температурі ~ 1050°C.

Список літератури

1. Гуляев А. П. *Металловедение. Учебник для вузов* / А. П. Гуляев. – М.: Металлургия, 1986. – 544с.
2. Хоблер Т. *Теплопередача и теплообменники* / Монография (перевод с польского) Редактор М. И. Курочкина. Ленинград Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1961 г. – 820 с.
3. Ляхович Л. С., Ворошнин Л. Г. и др. *Многокомпонентные диффузионные покрытия* / Л. С. Ляхович, Л. Г. Ворошнин, Г. Г. Панич, Э. Д. Щербаков. Минск: Наука и техника, 1974. – 288 с.
4. ГОСТ 6130-71 *Металлы. Методы определения жаростойкости*. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1990. – 12 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Биченко М. М., студ. гр. МТ.м-81; Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Найважливішим напрямком матеріалознавства в умовах відкритої ринкової економіки є створення нових матеріалів і поверхневих шарів (ПШ) з підвищеними фізико-хімічними та експлуатаційними властивостями, розробка екологічно чистих ресурсозберігаючих технологій їх отримання.

Утворення та розвиток несправностей у деталях машин пояснюється дією об'єктивно існуючих закономірностей. Несправності машин з'являються в результаті постійного або раптового зниження фізико-механічних властивостей матеріалу деталей, їхнього стирання, деформування, змінання, корозії, старіння, перерозподілу залишкових напружень та інших причин, що викликають руйнування деталей. У більшості випадків відбуваються зміни в сполученнях, порушення заданих зазорів у рухомих з'єднаннях або натягів у нерухомих. Практично будь-яка несправність є наслідком зміни складу, структури або механічних властивостей матеріалу, конструктивних розмірів деталей і стану їхніх поверхонь.

Однак є методи поліпшення якості поверхневого шару. До методів зміцнення зі зміною хімічного складу і структури поверхні відноситься хіміко-термічна обробка (ХТО). Вона полягає в насиченні поверхневого шару сталі різними елементами при високій температурі. Залежно від насичення елемента існують такі різновиди хіміко-термічної обробки: цементація, азотування, нітроцементація (ціанування), борирування, дифузійна металізація (алітування, хромування і т.д.). Загальним для всіх видів поверхневого зміцнення є підвищення твердості поверхневого шару. Вибір методу поверхневого зміцнення деталі залежить від умов її експлуатації, форми, розмірів, марки обраної сталі і інших чинників.

Осадження покриттів катодного-іонним бомбардуванням у вакуумі виконують для зміцнення деталей машин, технологічного оснащення і інструментів, виготовлених з конструкційних і інструментальних матеріалів, в тому числі твердих сплавів і швидкорізальних сталей, облягаючи на деталі з цих матеріалів тонкоплівкові зносостійкі покриття. Спосіб дозволяє створювати зносостійкі покриття з карбідів, нітридів, оксидів, карбонітридів тугоплавких металів (Ti, Mo, Cr, W, V тощо), а також багатшарові і багатоскладові (композиційні) покриття.

Перспективними методами поверхневого зміцнення і модифікування є методи, засновані на обробці матеріалів концентрованими потоками енергії і речовини (КПЕ). До числа сучасних методів поверхневої обробки металевих поверхонь КПЕ відноситься електроіскрове легування (ЕЛ), що дозволяє отримувати поверхневі структури з унікальними фізико-механічними і

трибологічними властивостями. Перевагою ЕІЛ є висока міцність зчеплення легованого шару і матеріалу основи, можливість нанесення на зміцнювальну поверхню будь-яких струмопровідних матеріалів, низька енергоємність процесу, простота виконання технологічної операції [1]. Електроіскрове легування, володіючи широкими можливостями формування в поверхнях певної структури, фазового та хімічного складу, дозволяє поліпшити їх експлуатаційні властивості.

Можна виділити наступні процеси, що відбуваються при електроіскровому легуванні [2]: перенесення матеріалу на поверхню деталі з легуючого електрода з утворенням механічних сумішей, твердих розчинів, хімічних сполук; збагачення елементами легувального електрода (ЛЕ), при цьому має місце аномально висока дифузія перенесеного матеріалу під дією висококонцентрованих потоків енергії; надшвидкісне гартування, при короткочасному нагріванні розрядом електричного струму до високої температури, а потім миттєве охолодження; пластичне деформування при локальній дії на матеріал імпульсного тиску; утворення нерівноважних структур з дрібним зерном, високою гетерогенністю за складом, структурою, що відбувається при локальній дії на матеріал імпульсних тисків і температур, термічних напружень; азотування, цементация, оксидування тощо, що відбуваються при взаємодії з навколишнім середовищем.

Процес ЕІЛ екологічно чистий і безпечний, тому що здійснюється при напрузі 20-100 В і тривалості імпульсних розрядів 10^{-6} - 10^{-3} с. При цьому товщина формованих шарів з твердих сплавів становить ~ 0,01-0,15 мм, а з пластичних і більш легкоплавких матеріалів шар покриття може досягати більше 0,3-0,5 мм.

Таким чином, удосконалення існуючих та розробка нових технологій ЕІЛ для отримання на металевих поверхнях покриттів функціонального призначення сприяють збільшенню ресурсу роботи, надійності та конкурентоспроможності деталей газових і парових турбін, транспортних і сільськогосподарських машин, апаратів хімічного виробництва, інструментів і виробів штампового оснащення тощо дозволяють відновлювати працездатність зношених поверхонь формуванням покриттів з необхідними властивостями.

Список літератури

1. Структура и свойства металлов и сплавов при электроискровом воздействии: монография / С. Н. Химухин, Э. Х. Ри. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 127 с.
2. Екологічна безпека експлуатації компресорного і насосного обладнання: монографія / В. А. Марцинковський, В. Б. Тарельник, Б. Антошевський та ін.; за ред. О. В Радіонова. – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 282 с.

**СЕКЦІЯ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ
І МАШИНОЗНАВСТВО»**

КЕРАМІЧНІ ПІДШИПНИКИ КОЧЕННЯ І КОВЗАННЯ

Стрелец В. В., доц. СумДУ; Макаренко Д. Ю., студ. МК СумДУ, гр. 302-о

Виготовлення деталей підшипників із керамічних матеріалів суттєво розширює можливості застосування підшипників кочення та ковзання в специфічних умовах високих температур, агресивних середовищ, електромагнітних полів, глибокого вакууму тощо. Як і сучасні композиційні матеріали, кераміка не тільки замінює метал, а й дозволяє змінити або підвищити характеристики працездатності і точності машин та приладів.

Переваги керамічних підшипників кочення наступні:

- надвисока твердість поверхонь, яка перевищує показники сталі і дозволяє збільшити ресурс підшипників;
- високі зносостійкість і жорсткість тіл кочення;
- низький коефіцієнт тертя;
- немагнітність та електроізоляційність;
- стабільність розмірів при змінах температури від -80°C до $+800^{\circ}\text{C}$ (завдяки низькому коефіцієнту теплового розширення) і невелике нагрівання при експлуатації, можливість роботи при дуже високих температурах;
- зменшена необхідність в мастилі та можливість роботи без мастила;
- надзвичайна стійкість до агресивних речовин (кераміка починає реагувати з окремими типами середовищ тільки при температурах понад $1\ 000^{\circ}\text{C}$), допустимість контакту з їжею;
- низький шум при роботі, мала вага (порівняно із сталевими менша на 40 %), низька інертність.

До недоліків можна віднести: крихкість; високу ціну; малу номенклатуру. Розрізняють керамічні підшипники кочення, що повністю виготовлені з кераміки, і гібридні підшипники, в яких із кераміки виготовлені тільки тіла кочення, а сепаратори можуть бути виконаними із високоміцного, зносостійкого пластику або із металу. Керамічні підшипники кочення набули широкого застосування у втулках коліс велосипедів, мотоциклів, квадроциклів, космічних всюдиходів, в шарнірах гальм і роликах скейтів, в автомобілях, верстатах, космічній техніці, в турбінах авіалайнерів і хімічних насосах, в машинах нафтовидобувної і харчової промисловості. Як підшипники ковзання почали широко використовувати металокерамічні втулки, які виготовлені з порошкової бронзи, сталі або заліза з добавкою графіту. Їх пресують при великому тиску, а потім спікають при досить високій температурі. Пориста структура (до 20–30 % об'єму підшипника) вбирає і утримує мастило. Добавка графіту помітно зменшує коефіцієнт тертя до 0,03–0,10. Можливість виготовлення таких підшипників калібрувальним пресуванням виді готових деталей остаточних розмірів економить значну кількість сплавів кольорових металів.

ПЛАСТМАСОВІ ДЕТАЛІ МАШИН

Стрелец В.В., доц. СумДУ; Хорунжий А.Р., студ. МК СумДУ, гр. 302-о

У машинобудуванні пластмаси застосовують для виробництва конструкційних елементів машин і механізмів, частин машин, що безшумно труться, підшипників, що самозмашуються, багатьох деталей верстатів і машин, що піддаються в процесі роботи стиранню. Завдяки високій стійкості до агресивних середовищ, пластмасові деталі використовуються в хімічному і нафтовому устаткуванні. З пластмас виготовляють зубчасті і черв'ячні колеса, шкиви, підшипники, ролики, направляючі верстатів, труби, болти, гайки, широкий асортимент технологічного оснащення. Мала об'ємна маса і висока питома міцність обумовлюють вживання пластмас для виготовлення роторів високошвидкісних машин (насоси, вентилятори, турбіни, лопаті гелікоптерів), кабін, кузовів і великогабаритних деталей автомобілів, оскільки на частку кузова припадає близько половини маси авто і приблизно 40 % його вартості.

Класифікація пластмас дозволяє оцінити основні характеристики і можливості вживання пластмасових деталей машин. Пластмаси розділяють за складом, походженням, фізико-механічними властивостями, відношенню до нагрівання, будові полімерного ланцюга, структурі, вхідним компонентам, вигляду єднального матеріалу.

Основні переваги пластмасових деталей такі: необмеженість і доступність сировинної бази; низька щільність; висока хімічна стійкість; можливість захисту металів від корозії; нешкідливість в санітарному відношенні; високі діелектричні властивості; низька теплопровідність; висока механічна міцність; еластичність, м'якість і гнучкість; коштовні оптичні властивості; красивий і привабливий вигляд при фарбуванні; відсутність відходів у вигляді стружки при обробці та ін.

До недоліків пластмасових деталей можна віднести малу жорсткість і твердість, схильність до повзучості (особливо в термопластів), низьку теплостійкість, старіння, істотний коефіцієнт термічного розширення, нерентабельність виготовлення виробів в невеликих кількостях та ін.

Метою впровадження в основні галузі машинобудування пластмас в першу чергу є заміна кольорових металів, а в другу – заміна традиційних металевих конструкцій пластмасовими. Перспективним є армування пластмас кварцевими і вуглецевими волокнами, ниткоподібними кристалами, які володіють високою міцністю при підвищенні температур. Збільшується використання пластмасових деталей в автомобілях і стрілецькій зброї. Інколи деякі моделі виробів повністю виготовлені з пластмаси, що забезпечується можливостями промислових 3D-прінтерів роздруковувати досить складні конструкції деталей.

ПЕТЛЕПОДІБНИЙ КОМПЕНСАТОР З'ЄДНАННЯ НИТОК ТРУБОПРОВІДІВ ЗІ СКЛОПЛАСТИКУ

Жигилій Д. О., доц. СумДУ; Артемчук А. В. студ. гр. І-72/2 ЕМ

Компенсатори виконуються у складі систем трубопроводів з метою сприйняття їх деформацій від внутрішнього тиску транспортованих рідин та при змінах температури носія і для розвантаження їх від виникаючих температурних напружень, а також для запобігання руйнування встановленої арматури. Особливостями роботи склопластикових трубопроводів є порівняно зі сталевими нижчі модулі пружності (1-го та 2-го родів) та висока чутливість до міжшарового зсуву та трансверсального обтиснення. Наслідками цього є порівняно великі деформації при нормальних умовах експлуатації, вплив повздовжньої складової яких зазвичай пом'якшується компенсаторами. Відомі форми компенсаторів для сталевих трубопроводів (П, Г та Z подібні) мають неідеальний складний напружений стан для склопластиків при компенсації, пов'язаний з різкою зміною геометрії вісі труби. В роботі пропонується петлеподібна форма компенсатора, позбавлена такого недоліка.

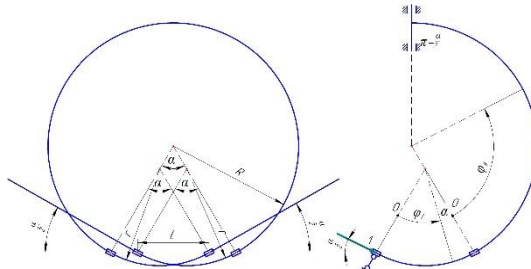


Рисунок 1 – Розрахункова схема петлеподібного компенсатора

Запропонована конструкція містить 3 елемента - дуги труб, що сполучено бандажним або муфто-клеювим з'єднанням (прямокутник на схемі). Розрахункова її схема з урахуванням симетрії складається з 2-х жорстко сполучених дуг кільцевих стержнів малої кривизни, рухомо шарнірно опертого та симетрично закріпленого з кожної сторони відповідно. Система навантажена лінійним переміщенням рухомої опори.

На основі методу безпосереднього інтегрування диференційного рівняння пружної лінії визначено піддатливість такого петлеподібного компенсатора. Також знайдено залежність зазору між трубами від радіусів кривизни вісьєскладових кілець труб: $L = 2 \cos(\alpha/2)(2r - R)$; $0 < \alpha < \pi/2$ та залежність необхідної довжини клейового бандажного з'єднання від величини максимального подовження сполучуваних труб.

ДОСЛІДЖЕННЯ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ МЕТАЛЕВОГО СИЛОСУ

Жигилій Д. О., доц. СумДУ; Чередник М. В. студ. гр. І-72/2 ЕМ

Найбільш технологічним способом спорудження листових металевих конструкцій є їх болтове з'єднання між собою та з несучими колонами. Сталеві листи з'єднані в циліндричну оболонку металевого силосу зернохосвища за допомогою болтових з'єднань за допомогою болтів М10 8.8, встановлених з зазором. У цьому випадку зовнішнє навантаження врівноважується силами тертя в стику, утвореними від затягування болта.

За класом міцності болта визначено номінальне допустиме навантаження $[\sigma] = 307,7$ МПа. Внутрішній діаметр болта М10 становить $d_1 = 8,376$ мм з кроком $h = 1,5$ мм. При встановленні у з'єднання болт зазнає розтягання з крученням, тому $F_p = 1,3 \cdot F$ для метричних різьб. Проведено оцінку з'єднань пакету сталевих листів оболонки $3 \times 1,5$ мм металевого силосу з визначенням максимальної погонної сили зсуву, що припадає на один болт при встановленні їх по 3 ряди за максимально допустимої затяжки: $N_Q = 6,0185 \cdot 10^5$ Н/м при встановленні врозпуску та $N_Q = 1,2037 \cdot 10^5$ Н/м при встановленні внапуск.

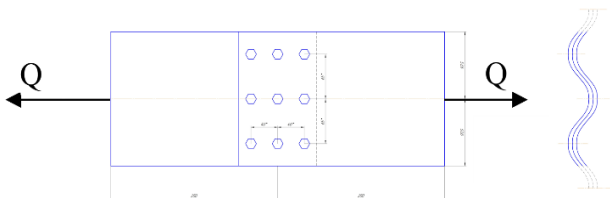


Рисунок 1 – Схема навантажування зразка для механічних випробувань болтового з'єднання

Було також проведено експериментальне дослідження несучої здатності з'єднання, яке довело, що виконання болтового з'єднання внапуск призводить до значної втрати несучої здатності. За граничним навантаженням в колітовому напрямку спад складає 53%. Спостережене руйнування болтів відбувалося через позацифрове розтягування при відносному зсуві елементів оболонки силосу. Небезпека такого перебігу подій підсилюється тим, що головки болтів після руйнування схильні залишатися на місці. Це ускладнює візуальний контроль цілісності з'єднання.

При з'єднанні врозпуску несуча здатність зростає і визначається змінанням з'єднуваних листів, а не з'єднуючих елементів. Це значно підсилює несучу здатність. Загалом визначено граничне погонне зусилля зсуву в болтових з'єднаннях зони руйнування: $N_Q = 1,3 \cdot 10^5$ Н/м при з'єднанні внапуск та $N_Q = 2,9 \cdot 10^5$ Н/м при з'єднанні врозпуску.

ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЇВ МІЦНОСТІ ДЛЯ АРМОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

Жигилій Д. О., доц. СумДУ; Нагорний А. О. студ. гр. І-72/2 ЕМ

Для порівняння напружено-деформованого стану в композитному об'єкті дослідження з модельними випробуваннями, що в більшості зводяться до простих деформованих станів, в механіці деформованого твердого тіла застосовують критерії міцності з зазначенням способу руйнування.

Застосовуються терміни: ϵ - деформація, s - напруження, 1 - перший природний напрямок системи координат в напрямку армування моношару, 2 - другий природний напрямок, 3 - напрямок зовнішньої до поверхні 12 нормалі, 12 - зсув у плані, 13 та 23 - зсув у 2 взаємно перпендикулярних до 12 площинах, I - перший головний напрямок; II - другий головний напрямок, III - третій головний напрямок, t - розтягання, c - стискання. Тоді найбільш уживаними критеріями міцності з ідентифікацією способу руйнування є:

1. Критерій найбільших напружень в природній системі координат

$$f = \max \{ |\sigma_1/X|; |\sigma_2/Y|; |\sigma_3/Z|; |\tau_{21}/S|; |\tau_{13}/R|; |\tau_{23}/Q| \};$$

2. Критерій найбільших деформацій в природній системі координат

$$f = \max \{ |\epsilon_1/X_\epsilon|; |\epsilon_2/Y_\epsilon|; |\epsilon_3/Z_\epsilon|; |\gamma_{21}/S_\epsilon|; |\gamma_{13}/R_\epsilon|; |\gamma_{23}/Q_\epsilon| \};$$

3. Критерій Malmeyer у квадратичній формі для об'ємного напруженого стану:

$$f = F_{11}\sigma_1^2 + F_{22}\sigma_2^2 + F_{33}\sigma_3^2 + F_{44}\tau_{23}^2 + F_{55}\tau_{13}^2 + F_{66}\tau_{12}^2 + \\ + 2F_{12}\sigma_1\sigma_2 + 2F_{23}\sigma_2\sigma_3 + 2F_{13}\sigma_1\sigma_3 + F_1\sigma_1 + F_2\sigma_2 + F_3\sigma_3;$$

4. Критерій Tsai-Wu:

$$f = \sigma_1^2/(X_t X_c) + \sigma_2^2/(Y_t Y_c) + \sigma_3^2/(Z_t Z_c) + \tau_{12}^2/S_{xy}^2 + \tau_{13}^2/S_{xz}^2 + \tau_{23}^2/S_{yz}^2 - \\ - \sigma_1\sigma_2/\sqrt{X_t X_c Y_t Y_c} - \sigma_2\sigma_3/\sqrt{Y_t Y_c Z_t Z_c} - \sigma_1\sigma_3/\sqrt{X_t X_c Z_t Z_c} + \\ + \sigma_1(1/X_t - 1/X_c) + \sigma_2(1/Y_t - 1/Y_c) + \sigma_3(1/Z_t - 1/Z_c);$$

5. Критерій Tsai-Hill:

$$f = (G + H)\sigma_1^2 + (F + H)\sigma_2^2 + (F + G)\sigma_3^2 + (\tau_{23}^2/Q^2) + (\tau_{13}^2/R^2) + (\tau_{12}^2/S^2) + \\ + 2H\sigma_1\sigma_2 + 2F\sigma_2\sigma_3 + 2G\sigma_1\sigma_3; \\ H = (X^{-2} + Y^{-2} - Z^{-2})/2; F = (-X^{-2} + Y^{-2} + Z^{-2})/2; G = (X^{-2} - Y^{-2} + Z^{-2})/2.$$

Ще йдеться про критерії Hashin, Puck, LaRC та Cuntze. В роботі показані еволюція поглядів та взаємозв'язок критеріїв міцності для шаруватих композиційних матеріалів, особливістю функціонування яких є чутливість до напружень та деформацій міжшарового зсуву та трансверсального обтиснення. Показано редукцію функціоналів f при переході від об'ємного напруженого стану до плаского.

ПОБУДОВА ЦИРКУЛЬНИХ І ЛЕКАЛЬНИХ КРИВИХ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ

Мартусенко А., учень 10-го класу школи № 3, м. Білопілля;

Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми

Плоскі криві можна розділити на дві групи: циркульні, виконані за допомогою циркуля і лекальні, які будуються по точках і обводяться по лекалу методами креслення. До кінематичних характеристик можна віднести: овали, коробчасті криві зведення, завитки. Лекальні криві представлені: еліпсом, параболою, гіперболою, евольвентою, спіраллю Архімеда, синусоїдою, циклоїдою, епіциклоїдою.

Інші способи побудови траєкторій матеріальної точки не розглядалися. Якщо розглядати рухи матеріальної точки в системі ортогональних проєкцій, то виникає необхідність застосування аксонометрії, яку можна класифікувати на прямокутну (ізометрія, диметрія, триметрія) і косокутну (фронтальна ізометрія, горизонтальна ізометрія, фронтальна диметрія, кутова триметрія).

Далі розглядався складний рух матеріальної точки: відносний, переносний, абсолютний, з урахуванням рухомої і нерухомої системи координат. Представлені у блоковій формі характеристики рівномірного і нерівномірного рухів з урахуванням їх рівнянь. Запропоновані типи завдань: за визначенням шляху, швидкості, прискорення, часу. Давалося співвідношення між одиницями основних кінематичних характеристик в системах одиниць СИ, МКСА, СГС. Вивчалися плоскі види траєкторій у фронтальній, горизонтальній і профільних площинах, елементів машин і механізмів, за умови руху по заданих циркулярних і лекальних кривих, з метою подальшого визначення: швидкостей, дотичних і нормальних прискорень, кутових швидкостей, прискорень за умови розкладання плоского руху на поступальне і обертальне.

ВИКОРИСТАННЯ ЗМІННОГО СТРУМУ В ОСНОВІ ПРИНЦИПУ ДІЇ СУЧАСНИХ ПРИЛАДІВ

*Трищенко М., учень Центру позашкільної освіти, м. Лебедин;
Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*

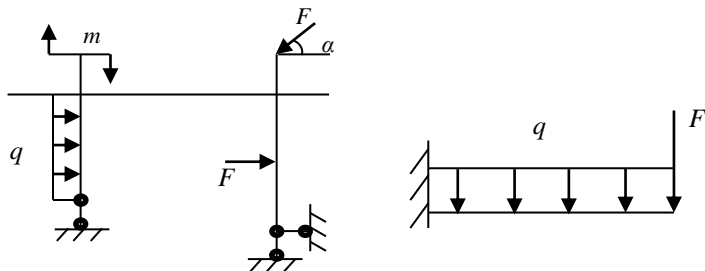
В роботі, спочатку розглядалися основні поняття: формулювання змінного струму, його зміна не лише за величиною але і за напрямом, миттєве значення. Показаний приклад електричної схеми. Далі розглядалися способи отримання струму: з урахуванням рамки з матеріалу, що провів, магнітного поля і рівномірного її обертання. Вивчалася принципова схема облаштування генераторів електричного струму, які працюють за рахунок зміни величини магнітного потоку через площу, що охоплюється контуром мідного дроту (рамки). На початку обертання рамки її сторони ковзатимуть майже уздовж магнітних силових ліній, перетинаючи дуже мале їх число і магнітний потік змінюватиметься дуже повільно і ЕДС індукції буде невелика. Коли рамка стане паралельна силовим лініям, то кількість силових ліній зростає і отже зростатиме індукована в ній ЕДС (при постійній кутовій швидкості). Проводилася побудова графіку синусоїдального змінного струму з урахуванням радіус-вектору, що обертає.

Без засвоєння основних положень тригонометрії вивчення властивостей змінного струму скрутне, тому розглянуті значення *cosa* і *sina* при значеннях кутів $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$. Якщо в ланцюзі змінного струму діє не один який-небудь струм, а два або декілька, то їх взаємне співвідношення можна представити графічно: у вигляді синусоїдів, які співпадають по фазі або зрушених по фазі на 90° . Можливо аналогічне представлення виконувати у вигляді векторної діаграми.

Широке застосування змінного струму обумовлене багато в чому економічною ефективністю його використання в системах електропостачання, простотою в перетворенні з енергії низької напруги в енергію більш високої напруги. Це дозволяє зменшити втрати електроенергії при передачі на відстані з одночасним зменшенням площі поперечного перерізу провідників.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НА ЖОРСТКІСТЬ ПЛОСКИХ СТЕРЖНЕВИХ СИСТЕМ

*Філатов В., студент групи-ІМ-81, СумДУ, м. Суми;
Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*



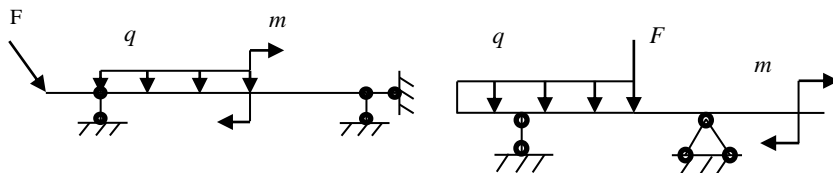
Розглядалися два типи стержневих конструкцій: рама і консоль. Завантаження виконувалися у вигляді наступних зовнішніх силових чинників: F , q , m . Мінявся виліт консольної балки від 1м до 2м. Після визначення опорних реакцій в рамі, виконувалася перевірка. Епюри в рамі і консолі будувалися способом "характерних" точок, заздалегідь визначався вид і характер деформації окремих елементів рами: ригеля, стойки, консолі. Після побудови графіків ВСФ виконувалася перевірка з використанням теореми Д.І. Журавського, наявністю "стрибків" на епорах Q і M . Перевірка правильності побудови епор була також виконана на жорстких кутах рами, де $\Sigma X=0$, $\Sigma Y=0$, $\Sigma M=0$. Для визначення лінійного і кутового переміщення

консольної частини рами використовувався інтеграл Мора $y = \int_0^l \frac{\mu_F \mu_1}{EI} dz$,

$\theta = \int_0^l \frac{\mu_F \mu_1}{EI} dz$. Спрощувалося обчислення інтеграла Мора правилом Верещагіна $y = \omega_{F\eta} / (EI)$, $\theta = \omega_{F\eta} / (EI)$, де ω - площа вантажної епюри μ_1 , η - ордината одиничної епюри, узяті під центром тяжіння вантажної. Вводилися певні обмеження при перемножуванні епор: вантажної і одиничної. Необхідно відмітити, що для обчислення лінійного переміщення точки, що шукають, завантаження проводилося $F=1$, для кутового $m=1$. При перемножуванні епор μ_F і μ_1 велике значення для простоти рішення грає місце розташування опорних зв'язків: шарнірно-рухомої і нерухомої опор. Розрахунки на міцність в цій роботі не проводилися, а для розрахунку на жорсткість зовнішнє завантаження має бути представлене нормативними навантаженнями з урахуванням коефіцієнта перевантаження $\gamma=1$. При визначенні лінійних і кутових переміщень консольних балок, виконувалася порівняльний аналіз їх величин, який був представлений в графічному режимі залежно від вильоту консолі. Надалі розглядалися окремі завдання теорії пружності в оглядовому виді. Перевірка умов жорсткості проводилася за умовами $f_{max} \leq [f]$, $\theta_{max} \leq [\theta]$, де f_{max} - максимальне дійсне лінійне переміщення, θ_{max} - кутове переміщення.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДБРАНИХ ПОПЕРЕЧНИХ ПЕРЕРІЗІВ СТАТИЧНО ВИЗНАЧЕНИХ БАЛОК

*Пономаренко А., студент групи ІМ-81, СумДУ, м. Суми;
Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*



Розглядалося декілька варіантів завантаження розташування опор однопролітних, одноконсольних і двуконсольних балок. Визначення опорних реакцій виконувалося як для системи плоскої, довільно розташованих сил з урахуванням перевірки відносно будь-якої точки балки. При побудові епюр ВСФ, спочатку вивчався вид і характер деформацій з урахуванням використання принципу незалежних дій сил. Виконувалася перевірка побудови на різні умови міцності, виходячи з різних видів деформацій і типів завдань. Поперечні перерізи балок знаходилися з урахуванням геометричних чинників міцності для цього виду деформації : W_x , A . Далі пропонувалися до підбору різні види перерізів: квадрат, прямокутник, коло, порожнистий квадрат і прямокутник, тавр, двутавр і тому подібне.

Одночасно, використовуючи знайдену площу квадрата, підбиралися інші типи перерізу з урахуванням фіксованої площі. Для підібраних перерізів знаходилися величини W_x , I_x і зіставлялися їх значення в графічному режимі. Давався економічний аналіз з точки зору витрати матеріалу і технології виготовлення. З іншого боку визначалися три найбільші значення моменту, що вигинав, на епюрі M і для них підбирався двутавровий переріз згідно сортименту прокатних профілів. Будувалися епюри нормальних і дотичних напруг, виконувалася перевірка умови міцності. Вибиралися "характерні" точки на балці, де одночасно діяли великі значення моменту, що вигинав, і поперечної сили, т.з. несприятливі поєднання ВСФ. Перевірялися міцності не лише по нормальній напрузі, що допускалася, але і по дотичних з урахуванням вибраних ГФП - I_x , S_x , v для цього номера двутавра. З урахуванням можливого переміщення опор балок, розглядалася можливість створення «рівномоментних» балок з урахуванням технології їх виготовлення.

ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОГО ЗАНЯТТЯ ПРОФОРІЄНТАЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ДИДАКТИЧНИХ ВИМОГ, КОМПОНЕНТІВ І ФУНКЦІЙ

Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми;
Карінцева А. І., завідувачка лабораторією опору матеріалів, СумДУ, м. Суми;
Лісовенко Д. В., провідний фахівець кафедри ЗМ і ДМ, СумДУ, м. Суми

Передусім необхідно відмітити, що будь-яке заняття представляє собою логічно закінчений, обмежений рамками часу структурний елемент учбового процесу. Тип заняття виділяється за його дидактичною метою, а вид заняття можна розглядати як спосіб діяльності. Не слід змішувати дидактичну структуру і методичну.

До дидактичних вимог можна віднести: чіткість мети і змісту, нерозривність завдань освіти, розвитку і виховання, керівну роль викладача, комплексне застосування методів і форм організації учбового процесу, структурну чіткість. До неї можна віднести: мету, зміст, методи, форми заняття. Можливий розгляд дидактичної структури як актуалізація, мотивація, формування нових понять і застосування знань. До методичної структури можна віднести організаційну частину, опитування, виклад матеріалу і його закріплення. Опору на попередні знання можна віднести до актуалізації і формування умінь і навичок до мотивації.

До компонентів можливо віднести: шляхи, методи, форми, прийоми і засоби навчання. Цілями в компонентах можуть бути: освітня, розвиваюча, така, що навчає і, звичайно, виховна.

Функції можуть бути представлені: організаційною, спонукаючою, оптимізуючою і бінарною з урахуванням зв'язку взаємодії від викладача до учня і від учня до викладача, яку можна класифікувати як зовнішню так і внутрішню.

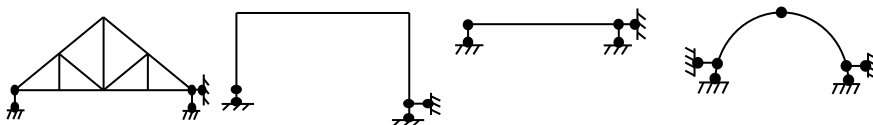
Для успішнішого проведення заняття мають бути створені необхідні соціально-методичні умови у вигляді наявності творчого викладання і створення колективу учнів, наявності учбово-матеріальної бази і сприятливого психологічного клімату і, звичайно, гігієнічні умови.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ НЕЗМІННОСТІ ПЛОСКИХ СТЕРЖНЕВИХ СИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ ЇХ СТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ

Глеба Д., учень 10 класу Центру позашкільної освіти школи № 5, м. Лебедин;

Калашник С., учень 9-го класу школи № 2 м. Суми;

Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми



Розглядалися наступні стрижневі плоскі системи: ферма, рама, балка, арка. Визначалася міра їх статичної невизначеності за формулою $L = C_{оп} - 3$, де 3 - число незалежних рівнів статики, $C_{оп}$ - число опорних зв'язків. Міняючи число зв'язків у більшу сторону, отримували статично невизначені системи, які прийомами статики вирішити неможливо.

Далі вводилися поняття: диска, вузла, стержня, шарніра, жорсткого зв'язку і правила утворення геометрично незмінних систем; вузол приєднаний до диска двома стержнями, осі яких не розташовані на одній прямій; диски сполучені між собою за допомогою 3-х стержнів, осі яких не перетинаються в одній точці одного жорсткого зв'язку; одного шарніра і стержня, вісь якого не проходить через центр цього шарніра. Три диски сполучені між собою за допомогою 3-х шарнірів, так що центри їх не лежать на одній прямій.

Необхідно відмітити нерухомість диска відносно основи і прикріплена до основи геометрично змінювана система має бути доповнена додатковими опорними зв'язками з урахуванням наступної умови $\Pi = 3D - (C + 2Ш + 3Ж) \leq 0$, де D - диск, 3 - опорні зв'язки, $Ш$ - простий шарнір, $Ж$ - жорсткий зв'язок. Починаючи розрахунок будь-якої плоскої стержневої системи треба переконатися в її незмінності, а якщо вона змінювана, то всякий розрахунок втрачає сенс. В цьому випадку застосовується формула $I = 3(D - 1) - (C + 2Ш + 3Ж) \leq 0$, де I - міра внутрішньої змінності.

З урахуванням вищевикладеного обґрунтовувалося умовне введення у вузли ферми шарнірів, для полегшення розрахунків, побудови поетапних схем для розрахунків багатопролітних балок і кількості шарнірів для створення рівномоментних балок.

ВАРІАНТИ ЗНАХОДЖЕННЯ ПОЛОЖЕНЬ ГОЛОВНИХ
ЦЕНТРАЛЬНИХ ОСЕЙ СКЛАДНИХ ПЛОСКИХ ПЕРЕРІЗІВ,
СКЛАДЕНИХ З ПРОСТИХ

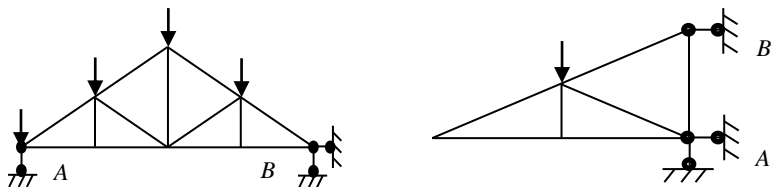
*Древаль Є., учень 10-го класу Центру позашкільної освіти школи № 5, м. Лебедин;
Охріменко О., учень 10-го класу школи № 2 м. Білопілля;
Смірнов В.О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*

Спочатку ставилося завдання, метою якого було знаходження центрів тяжіння поперечних перерізів елементів, які працюють на різні види деформації: поперечного згину, поздовжнього згину, позацентрального стискання та інше. Вивчалися положення центрів тяжіння простих перерізів і осей симетрії. У роботі розглядалися декілька завдань з різними способами рішення: у тому числі способами - "негативних" площ і "підвішування".

Спочатку складну фігуру розбивали на ряд простих з визначенням положення центральних осей x_i , y_i , потім обчислювали площі простих фігур A_i . Цікавість представляв вибір допоміжних центрів тяжіння осей, до яких прив'язувалося знаходження координат центрів тяжіння простих фігур. Для подальших обчислень використовувалася теорема Варіньона, на підставі якої обчислювалися положення головних центральних осей: x_c , y_c . Перевірка рішень здійснювалася, обчислюючи статичні моменти площі S_x і S_y для горизонтальної частини перерізу і вертикальної; де S_x і S_y мають дорівнювати нулю. Визначалося положення «ядра» перерізу, де доцільно прикладати ВНСФ. Товщина плоскої фігури приймалася нескінченно малою. Зіставлялися різні способи знаходження положення головних центральних осей. Виконувалися аксонометричні проекції заданих складних перерізів.

ЗНАХОДЖЕННЯ НЕСПРИЯТЛИВОГО ПОЄДНАННЯ ВНСФ ПРИ ВИЗНАЧЕННЮ ЗУСИЛЬ В ЕЛЕМЕНТАХ ФЕРМИ

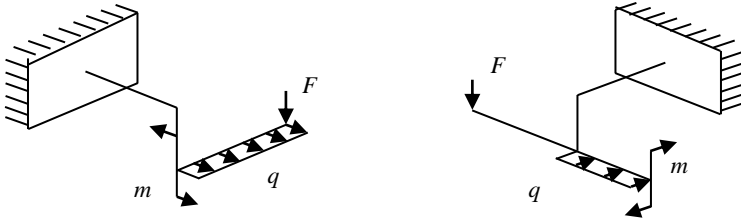
*Литвиненко О., учень 9-го класу школи № 12, м. Суми;
Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*



Розглядалися два типи ферм, завантажені ВНСФ при різних положеннях сил. Необхідно відмітити, що ці конструктивні елементи відносяться до плоскої системи сил, що сходяться, що дозволить скласти два незалежні рівняння статички $\Sigma X=0, \Sigma Y=0$, для визначення зусиль в стержнях форм. При визначенні значень опорних реакцій склалися три незалежні рівняння статички $\Sigma M_A=0, \Sigma M_B=0, \Sigma X=0$ або, $\Sigma Y=0, \Sigma X=0, \Sigma M_A=0$. Проводився аналіз міри статичної невизначеності $L=C_{оп}-3$ і структурний аналіз $P=3Д-(C_{оп}-2Ш-3Ж)$. Для спрощення розрахунків у вузли ферми умовно введені шарніри, що не порушило геометричної незмінності ферм. Визначення зусиль проводилося способом "вирізування" вузлів і способом "моментної" точки. Для цього використовувався універсальний метод перерізів. Міняючи розташування зусиль F в різних вузлах ферми, обчислювалися значення ВСФ і визначалися зразкові види деформацій елементів. Намічався порядок вирізування вузлів, заздалегідь обчислювалися опорні реакції V_B, H_A, H_B з виконанням перевірки їх знаходження. Для способу «моментної» точки слід зазначити, що січна площина не може перетинати більше 3-х стержнів ферми на відміну від способу вирізування вузлів. Знайдені значення ВСФ зводилися в таблицю, де зіставлялися значення знайдених зусиль двома способами. Виконувався варіант визначення зусиль графічним способом - "силових" багатокутників. Необхідно відмітити, що аналітичних умов рівноваги два, а графічних один. Зіставляючи знайдені зусилля ВСФ визначалося несприятливе завантаження ВНСФ вузлів ферми. Застосування «шпренгельних» ферм не розглядалося.

ЗІСТАВЛЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ОПОРНИХ РЕАКЦІЙ В ПРОСТОРОВОМУ ЛАМАНОМУ БРУСІ ПРИ ПОСТІЙНІЙ СХЕМІ ЗАВАНТАЖЕННЯ І ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

*Морозова Л., Целуйкин Д., учні 10-го класу Центру позашкільної освіти
школи № 5 м. Лебедин; Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*

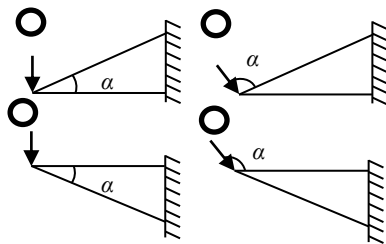


Просторовий брус у разі завантаження ВАСФ відноситься до просторової системи довільно розташованих сил, отже, необхідно скласти шість незалежних рівнянь статички. Три – алгебраїчна сума проєкцій всіх зовнішніх силових чинників на осі x , y , z ; три – алгебраїчна сума моментів всіх сил відносно осей x , y , z . Для простоти рішення використовувався принцип незалежності дії сил, а також виконання конструктивних аксонометричних схем у вибраній проєкції, з урахуванням умовного поперечного перерізу. На переломах горизонтальних і вертикальних ділянках бруса проводилися допоміжні ортогональні осі x , y , z . Спочатку довжини ділянок бруса приймалися 0,5 м, потім 1,0 м і 1,5 м. Знайдені величини реактивних моментів, представлялися у векторній формі і знаходилися величини головних моментів; а також величини головних векторів. З урахуванням знайдених цих величин R і M для усіх трьох завдань зіставлялися їх значення зі зміною величин довжин ділянок. Ці залежності представлені в графічному режимі з аналізом отриманих значень. З урахуванням принципу суперпозиції розглядалися види і характер деформації окремих елементів просторового ламаного бруса. Зважаючи на подальші розрахунки, виходячи з умов міцності і умов жорсткості, з попереднім обчисленням і побудовою значень ВСФ: поперечної сили, моменту, що вигинає, профільної сили, моменту, що крутить.

Окремо розглянуті окремі випадки величин $R_{ГЛ}$ і $M_{ГЛ}$, тобто $M_{ГЛ}=0$, $R_{ГЛ}=0$; положення $M_{ГЛ}$ перпендикулярно $R_{ГЛ}$ і положення цих головних векторів менше 90^0 , що дозволило говорити про сукупність сили і пари, що назвали динамою та динамічним гвинтом.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ СХЕМИ ЗАВАНТАЖЕННЯ КРОНШТЕЙНА ПРИ ЗМІНІ КУТА МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ І СИЛОЮ

*Козолуп В., учень 9-го класу школи № 5, м. Білопілья;
Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*



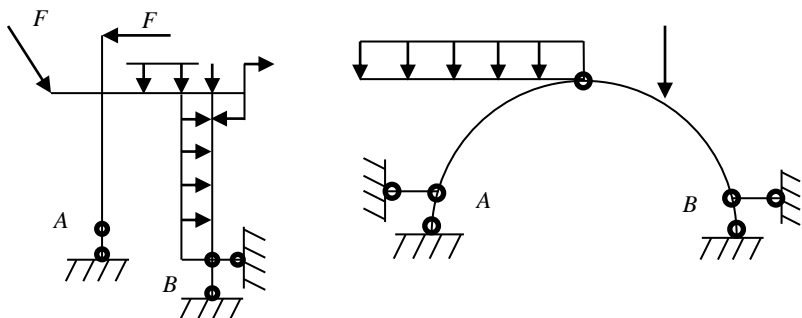
Розглядалися чотири варіанти. Перший – постійне значення сили F за величиною і напрямом зі зміною кута між елементами кронштейна від 10^0 до 60^0 . Другий - мінялося положення елементів кронштейна. Третій - не змінюючи кута між елементами кронштейна – $\alpha = 30^0$, положення сили у вузлі приймалося $10^0 \leq \alpha \leq 60^0$. Четвертий - аналогічний другому варіанту. Даний конструктивний елемент відноситься до плоскої системи сил, що сходяться, що вимагає складання двох незалежним рівнянь статки – $\Sigma X=0$, $\Sigma Y=0$. Використовувався універсальний метод перерізів. Усі знайдені значення зводилися в таблицю.

Для більшої наочності ці значення представлені в графічному режимі. Вибиралися прямокутні або косокутні проєкції аксонетричних схем, по яких з великою наочністю визначалася зміна величини ВСФ в усіх чотирьох варіантах з вибором оптимальної схеми завантаження і положенням елементів кронштейна. Запропонований варіант визначення зусиль за допомогою побудови «силових» багатокутників при умові його замкнутості. Для цього вибиралися масштаби: лінійний і силовий. Порівнювалися два способи знаходження зусиль з урахуванням величин їх погрішності.

Надалі планується використання умов міцності для цих видів деформацій стержнів кронштейна з метою знаходження декількох форм поперечного перерізу елементів.

ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЙ ОПОРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ РІЗНИХ ПОЛОЖЕННЯХ ЇХ В РАМІ І АРЦІ

*Павлюк В., учень 10 класу, Центр позашкільної освіти школи № 7, м. Лебедин;
Діденко Д., Охріменко А., учні 10 класу школи № 2, м. Білопілья;
Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми*



Запропоновані до розгляду декілька розрахункових схем рам і арок. Змінювалися: стріла підйому арки і проліт, а також розташування шарнірно-рухомої і нерухомої опори в рамах. При визначенні опорних реакцій V_A , V_B , H_A , H_B використовувався принцип звільнення від зв'язків і принцип незалежності дії сил. У будь-якому разі виконувалася умова $V_H C\Phi < B C\Phi$. Розглядалися конструктивні особливості рам і арок, застосування їх в інженерній діяльності. Оскільки і рами і арки відносяться до плоскої системи довільно розташованих сил, потрібне складання 3-х незалежних рівнянь статки $\Sigma M_A = 0$, $\Sigma M_B = 0$, $\Sigma X = 0$ в їх перевірочне $\Sigma Y = 0$.

Для арки складалося додаткове рівняння відносно шарніра, міра статичної невизначеності за формулою $L = C_{оп} - 3$, а також структурний аналіз, розглядаючи геометричну незмінність, без основи і з основою за формулою $P = 3D - (C_{оп} + 2Ш + 3Ж) \leq 0$. Потім розглядалися для кожного розрахунку рами вид і характер деформації з метою підготовки для розрахунку для обчислення і побудови епюр ВСФ. Для арки певну цікавість представляло б знаходження нормальної і дотичної складової ВСФ вибраного поперечного перерізу на «характерній» точці. Отримані результати величини опорних реакцій, аналізувалися і вибирався оптимальний варіант розташування зв'язків і їх вид.

РЕАБІЛІТАЦІЯ ПАЦІЄНТІВ З АМПУТОВАНИМИ НИЖНІМИ КІНЦІВКАМИ

*Смірнов В. О., директор Центру НТТУМ, СумДУ, м. Суми;
Пазинюк Б.О., завідувач хірургічним відділенням; Стовбир О. А., судинний
хірург вищої категорії; Керей Д. М., хірург*

Цей розділ III є логічним продовженням I і II розділу (тези, опубліковані у збірці «Сучасні технології у промисловому виробництві», СумДУ, 2018 р. стор. 117), який включає: календарний графік знаходження пацієнтів на стаціонарі, де в чисельнику вказаний порядковий номер заходів, що проводяться, а в знаменнику – кількість днів. У число заходів включені: клінічний і біологічний аналіз крові, тест на РМП, глюкоза крові, клінічний аналіз сечі, флюорографія, коагулограма, тиск, температура - з урахуванням гранично допустимих значень.

Визначені варіанти «тах» можливих кутових переміщень для змінних модулів, виконаних у вигляді циклоїди, синусоїди, еліпса, овалу і кола в межах $10^0 \leq \alpha \leq 35^0$. Обчислювалася зразкова довжина лінійних переміщень для суміжних модулів $6 \text{ см} \leq l \leq 30 \text{ см}$. Усі розрахунки зведені в табличну форму з урахуванням графічної залежності $l = f(R)$. Можливість застосування різних суміжних модулів запропоновані на підставі тестування пацієнтів, що поступили, на переважаючий тип темпераменту з урахуванням психічних реакцій.

Для флегматиків і меланхоліків рекомендуються суміжні модулі у вигляді циклоїди, синусоїди і еліпса. Для холериків і сангвініків - у вигляді овалу і кола. Освітлені завдання і рекомендації лікувального харчування, яке розглядає організм як єдине ціле, який знаходиться в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем і встановлює провідну роль нервової системи в усіх процесах, які відбуваються в організмі. Даються лікувальні і трудові рекомендації.

**СЕКЦІЯ «ДИНАМІКА І МІЦНІСТЬ,
КОМП'ЮТЕРНА МЕХАНІКА»**

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕСОРА ДЛЯ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

*Краснянський В. О., студент групи КМ-51;
Симоновський В. І. професор, СумДУ, м. Суми*

Методом ідентифікації параметрів дискретних коливальних моделей роторних систем [1] за результатами розрахунків динаміки їх КЕ-моделей [3, 4] була побудована дискретна математична модель ротора відцентрового компресора 225 ГЦ2-135/2-50М1245 ДКС Навойської ТЕС (рис. 1).

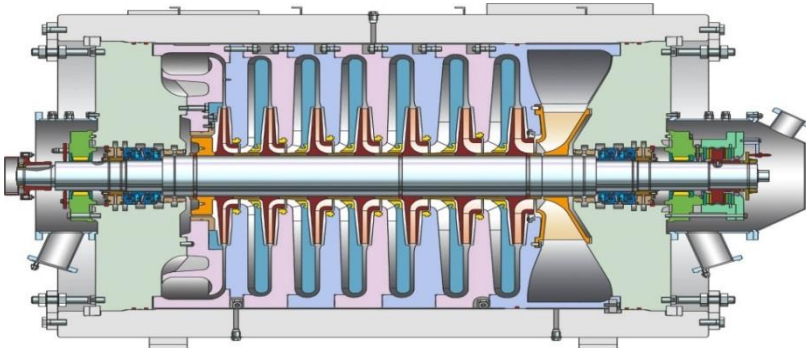


Рисунок 1 – Розріз турбокомпресора

На основі цієї моделі за програмою розрахунку стійкості [2] було оцінено запаси стійкості обертання в зоні робочих частот турбокомпресора. Виявлені закономірності впливу параметрів підшипників на стійкість обертання.

Список літератури

1. В. І. Симоновський. Уточнення математичних моделей коливальних систем за експериментальними даними. – Суми, вид-во СумДУ, 2010. – 91 с.
2. Исследование устойчивости ротора на сегментных подшипниках / Л. Ю. Равлюк, В. И. Симоновский, Д. В. Лейких // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2011. – № 4. – С. 83–87.
3. Павленко І. В., Симоновський В. І. Комп'ютерна програма «Critical frequencies of the rotor». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 59855 від 27.05.2015.
4. Павленко І.В., Симоновський В.І. Комп'ютерна програма «Forced oscillation of the rotor». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 61788 від 23.09.2015.

АНАЛІЗ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕСОРА ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ

*Стрємоухов Д. О., студент гр. КМ-51; Симоновський В. І. професор,
СумДУ, м. Суми*

На основі методів створення дискретних математичних моделей роторних систем [1,2,3] за даними розрахунків динаміки їх КЕ-моделей [4, 5] була побудована нелінійна модель коливань ротора турбокомпресора С325 ГЦ2-65 6/6 56М12 КС «Газлі» для підземних сховищ газу, яка являє собою систему диференціальних рівнянь 12-го порядку. На основі чисельного інтегрування цієї системи і спектрального аналізу за допомогою програмного комплексу Maple було виявлено закономірності коливань ротора в стійкій та нестійкій зонах частот обертання при різних можливих значеннях параметрів підшипників. Встановлено, що при втраті стійкості виникає субгармонійна складова коливань, частота якої дорівнює першій критичній. Таке явище раніше було зафіксовано експериментально [6].

Список літератури

1. В. І. Симоновський. Оцінювання коефіцієнтів математичних моделей за експериментальними даними. Теорія і практика.: Навч. Посіб./ . – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 122 с.
2. Разработка нелинейной математической модели ротора турбокомпрессора, вращающегося в сегментных подшипниках / В. И. Симоновский, Л. Н. Равлюк// Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. – 2012. – № 2. – С. 84–89.
3. Симоновский В. И., Василевский В. О. Особенности колебаний роторов турбокомпрессоров в неустойчивой области частот вращения // Журнал инженерных наук. – Том.1, № 2 (2014). – С. С1-С7.
4. Павленко І. В., Симоновський В. І. Комп'ютерна програма «Critical frequencies of the rotor». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 59855 від 27.05.2015.
5. Павленко І. В., Симоновський В. І. Комп'ютерна програма «Forced oscillations of the rotor». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 61788 від 23.09.2015.
6. Явление потери устойчивости вращения ротора на сегментных подшипниках / В. Г. Гадяка, Д. В. Лейких, В. И. Симоновский // Вибронадёжность и герметичность центробежных машин монография / под ред. В. А. Марцинковского, А. В. Загоруйко. – Сумы : Сумский государственный университет, 2011. – С. 283–293.

РОЗРАХУНОК ГІДРОДИНАМІЧНИХ СИЛ В БАГАТОШПАРИННИХ УЩІЛЬНЕННЯХ РОТОРА З УРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЙ СТІНОК

Слинько Д. Ю., студ. гр. КМ-51; Позовний О. О., аспірант, СумДУ, м. Суми

Підвпливом великих значень тисків у багатошпаринних ущільненнях відцентрових насосів виникають помітні деформації стінок. Оскільки гідродинамічні сили та витоки залежать від формизагорів, був визначений вплив деформацій стінок на роботу ущільнення.

Визначення впливу деформацій багатошпаринного ущільнення робочих коліс відцентрових насосів являється складним завданням. З точки зору економічності ці ущільнення при одних і тих же осьових габаритних розмірах мають більші опори, в порівнянні з одношпаринними. Однак досвід [1] показує, що вони можуть викликати підвищену вібрацію ротора. Щоб уникнути цього, потрібно підвищувати жорсткість ущільнення за рахунок оптимізації геометрії.

Дане завдання зводиться до вирішення задачі гідропружності. Деформація втулки змінює розподіл тиску потоку в багатошпаринному ущільненні, що в свою чергу призводить до зміни деформованого стану ущільнення та параметрів потоку рідини.

Розв'язання завдання значно ускладнюється з урахуванням несоосності корпусу і валу. В цьому випадку потрібне розв'язання тривимірних задач теорії пружності та гідродинаміки.

Для аналізу працездатності даної конструкції деформованого шпаринного ущільнення була здійснена спроба моделювання його з використанням програмного комплексу ANSYS. Розв'язання завдання здійснювалося за допомогою технології розв'язання багатодисциплінарних завдань (Fluid-Structure-Interaction, FSI), яка дозволяє визначати напружено-деформований стан конструкції на основі навантажень, що виникають при обтіканні тіла потоком рідини або газу. Ця технологія реалізована в рамках розрахункового середовища ANSYS Workbench, яке дозволяє передавати результати розрахунків, що відносяться до різних областей фізики. Використана двостороння взаємодія.

Список літератури

1. Марцинковский В. А. Бесконтактні ущільнення роторних машин. – Москва : Машинобудування, 1980. – 200 с.

Робота виконана під керівництвом професора Марцинковського В. А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПОРНОГО ПІДШИПНИКА КОВЗАННЯ

*Кайота Д. О., аспірант, СумДУ, м. Суми; Загорулько А. В., канд.
техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми*

Під час проектування та розробки турбокомпресорних агрегатів велика увага приділяється осьовому урівноваженню ротора. Осьове урівноваження ротора забезпечується за рахунок упорних підшипників, які сприймають навантаження в осьовому напрямку.

Процес роботи упорних підшипників обумовлений складними умовами роботи. Високі окружні швидкості мають великий вплив на довговічність роботи підшипника, тому досить важливу роль має правильне проектування та підбір необхідних робочих параметрів. Перевищення допустимого навантаження на підшипник може призвести до перегріву упорних колодок та швидкому виходу підшипника зі строю.

Основним робочим параметром упорного підшипника являється несуча здатність, але також велику увагу необхідно приділяти динамічним характеристикам. Досить мало наукових праць присвячену дослідженню динамічних характеристик упорних підшипників, тому дана тема являється досить актуальною при дослідженні упорних підшипників в цілому.

До динамічних характеристик відносяться жорсткість та демпфування, що являються основними параметрами, які подавляють осьову вібрацію ротора. Якщо динамічна сила занадто велика, то осьове зміщення буде перевищувати розрахунковий робочий зазор і може призвести до виходу зі строю упорного підшипника та в подальшому до створення аварійної ситуації. З підвищення збуджуючої сили і швидкості обертання дослідження динамічних характеристик упорних підшипників становиться більш важливим, що допомагає уникнути швидкого виходу зі строю турбокомпресорного агрегату.

Метою даної роботи було створення розрахункової моделі упорного підшипника та дослідження його динамічних характеристик. Дослідження проводилося в програмному комплексі ANSYS/CFX, в результаті якого було отримано коефіцієнти жорсткості та демпфування.

ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЙНОЇ МІЦНОСТІ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ, ЯКИЙ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ДЛЯ РЕМОНТУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

*Ищенко А. А, д-р техн. наук, професор «ЛГТУ»;
Какарека Д. Л., аспірант «ЛГТУ»*

Для надійного відновлення металургійного обладнання за допомогою композитних матеріалів, необхідно знати їх механічні властивості. Однією з них є адгезійна міцність, оскільки цей параметр впливає на надійне з'єднання відновленого композитного шару з металеву поверхню. При визначенні адгезійної міцності, була використана розривна машина Р-20 і спеціальний пристрій, який виключав вірогідність неспіввісностізразків під час навантаження.

З його допомогою було виконано ряд експериментів спрямованих на визначення адгезійної міцності композитного матеріалу. У результаті експериментів було встановлено, що спосіб механічної обробки поверхні під нанесення композиту впливає на адгезійну міцність з'єднання і кращий результат був досягнутий при обробці поверхні наждачним кругом. Одночасно було встановлено, що на адгезійну міцність впливає вид застосовуваного знежирювача. Залежно від виду знежирювача адгезійна міцність може змінюватися на 30%. Також було визначено, що на адгезійну міцність впливає і кількість доданого в основу затверджувача, який було використано в композитному матеріалі. Залежно від кількості затверджувача, який використовували, адгезійна міцність може змінюватися в межах 32%.

Відповідно до отриманих результатів була розроблена технологія отримання якісного адгезійного з'єднання, що враховує, як кращий спосіб підготовки поверхні, так і застосування необхідного знежирювача. При цьому були визначені кращі склади композитного матеріалу для отримання міцного адгезійного з'єднання.

Список літератури

1. Касаткін Н. Л. Ремонт і монтаж устаткування підприємств металургійної промисловості / Н. Л. Касаткін // 2-ге вид., доп. і переробл. – Москва : Металургія, 1970. – 310 с.
2. Плахтін В.Д. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин / В. Д. Плахтін // Підручник для вузів. – Москва : Металургія, 1983. – 415 с.
3. Седуш В. Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин / В. Я. Седуш // 3-тє вид., переробл. і доп. – Київ : УМК ВО, 1992. – 368 с.
4. Ленк А. Механічні випробування приладів і апаратів / А. Ленк, Ю. Ренетц. – Москва : Світ, 1976. – 264 с.

ЙМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРАХУНКУ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧНОГО ВРІВНОВАЖУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

*Павленко А. С., студент гр. КМ-51; Сovenko Н. В., канд. техн. наук,
доцент, СумДУ, м. Суми*

Для врівноваження осьової сили, що діє на ротор багатоступеневого відцентрового насоса, найчастіше використовують спеціальні автоматичні збалансовуючі пристрої, так звані гідроп'яти. Велика частина цієї осьової сили обумовлена різницею площин зовнішньої поверхні основного диска, що знаходиться під тиском нагнітання, і поверхні покривного диска, що призводить до виникнення статичної сили тиску, спрямованої в бік вхідної воронки.

Використання гідроп'яти дозволяє регулювати можливі в процесі роботи зміни осьової сили. Також цей пристрій можна розглядати як безконтактне ущільнення. Збільшення ККД насоса пов'язано з можливим зменшенням зазорів циліндричного і торцевого дроселів, послідовність яких, розділених розвантажувальною камерою, і утворює врівноважуючий пристрій.

При розрахунку пристрою автоматичного врівноваження ставиться задача знаходження величини осьової сили, що діє з боку рідини на розвантажувальний диск і витрати рідини через гідроп'ятю. Ці характеристики залежать від геометрії циліндричної і торцевої щілин. При виготовленні і збірці конструкції можливі невеликі відхилення деяких величин від розрахункових. Наприклад, вид кромок вхідних отворів визначає величину вхідних втрат циліндричного і торцевого дроселів. Також можливе зміщення вала у втулці циліндричної щілини і можливі деформації і початкове зміщення, відхилення від правильної форми при виготовленні та монтажі, можливий перекіс опорної втулки гідроп'яти. Всі перераховані вище фактори мають випадковий характер.

У роботі представлено вивчення впливу випадкового фактора геометрії автоматичного розвантажувального пристрою на величину тиску в розвантажувальній камері гідроп'яти, і відповідно на величину осьової сили і витрати рідини. Можливе відхилення величини осьової сили від розрахункової, а отже, зміна робочого зазору гідроп'яти, веде до негативних наслідків. Відхилення значення зазору від розрахункового в більшу сторону веде до збільшення витрати рідини через гідроп'ятю, відтак до зниження об'ємної ефективності насоса. В іншому випадку при зменшенні робочого зазору виникає небезпека стирання робочих опорних поверхонь і їх задирів і можливого виходу з ладу всього пристрою.

УТОЧНЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧНОГО ПРИСТРОЮ ОСЬОВОГО ВРІВНОВАЖЕННЯ З ПРУЖНО ВСТАНОВЛЕНИМ ВКЛАДИШЕМ

*Котляревський Д. Б., студент гр. КМ-51; Совенко Н. В., канд. техн. наук,
доцент, СумДУ, м. Суми*

Найчастіше в конструкціях високонапірних багатоступеневих насосів для розвантаження ротора від неврівноваженої осьової сили, що виникає на його робочих колесах, використовують спеціальні автоматичні врівноважуючі пристрої – гідропр’яти.

Досить великі тиски, що діють з боку рідини на опорний диск гідропр’яти, призводять до його деформацій. Ці деформації визначають неплоскість торцевого дроселя, а, отже, зменшення осьової сили і зміни робочого торцевого зазору в меншу сторону від розрахункового. Похибки при виготовленні і збірці гідропр’яти призводять до неплоскості робочих поверхонь. В процесі монтажу насоса розвантажувальний диск гідропр’яти і нерухома подушка встановлюються з деяким перекосом по відношенню до осі обертання вала, що збільшує середній торцевий зазор, і опір торцевого дроселя зменшується.

Таким чином, можливий початковий перекіс і подальші деформації обертового і необертового опорного диска істотно впливають на характеристики гідропр’яти. Тому забезпечення площинності торцевого зазору є важливим і актуальним завданням. Можливим рішенням такого завдання є конструкції гідропр’ят з пружно встановленими вкладишами (рис.1).

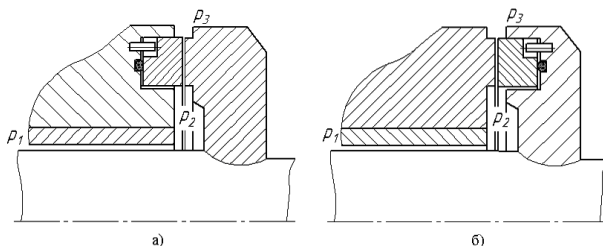


Рисунок 1 – Удосконалена конструкція гідропр’яти з пружно встановленими вкладишами в корпусі (а) і на диску (б)

В таких конструкціях невелика рухомість опорної подушки дозволяє відстежити можливий початковий перекіс і зберегти площинність торцевого зазору в процесі роботи. Дана робота присвячена уточненню методики розрахунку удосконаленої конструкції гідропр’яти, а саме розв’язується задача течії рідини в робочих зазорах з урахуванням деформації як самого диску так і рухомих пружно встановлених вкладишів.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТА ЧИСЛОВІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РОТОРІВ ВІДЦЕНТРОВИХ МАШИН

Вербовий А. Є., студентгр. КМ.м-71; Павленко І. В., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми, Україна; Неамцу К., доцент, Технічний університет м. Клуж-Напока, Румунія

Прискорення розвитку в області енергетичних технологій відбувається за рахунок використання сучасного енергоємного обладнання, зокрема багатоступінчастих відцентрових машини. Невпинне збільшення їх технічних характеристик ускладнює вирішення питань вібраційної надійності. Як результат, проблеми визначення критичних частот і форм роторів, а також проведення процедури віртуальної балансування на сьогоднішній день стають більш важливими.

Робота мала за мету підтвердження достовірності математичних моделей вільних і вимушених коливань ротора, а також поліпшення його вібраційного стану із застосуванням робочих файлів “Critical frequencies of the rotor” і “Forced oscillations of the rotor” системи комп’ютерної алгебри MathCAD з послідуною перевіркою за допомогою програмного комплексу ANSYS Workbench. Для досягнення цієї мети були розв’язані такі завдання:

- визначення функції залежності жорсткості магнітних опор від частоти обертання ротора у вигляді полінома із застосуванням методів теорії ідентифікації параметрів математичних моделей механічних систем;
- уточнення математичних моделей коливань ротора шляхом реалізації методу скінченних елементів для елементів балкового типу з чотирма ступенями вільності при дотриманні гіпотези Кірхгофа;
- визначення критичних частот і відповідних форм коливань із застосуванням алгоритму визначення нелінійної залежності жорсткості опор від швидкості обертання ротора;
- перевірка достовірності балкової скінченно-елементної моделі у програмному комплексі ANSYS із застосуванням тривимірних елементів;
- проведення процедури віртуального балансування ротора методом обчислення матриць коефіцієнтів впливу за допомогою робочого файлу “Forced oscillations of the rotor” комп’ютерної програми MathCAD.

У результаті розроблено математичну модель ротора з балковим типом скінченних елементів з урахуванням нелінійної залежності жорсткості підшипникових опор від частоти обертання ротора. Достовірність цієї моделі підтверджується незначною розбіжністю числових розрахунків. Також проведено віртуальне балансування ротора з оцінюванням залишкових дисбалансів.

Результати роботи отримані у результаті тісної співпраці Сумського державного університету (Україна) і Технічного університету м. Клуж-Напока (Румунія) під час виконання роботи “Ensuring Vibration Reliability and Numerical Simulation Methods for Dynamic Analysis of Centrifugal Machines’ Rotors”.

РОЗВ'ЯЗАННЯ СУМІСНОЇ ЗАДАЧІ ВЗАЄМОДІЇ РІДИНИ ІЗ ПОДАТЛИВОЮ САЛЬНИКОВОЮ НАБИВКОЮ ТОРЦЕВОГО САЛЬНИКОВОГО УЩІЛЬНЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ШОРСТКОСТІ ПАРИ ТЕРТЯ

*Сапожников Я. І., студент гр. КМ.м-81; Загорулько А. В., канд. техн. наук,
доцент, СумДУ, м. Суми*

Насосо- і компресоробудування на сьогоднішній день залишається важливою галуззю машинобудування. Для цієї галузі завжди актуальною є задача герметизації зазору між рухомими і нерухомими деталями машин і агрегатів. Сьогодні існує низка технічних рішень для усунення витоків робочого середовища із середини машини назовні. Є два основних типи ущільнень: контактні і безконтактні. Обидва варіанти мають як свої переваги, так і недоліки.

Об'єктом дослідження є торцеве сальникове ущільнення з податливим дном. Дане ущільнення відноситься до контактного типу ущільнення.

Мета роботи – розв'язання сумісної задачі взаємодії рідини із податливою сальниковою набивкою для визначення контактного тиску у парі тертя за допомогою програмного комплексу ANSYS.

Для розв'язання даної задачі було вирішено обрати програмний комплекс ANSYS, який використовується для розрахунку широкого спектру задач інженерної діяльності. Серед них можна виділити задачі міцності, вібронадійності, герметизації, які є основою для проектування насосного та компресорного обладнання. Важливою особливістю даного програмного комплексу є можливість створення комп'ютерних моделей для вирішення сумісних задач таких як гідропружність, термопружність, термоелектрика та ін.

В роботі розроблена комп'ютерна модель конструкції торцевого сальникового ущільнення з податливим дном, спрощену модель проточної частини з урахуванням шорсткості сальникової набивки. Використано вирішувачі ANSYS Transient Structural і CFX для моделювання взаємодії твердого податливого тіла і області течії. На основі отриманих розрахунків визначені зони безпосереднього контакту та контактний тиск у парі тертя. В подальшому дані результати можна використати для порівняння з експериментом.

НАПРУГА В РУХОМІЙ ІДЕАЛЬНІЙ РІДИНІ

*Козлов Я. Р., студент гр. КМ-51; Калініченко П. М., канд. техн. наук,
доцент, СумДУ, м. Суми*

Ідеальною називається модель реальної рідини, в якій дотична напруга між дотичними об'єктами, а отже, недіагональні компоненти тензора напруги дорівнюють нулю. Взаємодія між об'єктами рідини відбувається в результаті дії нормальної напруги. У прийнятій моделі ідеальної рідини діагональні компоненти тензора напруги відмінні від нуля і рівні між собою.

У роботі пропонується уточнена модель ідеальної рідини, в якій дотичні складові тензора напруги дорівнюють нулю, а нормальні - залежать від орієнтації майданчика. Запропонована модель, ближче підходить до реальної рідини.

Властивості напруги поверхневих сил встановлюються з рівняння руху виділеного елементарного тетраедра. У класичній моделі при стягуванні тетраедра в крапку, з рівняння руху даного об'єму виходить, що нормальна напруга в рухомій ідеальній рідині не залежать від орієнтації майданчика і представляє гідродинамічний тиск в точці.

У прийнятій роботі моделі ідеальної рідини, повна напруга на майданчиках в точці рухомої ідеальної рідини залежить від орієнтації майданчика на якій вони діють.

Дане твердження можливе при уточненні ейлерового підходу, коли задається рух рідини. Наслідуючи теорему Коши-Гельнгольца, рух «рідкої» частки розкладається на поступальне разом з центром мас і деформаційне. Поступальна частина руху визначає прискорення частки рідини, обумовлене зміною швидкості, а обертальна і деформаційна частини визначають прискорення частки, обумовлене перенесенням маси. Друга складова прискорення частки викликає динамічний тиск. Тобто напруга на майданчиках в точці рухомої рідини, вона ж і повна напруга, складається з статичної і динамічної. Отримана статична напруга не залежить від орієнтації майданчика і представляє гідростатичну складову гідродинамічного тиску, а динамічна, а отже і повна напруга залежить від орієнтації майданчика в точці рухомої ідеальної рідини.

Розкладання напруги на статичну і динамічну складові привело до уточнення рівнянь руху як ідеальної так і в'язкої рідини, що дозволило отримати хороший збіг теоретичних і дослідних результатів при вирішенні гідродинамічних задач.

UP-TO-DATE TECHNICAL MEANS OF STUDYING THE CAVITATION PHENOMENON

Vashyst B. V., Ph.D. student, Sumy State University; Hrechka I. P., Ph.D., Associate Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"; Khovanskyi S. O., Ph.D., Associate Professor, Sumy State University; Pavlenko I. V., Ph.D., Associate Professor, Sumy State University

The development of high-performance hydraulic equipment requires a careful study of the hydromechanical processes occurring in its flow sections. In particular, the cavitation which occurs in liquid flows is accompanied by vibroacoustic effects and erosion and affects the efficiency of the pumping equipment.

Cavitation is the process of formation and subsequent collapse of bubbles in the liquid flow accompanied by noise and hydraulic shock formation of cavities in the liquid (cavitation bubbles, voids, etc.) that can contain rarefied steam.

Cavitation leads to a decrease in productivity of pumps, turbines, etc. But there are devices in which cavitation bubbles play an important role (high-speed submersibles, medical devices, etc.). The cavitation flow is difficult to apply to mathematical modeling, and the existing models do not fully reflect the specifics of the process. For reliable information on the characteristics of the process, it is necessary to conduct experimental research. In this case, the important step is the choice of the study method.

Cavitation is detected by means of hydrophones that can be placed directly in the flow, inside the device with a cavitation flow or in acoustically connected cells separated from the flow by an acoustic window. When conducting a physical experiment, it is necessary to fix the parameters of the sound signal which is formed from the collapse of cavitation bubbles and to divide it into pulsed and periodic components for further study of each type.

For the visual observation of cavitation in the liquid flow, high-speed photo or video fixation applying stroboscopic lighting is used. A beam of light is sent to the location of cavitation, which streams through the liquid flow to the photodetector. The light stream is blocked by cavitation bubbles, and the device displays black spots.

The development of high-speed digital fixation systems allows visually studying the process of cavitation, measure the kinetics of bubbles formation, their shape, and size. To determine the location of cavitation bubbles, it is necessary to synchronize the video surveillance system with acoustic devices.

For a detailed study of the high-speed cavitation processes dynamics, appropriate laser equipment is used. This method, in particular, allows studying cavitation in the vortex nucleus. In this case, the process of creating cavitation

bubbles is synchronized with the visualization system and the signals of the hydrophone.

To simulate the cavitation cycles, the liquid flow velocity around the cavitation bubbles is investigated using the Laser Doppler Velocimetry (LDV). The rays from a stationary source intersect in the flow area forming an interference pattern that is reflected from the objects and fixed by an immovable receiver. The laser beams with different wavelengths allow measuring the components of the flow velocity.

Low-content cavitation caverns flow is investigated using the Particle Imaging Velocimetry (PIV) visualization method, which is used to measure the components of the flow velocity in the zone illuminated by pulsed laser light followed by digital processing of the received images. The liquid flow is densely filled with indicators and is illuminated by pulsed laser radiation. After that, several images are compared, determining the movement of tracers over a given period of time. The increase of the indicators number allows determining the spatial distribution of velocities in the highlighted area.

In addition to the laser radiation, X-ray is also used. Gamma-densitometry and tomography are used to study the developed cavitation flow. The principle of operation of these devices is based on weakening the high-energy photons when they pass the structure of the material.

In a case when optical methods lose precision, an array of dynamic pressure sensors for the research of non-stationary pulsations is used to study cavitation. The methods based on the difference in electrical characteristics (impedance) of the gas and liquid phases of the cavitation flow are used as well. In this case, the probing signal is the high-frequency alternating current from the special sensors, the size of which depends on the size of gas voids in the liquid.

Fiber optic devices are used to study the dynamics of cavitation. They allow detecting the cavities. Their principle of action is based on the fact that when entering the liquid, most of the light is passed through, in the cavities it is reflected from the middle of the fibers, returning to the source. In this case, during the experimental study, the measuring device contacts the liquid, resulting in additional disturbances of the flow. Therefore, this method requires the use of precision instruments.

Thus, the analysis of the modern methods of studying cavitation is conducted in the work. The methods for studying cavitation are established, based on the physical effects of different nature (vibroacoustic, optical, etc.). The general classification of devices for studying cavitation is made, and their application areas, as well as advantages and disadvantages, depending on the dispersion and structure of the multiphase flow, are identified.

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ВІБРАЦІЙНО-ІНЕРЦІЙНИХ СЕПАРАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ

*Дем'яненко М. М., аспірант, каф. ЗМ і ДМ; Старинський О. Є., аспірант,
каф. ПОХНВ; Павленко І. В., доцент, каф. ЗМ і ДМ; Ляпощенко О. О.,
доцент, каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми*

У більшості сучасних пристроїв для розділення гетерогенних систем основною масовою силою, яка діє на дисперсну фазу, є сила інерції, тому саме інерційні методи з точки зору оцінювання питомих енерговитрат та ефективності сепарації є оптимальними. Однією з найрозповсюдженіших проблем цих сепараційних пристроїв є зривання вже вловленої плівки рідини з осаджувальних поверхонь. Для вирішення даної проблеми був розроблений новий спосіб розділення газорідних сумішей, що реалізується в модульних динамічних сепараційних елементах [1, 2].

Під час досліджень вказаного способу розділення та традиційних способів їх інтенсифікації була виявлена можливість розширення застосування вищевказаних елементів за рахунок використання аерогідропружних явищ, а саме флатеру та бафтингу за аналогією до процесу акустичної коагуляції.

Як і у випадку акустичної віброкоагуляції, для досягнення позитивного впливу від коливань, що накладаються на потік, необхідно знати оптимальну частоту, яка залежить від дисперсності рідкої фази. В свою чергу значення частоти флатеру залежить від геометричних та пружних характеристик відбійних елементів.

Ураховуючи вищесказане, процес створення інженерної методики розрахунку вібраційно-інерційних сепараційних пристроїв було поділено на три етапи, що включають проведення чисельних та фізичних експериментів спочатку для газового потоку та в подальшому – і для газорідного з метою визначення жорсткості відбійних елементів та приєднаної маси вловленої рідини. При цьому, для досягнення позитивного впливу від механічних коливань, їх частота буде обиратись еквівалентною до необхідної частоти акустичних коливань, які сприяли б коагуляції краплин заданої дисперсності, оскільки для даного процесу вже існують методики розрахунку.

Етапи створення інженерної методики вказані на рисунку 1.

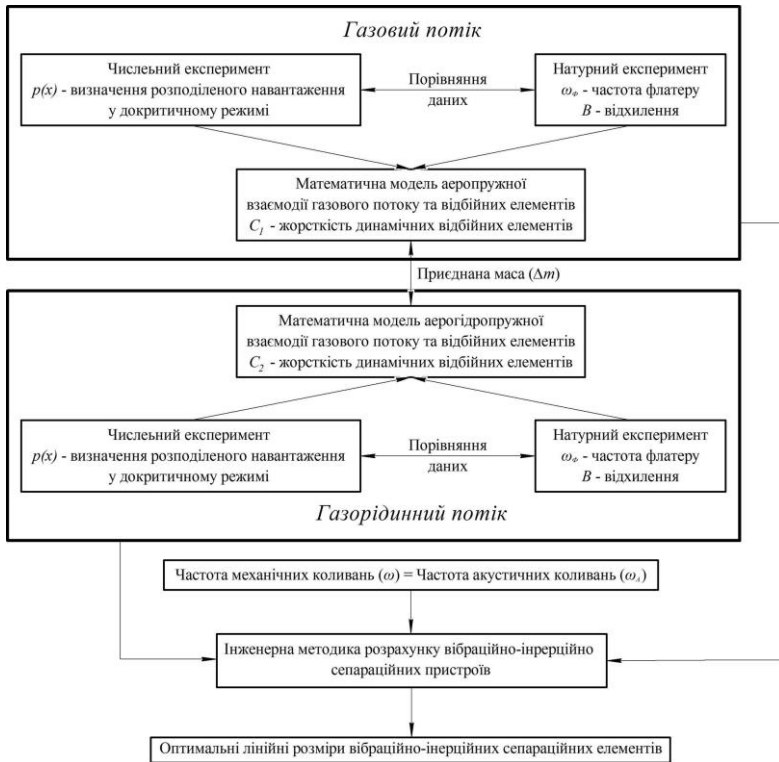


Рисунок 1 – Етапи створення інженерної методики розрахунку вібраційно-інерційних сепараційних елементів

Список літератури

1 Пат. 102445 У Україна, МПК В01D 45/04 (2006.01). Спосіб вловлювання високодисперсної краплинної рідини з газорідного потоку / О. О. Ляпощенко, І. В. Павленко, О. В. Настенко, Р.Ю. Усик, М. М. Дем'яненко (Україна); заявник та патентовласник СумДУ. – № 201505124; опубл. 26.10.2015, бюл. № 20.

2 Пат. 111039 У Україна, МПК (2016.01)В01D 45/00. Спосіб вловлювання високодисперсної краплинної рідини з газорідного потоку / О. О. Ляпощенко, О. В. Настенко, І. В. Павленко [та ін.] (Україна); заявник та патентовласник СумДУ. – № 201605061; опубл. 25.10.2016, бюл. № 20.

Робота виконана за підтримки МОН України (ДР № 0117U003931 «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання») під керівництвом д-ра техн. наук, гол. наук. співробітника Ляпощенко О. О.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ НА ГАЗОРІДИННИЙ ПОТІК

Дем'яненко М. М., аспірант, каф. ЗМ і ДМ; Старинський О. Є., аспірант, каф. ПОХНВ; Павленко І. В., доцент, каф. ЗМ і ДМ; Ляпощенко О. О., доцент, каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми

Одним із традиційних способів інтенсифікації процесів розділення газорідних сумішей є накладання акустичних коливань на газорідний потік. Цей процес супроводжується додатковими енерговитратами. Для їх виключення та одночасного розширення діапазону ефективної роботи модульних динамічних сепараційних пристроїв [1, 2] було запропоновано використовувати механічні коливання їх відбійних елементів при втраті ними стійкості у результаті взаємодії з потоком.

При цьому, при дослідженні впливу механічних коливань відбійних елементів необхідно враховувати не тільки частоту коливань, а й вплив відстані між стінками, довжини стінки, що вібрує, при різних витратах газорідної суміші з фіксованим вмістом рідини та навпаки – змінною об'ємною долею рідини з фіксованою масовою витратою.

Для проведення експериментальних досліджень була розроблена схема лабораторного стенду, наведена на рисунку 1.

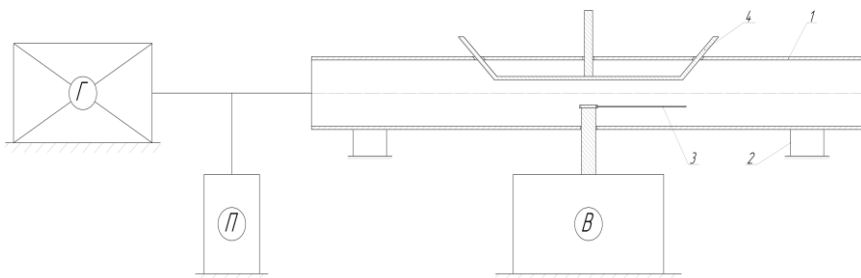


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки для дослідження впливу механічних коливань на газорідний потік: Г – газодувка; П – парогенератор; В – вібростіл; 1 – канал; 2 – опори; 3 – пластина; 4- нерухома стінка

До нього входить газодувка з можливістю регулювання витрати газорідного потоку, парогенератор, що дозволяє регулювати кількість дисперсної рідини, та вібростіл для задання механічних коливань пластини, що знаходиться в потоці.

Канал, по якому проходить газорідний потік, має ряд особливостей. Зокрема, для запобігання впливу обтікання нерухомої стінки на коагуляцію краплин були додані похилі поверхні з пружного матеріалу, встановлені під кутом для виконання умови безвідривності течії. Необхідно зазначити, що відстань між віброуючою пластиною і нерухомою можна змінювати за рахунок переміщення останньої у вертикальному напрямку.

Конструкцією закріплення віброуючої пластини передбачена можливість її заміни. Геометричні розміри пластини розраховуються з умови забезпечення необхідного значення власної частоти коливань.

Список літератури

1 Пат. 102445 У Україна, МПК В01D 45/04 (2006.01). Спосіб вловлювання високодисперсної краплинної рідини з газорідного потоку / О. О. Ляпощенко, І. В. Павленко, О. В. Настенко, Р.Ю. Усик, М. М. Дем'яненко (Україна); заявник та патентовласник СумДУ. – № u 201505124; опубл. 26.10.2015, бюл. № 20.

2 Пат. 111039 У Україна, МПК (2016.01)В01D 45/00. Спосіб вловлювання високодисперсної краплинної рідини з газорідного потоку / О. О. Ляпощенко, О. В. Настенко, І. В. Павленко [та ін.] (Україна); заявник та патентовласник СумДУ. – № u 201605061; опубл. 25.10.2016, бюл. № 20.

Робота виконана за підтримки МОН України (ДР № 0117U003931 «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання») під керівництвом д-ра техн. наук, гол. наук. співробітника Ляпощенко О. О.

THE DEVELOPMENT OF OPEN ONLINE COURSES TO SUPPORT GRAPHIC DISCIPLINES

Pavlenko V. V., Head of the Department; Pidubnyi E. M., Head of the Cycle Commission, Machine Building College of Sumy State University; Pavlenko I. V., Associate Professor, Sumy State University

The implementation of information technologies into the educational process is an important stage in reforming the educational system for meeting all the needs of the information society. One of the fundamentals in the process of training modern engineers is self-controlled independent work accompanied by the use of the means of mass open online courses.

The curriculum of the disciplines “Descriptive geometry”, “Engineering Graphics” and “Computer Graphics” provides the formation of practical skills in designing parts and assemblies on the high technical level using the educational, methodological and reference literature.

The experience of working with students shows that some of them are not able to independently receive and replenish their knowledge. Moreover, they are not accustomed and not prepared for systematic self-controlled independent work, as well as to planning it. Consequently, the elimination of these weaknesses is one of the important educational problems.

To improve the efficiency of the organization of the independent work of students in studying graphic disciplines, the following materials were developed:

- an informational stand with a complete list of homework assignments that allows students to independently schedule their education
- stands with samples of individual tasks;
- reference abstract of lectures;
- guidance for individual graphics works with examples of performance that improves conditions for self-study material.

Hence, in the implementation of a self-studying process, the fundamentals of the professional training should be the purposeful and self-controlled independent work of students, which will allow studying in a convenient place using an individual curriculum. In this case, a complex of special computational means and coordinated contact with an educator are required. The inspired students are professionally independent and mobile. They acquire an active professional position in the specialty and realize own educational needs throughout the professional life and engineering activities.

References

1. Pavlenko I. V. Descriptive Geometry / I. V. Pavlenko, V. V. Pavlenko. – Sumy : Sumy State University, 2015. – 239 p.
2. Ivanov V. O. Fundamentals of Formation of Modern Engineer / V. O. Ivanov, O. G. Gusak, D. V. Kryvoruchko, et al. – Kharkiv : NTMT, 2015. – 275 p.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БАГАТОШАРОВОГО ПЛОСКОГО КРИВОГО БРУСУ ПРИ ЗГИНАННІ

Тесленко О. С., студент гр. КМ-51; Дем'янчук Є. М., студент гр. КМ-51;
Дейнека А. В., канд. техн. наук, старший викладач, СумДУ, м. Суми

В основі метода розрахунку розглянутого багатошарового кривого брусу закладений дискретний підхід. Система розв'язуючих рівнянь побудована для всього пакету шарів з урахуванням як ідеального, так і неідеального контакту суміжних поверхонь сусідніх шарів.

Багатошаровий плоский криволінійний брус із N шарів (рис.1), який в плані обмежений двома концентричними колами радіусів a і b , і двома радіальними площинами, що утворюють кут $\theta = \pi/2$. На кожен з торців брусу діє зосереджена поперечна сила P . Прийнято, що матеріал брусу ортотропний і площина пружної симетрії співпадає з серединною поверхнею брусу. Вісь анізотропії проходить нормально до площини пружної симетрії через загальний центр концентричних кіл і співпадає з віссю z циліндричної системи координат. Вісь x , від якої відраховуються полярні кути θ , співпадає з віссю удекартової системи координат xu . Вважається, що криволінійні поверхні $r = a$ і $r = b$ не навантажені.

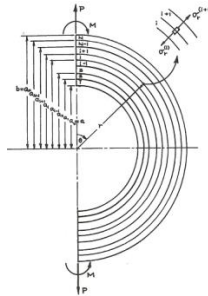


Рисунок 1 – Структура багатошарового кривого плоского брусу

Урахування тільки кінематичних умов ідеального жорсткого контакту між шарами суттєво знижує радіальні переміщення u_r^P в порівнянні з класичною анізотропною теорією. При аналізі зміни напружень σ_r^P на границях між шарами можна помітити, що при врахуванні ідеального контакту графіки зміни цих напружень практично співпадають з аналогічними результатами, отриманими по анізотропній теорії, а при врахуванні неідеального контакту відмічається зростання напружень у 1,5–2 рази між першим і другим шаром а також зменшення значень σ_r^P практично в 3 рази між другим і третім шарами.

ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВИХ ШПАРИННИХ УЩІЛЬНЕНЬ З КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Гудкова О. В., аспірант, СумДУ; Чернишов О. Ф., студентгр. КМ-51;
Дейнека А. В., канд. техн. наук, старший викладач, СумДУ, м. Суми*

З ростом частоти обертання роторів відцентрових машин, яке пов'язане зі збільшенням робочих параметрів (подача, тиск) з'являється проблема їхвіброннадійності. Вібраційний стан швидкохідних відцентрових машин в значній мірі визначається гідродинамічними процесами, які відбуваються вшпаринних ущільненнях. Головною характеристикою шпаринних ущільнень, окрім витоків, є жорсткостні та демпфуючі характеристики, та їх вплив на вібраційний стан ротора. Задача підвищення віброннадійності відцентрових машин і створення нових ефективних конструкцій шпаринних ущільнень можливе за рахунок використання композиційних матеріалів.

Використання сучасних композиційних матеріалів для виготовлення шпаринних ущільнень дозволяє покращити вібраційний стан ротора за рахунок зменшення зазору в ущільненні [1]. В умовах відсутності ущільнювального середовища шпаринне ущільнення з композиційного матеріалу має менший знос поверхонь тертя. Також шпаринні ущільнення з композиційних матеріалів добре працюють в умовах значних температурних навантажень [2].

У роботі розглянуто шпаринне ущільнення робочого колеса відцентрового насосу виготовленого з композитного матеріалу. За допомогою сучасних методів обчислювальної гідродинаміки проведено числовий аналіз течії в новій конструкції шпаринного ущільнення. Визначені витоків, жорсткостні та демпфуючі характеристики та визначений їх вплив на вібраційний стан ротора. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів з робочими характеристиками традиційної конструкції шпаринного ущільнення.

Список літератури

1. Deineka A. V. Thermal stress state of impeller seal made from composite material / A.V. Deineka, S.M. Vereshchaka // Applied Mechanics and Materials. Vol. 630. – 2014. – р. 326-333.

2. Гудкова О. В. Числовий розрахунок напружено-деформованого стану нових шпаринних ущільнень з композиційних матеріалів / О. В. Гудкова, А. В. Дейнека // Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма V Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції (м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.) / редкол. : О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : СумДУ, 2018. – С. 107.

ОЦІНЮВАННЯ ЖОРСТКОСТІ ШЛІЦЬОВИХ З'ЄДНАНЬ РОТОРНИХ СИСТЕМ ТУРБОНАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

*Серик М. Л., студент гр. КМ-51; Павленко І. В., канд. техн. наук, доцент,
СумДУ, м. Суми*

На сьогоднішній день унаслідок збільшення потреби у використанні сучасного енергетичного обладнання, зокрема, роторних машин, у тому числі турбонасосних і турбокомпресорних агрегатів, все більш актуальним стає питання їх вібраційної надійності. Однією з найбільш вагомих причин погіршення вібраційної надійності є зношення з'єднання валопроводу з двигуном [1], що проявляється у розцентруванні та зменшенні кутової жорсткості з'єднання.

Достатньо поширеним типом такого з'єднання є шліцьове, яке застосовується у відповідальних високонавантажених механізмах за умов масового виробництва. Крім того, шліцьові з'єднання передають відносно значні обертальні моменти, забезпечуючи якісне центрування деталей на валу.

Метою роботи є підвищення вібраційної надійності валопровода шляхом вибору раціонального типу шліцьового з'єднання (прямокутного, евольвентного і трикутного профілів) двох валів. Поставлена мета досягається на прикладі турбонасосного агрегату рідинного ракетного двигуна шляхом використання сучасних комп'ютерних засобів числового моделювання динаміки роторних систем, заснованих на реалізації методу скінченних елементів. Для її досягнення необхідно розв'язати такі завдання:

- створення за допомогою САПР тривимірних моделей складальних одиниць шліцьових з'єднань двох валів валопроводу для кожного з трьох вищезазначених типів шліців;
- імпортування створених робочих файлів САТІА до програмного комплексу ANSYS із подальшим створенням скінченноелементних моделей на основі попередньо створених геометричних моделей;
- проведення статичного і динамічного розрахунків з'єднання для заданої системи зовнішніх навантажень із застосуванням вбудованого модуля “Mechanical”;
- оцінювання кутової жорсткості шліцьового з'єднання на основі попередньо отриманих даних статичного і динамічного розрахунків.

У результаті роботи на основі отриманих даних розроблено алгоритм числового розрахунку жорсткості шліцьових з'єднань двох валів валопроводу, а також обґрунтовано раціональний з точки зору вібраційної надійності тип шліцьового з'єднання.

Список літератури

1. Урьев Е. В. – Вибрационная надёжность и диагностика турбомашин : учебное пособие / Е. В. Урьев. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2003. – 200 с.

ЧИСЕЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО СТАНУ ІМПУЛЬСНОГО УЩІЛЬНЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ANSYS CFX TA FLUENT

*Олійник В. Р., студент гр. КМ-51; Шабаліна Т. С., студентка гр. КМ-51;
Лісовенко Д. В., провідний фахівець, СумДУ, м. Суми*

Метою випробувань була перевірка працездатності торцевих затворних імпульсних ущільнень при різних робочих параметрах: частоті обертання вала, тиску ущільнюваного і запірного середовищ.

Система кінцевих ущільнень валів є однією з самих відповідальних систем відцентрового компресора. Аварія ущільнювальної системи, особливо на компресорах і насосах, які перекачують небезпечні і токсичні середовища, може привести до важких наслідків. Тому модернізація відцентрових компресорів і насосів з метою підвищення їх надійності, економічності, пожежної і екологічної безпеки тісно пов'язано з модернізацією кінцевих ущільнень валів.

Гідравлічні торцеві ущільнення в роторних машинах набули великого розповсюдження завдяки високій надійності, довговічності, демпфіруючій здатності, широкому діапазону температур робочого середовища та оборотів обертання ротора і т. д. Але вони мають один істотний недолік. Це необхідність підвода великої кількості змащувального матеріалу, який потребує великих затрат потужності на забезпечення працездатності змащувальної гідравлічної системи. Особливо великі труднощі при конструюванні гідравлічних торцевих ущільнень роторів виникають в машинах з тиском робочого середовища, який досягає 30–200 атм. Незважаючи на велику кількість зусиль, такі ущільнення являються 4 екологічно небезпечними в силу відносно великих витоків в навколишнє середовище.

Ще з 50-х років минулого століття робилися спроби створення альтернативних ущільнень без використання гідравлічного змащення, так званих газодинамічних торцевих ущільнень. Як правило, такі ущільнення застосовуються в машинах з газоподібним робочим середовищем. Змащувальним матеріалом в них є саме газоподібне середовище або повітря, а також інертний газ, у тих випадках, якщо робоче середовище являється екологічно небезпечним. Переваги таких ущільнень явні. Достатньо відмітити відсутність спеціальної маслосистеми і витоків мастила в атмосферу. Однак істотним гальмом при впровадженні таких ущільнень є складність технології виготовлення робочих поверхонь. Тим не менше, вірно спроектоване ущільнення практично не зношується, а величина максимальної кутової швидкості обмежується тільки міцністю матеріалів.

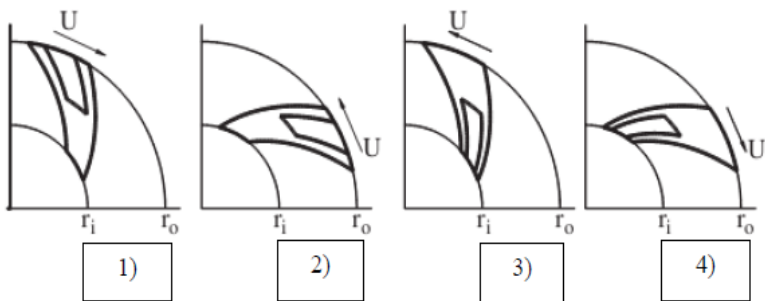


Рисунок 1 – Конфігурація спіральних канавок

Створення газового шару в торцевих ущільненнях можливо при застосуванні на одному із кілець камер Релея або спіральних канавок, принцип дії яких ґрунтується на місцевому збільшенні тиску ущільнювального середовища в зазорі. Експерименти показують, що такі ущільнення мають необхідну герметичність і ресурс, якщо газовий шар, який розділяє торцеві поверхні дорівнює 2–5 мікрометрів.

Метою даної роботи є комп'ютерне моделювання газодинамічних процесів у торцевих безконтактних ущільненнях для покращення їх робочих характеристик.

Для досягнення цієї мети поставлені наступні задачі:

1. Комп'ютерне моделювання торцевої пари зі спіральними канавками в програмі ANSYS CFX. Порівняння результатів розрахунку, які отримані за допомогою числового розв'язання рівняння Рельнольдса для змащення, числового розв'язання рівняння Навь–Стокса та результатів експерименту.

2. Комп'ютерне моделювання нових конструкцій запірних імпульсних ущільнень: розв'язання нестационарної течії газу та визначення силових деформацій кілець ущільнень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОВІДНОСТІ ЖИВИЛЬНИХ КАНАЛІВ НА РОБОЧІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІМПУЛЬСНОГО УЩІЛЬНЕННЯ

Хоменко А. В., студент гр. КМ-51; Гудков С. М., канд. техн. наук, доцент,
СумДУ, м. Суми.

В роботі розглядається імпульсне ущільнення (рис. 1) з живильниками, виконаними у вигляді відкритих або трубчастих каналів. Останні, як правило, мають вставки (жиклери) з каліброваними отворами, діаметр і довжина яких визначається провідність живильника. Через ці канали ущільнююче середовище під ущільнюючим тиском вприскується в камери за ті короткі проміжки часу, протягом яких живильники 5 проходять повз камери 2. В ці моменти тиск в камерах стрибкоподібно підвищується до величини $p_{2max} = p_1$, яка прагне розкрити стик між ущільнювальними поверхнями. Тиск між двома наступними вприсками залежить від гідравлічного опору або провідності g_i живильників.

Провідність g_i живильника залежить від форми і розмірів перетину і визначається, як правило, експериментально. Оцінку провідності відкритого радіального каналу можна отримати, користуючись формулою Хагена–Пуазейля для трубок круглого перетину. На сьогоднішній день методики розрахунку імпульсних торцевих ущільнень не дають можливості проаналізувати вплив провідності живильників на робочі характеристики ущільнення. Тому необхідно застосовувати сучасні програмні комплекси, в яких закладено методи обчислювальної гідродинаміки.

За допомогою програмного комплексу ANSYS виконано гідродинамічний розрахунок імпульсного торцевого ущільнення ротора циркуляційного насосу ГЦН 20000-100. Визначені провідності живильників в залежності від їх форми і розмірів перетину. Побудовані статичні та витратні характеристики. Проведено порівняльний аналіз отриманих результатів.

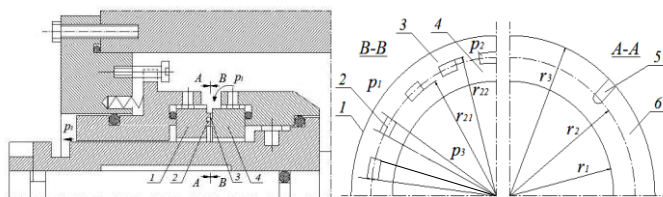


Рисунок 1 – Схема імпульсного торцевого ущільнення

УРАХУВАННЯ ВИПАДКОВОГО ХАРАКТЕРУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ ПРИ ЇХ РОЗРАХУНКУ

Скиртач В. О., студент гр. КМ.м-81; Савченко Є. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми

Підшипники кочення та підшипники ковзання є основними та найрозповсюдженішими деталями у машинобудуванні. При цьому як підшипники кочення так підшипники ковзання мають свої переваги та недоліки а також відповідні галузі та межі застосування. Зокрема, у потужних енергетичних роторних машинах, таких як відцентрові насоси, компресори, турбіни, генератори та інших застосовуються переважно підшипники ковзання. До роботи опорних вузлів пред'являється ряд специфічних вимог, а саме: достатня несуча здатність при малих габаритах, висока вібростійкість на всіх режимах роботи, мінімальне тертя і зношування робочих поверхонь протягом заданого ресурсу, мала витрата мастильно-охолоджуючого матеріалу, можливість використання в якості мастила робоче середовище, технологічність і зручність в експлуатації.

Різноманітність зазначених категорій підшипників ковзання об'єднує одна особливість: всі вони є нестандартними елементами машин, при проектуванні і розрахунку яких в кожному конкретному випадку необхідно проведення додаткових експериментальних і теоретичних досліджень. Не зважаючи на те, що в галузі розрахунку і проектування підшипників ковзання опубліковано значну кількість робіт, побудовані математичні моделі і запропоновані методики розрахунку характеристик опор не враховують того, що більшість як геометричних, так і робочих параметрів цих складних вузлів мають випадковий характер. Товщина мастильного шару, яка є одним з основних робочих параметрів, визначається відповідними допусками на виготовлення деталей і складання машини, якістю обробки поверхонь (наявність макро- і мікронерівностей), які є випадковими величинами. Крім того, можливі перекоси основних поверхонь підшипників і їх зміна в процесі роботи також носять випадковий характер. Тому дослідження імовірнісних характеристик робочих характеристик опор ковзання є актуальним і важливим практичним завданням.

В роботі показано, що для розрахунку основних характеристик підшипників ковзання, на жаль, здебільшого використовуються детерміністичні методи розрахунку, які не враховують випадкову природу їх параметрів. Враховуючи ж прийняті в машинобудуванні допуски на виготовлення, вплив цих параметрів може бути несуттєвим порівняно з невизначеністю розрахункових геометричних параметрів. При цьому, зі збільшенням діапазону можливих значень геометричного зазору збільшується діапазон можливих значень радіальної сили. А оскільки математичне очікування несучої здатності зменшується, то ймовірність того, що підшипник не витримає необхідного навантаження збільшується.

ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Точило Р. С., студент гр. КМ -51; Савченко Є. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми

Практичні завдання діагностування технічного стану підшипників кочення в процесі експлуатації вирішуються, як правило, одним з трьох основних способів. Перший використовує алгоритми виявлення дефектів по зростанню температури підшипникового вузла, другий – по появі в мастилї продуктів зносу, а третій - по зміні властивостей вібрації (шуму). Найбільш повна і детальна діагностика стану підшипників з виявленням і ідентифікацією дефектів на ранній стадії розвитку виконується за сигналом вібрації підшипника.

Виявлення дефектів, що зароджуються у підшипників кочення, в основному, проводиться двома методами - по появі ударних імпульсів і по модуляції сил тертя. Метод спектрального аналізу коливань потужності випадкової вібрації, більш відомий як «метод обвідної». Він дозволяє розділити дефекти, що виникають при експлуатації кожної з поверхностей кочення на дві групи - знос, що характеризується плавною модуляцією сил тертя, і раковини (тріщини), що характеризуються імпульсною зміною сил тертя. Крім того, метод дозволяє виявити і визначити характер динамічних навантажень, що діють на підшипник з боку ротора. Метод ударних імпульсів заснований на вимірюванні та реєстрації механічних ударних хвиль, викликаних зіткненням двох тіл. Прискорення частинок матеріалу в точці удару викликає хвилю стискання, яка поширюється у вигляді ультразвукових коливань. Величина фронту хвилі є мірою швидкості зіткнення (удару) двох тіл. У другій фазі удару поверхні двох тіл деформуються, енергія руху відхиляє тіло і викликає в ньому коливання.

Вібродіагностика підшипників кочення є прекрасною ілюстрацією того, як можна діагностувати один й той самий вузол різними методами, заснованими на різних вібраційних процесах, що генеруються дефектами цього вузла. Найбільш проста й дешева технологія вібродіагностики - періодичний контроль інтенсивності вібрації вузлів з підшипниками кочення найпростішими переносними віброметрами. При цьому діагностичними ознаками дефектів служить рівень інтенсивності вібрації, співвідношення між його значеннями в різних точках і зміна в часі (тренд). Труднощі діагностування при цьому полягають в тому, що не існує надійних ознак для ідентифікації конкретних дефектів.

Метою даної роботи є вивчення існуючих методів діагностування технічного стану підшипників кочення, виявлення найбільш ефективних з них та подальша експериментальна перевірка для підтвердження правомірності зробленого вибору.

СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ЗБОРУ, ОБРОБКИ І АНАЛІЗУ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ LABVIEW

*Пестун М. О., Логоша В. В., студенти гр. КМ -51;
Савченко Є. М., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми*

Розвиток засобів вимірювання і обчислювальної техніки останніми роками дозволяє принципово вирішити проблему створення автоматизованих вимірювальних систем. Такі системи зорієнтовані на безперервний збір, обробку і аналіз будь-яких параметрів конкретної машини або устаткування в реальному масштабі часу. Автоматизовані вимірювальні системи будуються з урахуванням необхідності отримання максимального об'єму інформації. Саме тому для них широко використовуються нові інформаційні технології, часто засновані на складних методах вимірювань і аналізу сигналів.

Використання автоматизованого вимірювального комплексу у складі експериментального стенду при проведенні різних наукових досліджень дозволяє підвищити не тільки ефективність виконуваних досліджень і достовірність отриманих результатів, а й виключає так званий «суб'єктивний фактор» за рахунок повної автоматизації процесу збору, зберігання і обробки вимірювальної інформації.

Для вимірювання будь-яких фізичних параметрів використовується відповідна вимірювальна апаратура. Сучасна цифрова апаратура, створена на базі мікропроцесорної техніки, дозволяє досить легко створювати різні вимірювальні системи, проте її вартість робить такі системи недоступними для широкого застосування. Тому для вимірювання досліджуваних параметрів пропонується використовувати наявну в університеті доступну вимірювальну апаратуру, що має вихід вимірювального сигналу у вигляді напруги постійного струму, пропорційного величині вимірюваного параметра. Для аналого-цифрового перетворення і введення всіх вимірювальних сигналів в ПЕОМ в системі передбачається застосування наявного 8-канального аналого-цифрового перетворювача (АЦП) типу NI USB-6008 фірми National Instruments.

Створення вимірювальної системи пропонується на основі застосування для збору, обробки та аналізу вимірювальної інформації програмного комплексу LabVIEW, що є ідеальним програмним засобом для побудови систем вимірювання, автоматизації та управління на основі технології віртуальних приладів. LabVIEW-програма в комплексі з такими апаратними засобами, як багатоканальні вимірювальні аналого-цифрові перетворювачі, а також вимірювальні прилади, що підключаються до комп'ютера через стандартні інтерфейси, дозволяє розробляти системи вимірювання, контролю, діагностики та управління практично будь-якої складності.

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

АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

Ахрамєєва В. М., студентка; Лазненко Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми

Управління медичними відходами, їх обігом, утилізацією та видаленням є важливою епідеміологічною та екологічною складовою безпеки населення країни. Особливу турботу сьогодні викликають медичні відходи категорії В (епідемічно небезпечні), поводження з якими у багатьох медичних закладах не відповідає чинним вимогам національного законодавства та кращим практикам розвинених країн світу.

На сьогоднішній час основним документом, що регламентує порядок поводження з медичними відходами в Україні є Державні санітарно-протиепідемічні правила і норми щодо поводження з медичними відходами, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.06.2015 № 325. Ступінь виконання цих вимог в різних медичних закладах різна. В цілому, система обліку утворення медичних відходів та їх руху в Україні дозволяє отримувати лише фрагментарні дані. Спеціалізовані установки для утилізації та видалення медичних відходів також є виключенням а ні правилом. На місцях відсутнє розуміння шляхів впорядкування ситуації.

Національна Стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р, визначає завдання з впорядкування нормативно-правової бази національного рівня, що стосується питань управління медичними відходами та створення ефективної системи підготовки та підвищення кваліфікації фахівців у сфері поводження з медичними відходами.

Національним планом управління відходами до 2030 року, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117-р, передбачається в 2023–2030 роках створення інфраструктури для збирання та оброблення медичних відходів.

Реалізація запланованої діяльності зі створення інфраструктури поводження з медичними відходами повинна здійснюватися на місцевому рівні. При цьому концепція створення системи збирання, зберігання, утилізації або видалення медичних відходів у державі відсутня.

Важливо на національному рівні визначити типові технологічні рішення для населених пунктів різного розміру. Необхідно визначити, як система повинна працювати в сільській місцевості, в населених пунктах з населенням до 10 тис. осіб, 30 тис. осіб, 50 тис. осіб тощо; як повинно забезпечуватись збирання, транспортування, оброблення відходів; які економічні механізми повинні забезпечувати стале функціонування управління медичними відходами в довготривалій перспективі.

Такі типові відпрацьовані рішення повинні запроваджуватися в якості шаблонних на місцевому рівні.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОКРАЩЕННЯ ЗЕЛЕНОГО КАРКАСУ МІСТА СУМИ

Богомолова А. В., студентка; Яхненко О. М., асистент, СумДУ, м. Суми

Озеленення міст та поліпшення їх екологічного стану відіграє одну з найголовніших ролей у нормальному функціонуванні міста та у здоровому житті його мешканців. Важливим завданням сьогодення є покращення екологічного стану зелених насаджень для збереження їхнього поліфункціонального значення. Зелені насадження очищують повітря, поліпшують мікроклімат, значно зменшують інтенсивність сонячної радіації. Значну роль відіграють зелені насадження в архітектурі міста, бо вони є засобом збагачення, а нерідко і формування ландшафту міста і займають провідне місце в вирішенні архітектури парків і садів.

Сьогодні однією з основних проблем міста Суми є нестача та погіршення стану існуючих об'єктів озеленення. У цілому робляться значні зусилля з озеленення та упорядкування міського господарства, але підвищена загазованість та запиленість повітря, шумове забруднення, несприятливі фізико-механічні властивості ґрунту, асфальтове покриття вулиць та площ, наявність підземних комунікацій і споруд у зоні кореневої системи, додаткове освітлення рослин у нічний час, механічні пошкодження та інтенсивний режим використання міських насаджень населенням завдає постійного негативного впливу життєдіяльності рослин в умовах міського середовища і призводить до передчасного відмирання дерев задовго до настання природної старості.

Основними елементами системи озеленення міста є парки, озеленені території житлових і промислових районів, набережні, бульвари, захисні зони. Місто Суми потребує оновлення парків, упорядкування системи озеленення, розробки проектних рішень щодо поєднання зелених масивів за допомогою скверів та бульварів, створення зелених пішохідних зон, локального озеленення міської території. Рослини, використані в міському озелененні, повинні відповідати цілому ряду особливих вимог. Крім зовнішньої привабливості, від них вимагається наявність швидкості росту, стійкість до хвороб, шкідників і фізичних пошкоджень. Для міста небажано використовувати рослини, які мають різкий запах, виступають алергенами, можуть містити природні отруйні речовини, здатні давати поросль далеко від материнського стовбура та мають інші не дуже практичні властивості. Наприклад, у багатьох містах відмовилися від висадки тополь через пух і крихкість стовбура та гілок, ламких від сильного вітру.

До планування озеленення Сум має бути науковий, стратегічний підхід. Зараз, наприклад, всередині кварталу або біля багатоквартирного будинку кожен, хто хоче, може посадити дерево. Зрубати його вже потім неможливо без спеціального дозволу, хоча рослина може нашкодити іншим

чи швидко загинути сама. Тому потрібно планувати зелені насадження в місті за участі фахівців. Озеленені території не повинні накопичуватися в одних і тих же місцях, а мають пронизувати місто наскрізь, створюючи рівномірну й безперервну зелену мережу.

Утримання об'єктів зеленого господарства включає: догляд за деревами та чагарниками, за газонами, квітниками, садовими доріжками, за садовим обладнанням, інвентаризацію зелених насаджень, охорону зелених насаджень від шкідників та хвороб. При заміні старих дерев новими в місті потрібно робити планову заміну ґрунту. На прилеглих до будівельних площадок, на вуличних, бульварних ділянках у землі під деревами відбувається накопичення солей та важких металів. У мікродозах ці речовини можуть відігравати роль мікроелементів, але потім накопичуються у ґрунті, призводячи до слабшання рослин, тому обов'язково під час нових посадок треба замінювати ґрунт на свіжий.

Мікроклімат у старій та новій забудовах буде відрізнятись із-за особливостей планування, перерозподілу повітряних потоків, вологості, запиленості, різних типів та рівня виснаження ґрунтів, що потрібно враховувати при підборі культур. Одним із визначальних шляхів до поліпшення стану озеленення нашого міста по праву визнається збагачення видового складу озеленювальних насаджень новими швидкокорослими, декоративними, витривалими до антропогенних впливів видами та формами рослин.

Якщо говорити про видовий асортимент рослин, і саме на сумських вулицях, то він досить вузький. Звичайно, є багато критеріїв, за якими потрібно підбирати в цілому зелені насадження. Кількість видів, які можна запропонувати для вуличного простору, буде значно меншою, ніж для парків і скверів. В місті відмічається невелика ступінь використання хвойних рослин, які виконують і середовищеутворювальну, і естетичну функцію протягом всього року. Без квітів місто не обійдеться, але однорічні рослини варто замінити різнотрав'ям і багаторічними рослинами, що доречно як з економічного, так і з естетичного погляду. Однорічні рослини дають місту красиве цвітіння протягом 3–4 місяців, але вони є недоречними у ландшафтних парках чи скверах, культура висадки однорічних культур дорога і трудомістка справа. Замість них можна використовувати багаторічні рослини, які квітнуть менше, але якщо вдало підібрати їх суміш, то загальний період цвітіння буде таким самим, як і в однорічних рослин.

Отже, зелені насадження повинні максимально відповідати своєму призначенню у плані виконання середовищеутворювальних функцій, і тільки високопродуктивні та життєздатні насадження можуть належним чином це забезпечити. Завданням охорони та збереження зелених насаджень у місті Суми є їх утримання у здоровому й упорядкованому стані, створення та формування високо декоративних і ефективних в екологічному відношенні, стійких до несприятливих умов навколишнього природного середовища насаджень.

РЕГЕНЕРАЦІЯ ВІДПРОЦЬОВАНИХ МАШИННИХ МАСТИЛ

Гуслева А. О., студентка, СумДУ, м. Суми

У процесі експлуатації масел утворюються продукти окиснення, засмічення та інші домішки, які різко знижують якість масел. Масла, котрі мають забруднюючі домішки, нездатні задовольняти поставлені до них вимогам і повинні бути замінені новими маслами. Вирішити дане питання можливо шляхом регенерації відпрацьованих масел. Відпрацьовані масла збирають та піддають регенерації з метою заощадження значимої сировини, що є економічно цікавим [1].

У нашій країні утилізація та регенерація відпрацьованого мастила передбачена природоохоронним законодавством України. А саме згідно Постанови КМУ від 17 грудня 2012 року № 1221 «Деякі питання збирання, перевезення, зберігання, оброблення (перероблення), утилізації та/або знешкодження відпрацьованих мастил (олив)» [2]. Відповідно до даної постанови всі підприємства та організації, діяльність яких пов'язана з утворенням відпрацьованих масел, на законодавчому рівні зобов'язуються збирати, вести облік, раціонально використовувати і здавати всі відпрацьовані нафтопродукти, що відносяться до однієї з перерахованих вище груп. Кінцевим пунктом призначення відпрацьованих масел є організації та підприємства, що займаються регенерацією і отриманням нафтопродуктів.

Для відновлення відпрацьованих масел застосовуються різноманітні технологічні операції, засновані на фізичних, фізико-хімічних і хімічних процесах і полягають в обробці масла з метою видалення з нього продуктів старіння і забруднення.

Фізичні методи дозволяють видаляти з масел тверді частинки забруднень, мікрокраплі води і частково смолисті і коксообразні речовини, а за допомогою випарювання – легкокиплячі домішки. До фізичних методів належать: відстоювання, фільтрація, відцентроване очищення.

Фізико-хімічні методи знайшли широке застосування, до них відносяться коагуляція, адсорбція і селективне розчинення забруднень, які містяться в маслі, різновидом адсорбційної очистки є іонно-обмінне очищення.

Хімічні методи очищення засновані на взаємодії речовин, що забруднюють відпрацьовані масла, і реагентів, які вводяться в ці масла. До хімічних методів очищення відносяться кислотне і лужне очищення, окислення киснем, гідрогенізація, а також осушення та очищення від забруднень за допомогою оксидів, карбідів і гідридів металів.

Найбільш часто використовуються: сірчаноокислотне очищення, гідро очистка, процеси із застосуванням натрію і його сполук.

Регенерація відпрацьованих масел реалізується за допомогою різноманітних апаратів і установок, дія яких заснована, як правило, на

використанні поєднання методів (фізичних, фізико-хімічних і хімічних), що дає можливість регенерувати відпрацьовані масла різних марок і з різним ступенем зниження показників якості.

Станція масляна мобільна УВР призначена для повного відновлення всіх фізико-хімічних показників електроізоляційних, турбінних, індустріальних, моторних мінеральних масел, а також пічного палива, їх освітлення, видалення кислот, лугів і продуктів старіння.

Повна регенерація масел відбувається завдяки використанню унікальної технології: «регенерації “землею Фуллера”» (Fullers Earth) з подальшою реактивацією сорбенту. При цьому реактивація самого сорбенту можлива до півтисячі раз безпосередньо на установці.]

Необхідно відзначити, що при регенерації масел можливо отримувати базові масла, за якістю ідентичні свіжим, причому вихід масла в залежності від якості сировини становить 80–90 %, таким чином, базові масла можна регенерувати ще принаймні два рази., Але це можливо реалізувати за умови застосування сучасних технологічних процесів.

Однією з проблем, що різко знижує економічну ефективність утилізації відпрацьованих моторних масел, є великі витрати, пов'язані з їх збиранням, зберіганням і транспортуванням до місця переробки.

Організація міні-комплексів по регенерації масел для задоволення потреб невеликих територій (краю, області або міста з населенням 1,0–1,5 млн. осіб) дозволить знизити транспортні витрати, а отримання високоякісних кінцевих продуктів – моторних масел і консистентних мастил, наближає такі міні комплекси по економічній ефективності до виробництв цих продуктів з нафти [2].

У підсумку можна сказати, що машинні мастила при утилізації потребують більш складних технологій утилізації або рециклінгу. Якщо використовувати рециклінг, можна досягти повторного використання мастил, що являється економічною складовою використання перероблення мастил. Якщо використовувати рециклінг і очистку, то необхідно застосовувати і включати новітні технології, які потребують попереднього обчислення і визначення напрямків застосування.

Список літератури

1. Регенерація відпрацьованих олій – технологія виконання [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://globecore.ru/stati/regeneratsiya-transformatornogo-masla/tehnologiya-regeneratsii-otrabotannog.html>.

2. Постанова КМУ «Деякі питання збирання, перевезення, зберігання, оброблення (перероблення), утилізації та/або знешкодження відпрацьованих мастил (олив)» від 17 грудня 2012 року № 1221 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1221-2012-%D0%BF>.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОВОДЖЕННЯ З ОПАЛИМ ЛИСТЯМ

Джафарова В. Р., студентка; Васькіна І. В., асистент, СумДУ, м. Суми

Спалення опалого листя, що з року і рік має місце на приватних ділянках міських жителів породжує низку небезпечних екологічних наслідків. Будь-який органічний матеріал при згорянні утворює вуглекислий газ, водяну пару і незначну кількість оксиду азоту. Проте відбувається це тільки при високій температурі і достатній кількості кисню. Якщо матеріал має навіть незначну вологість, температура знижується. Саме таку ситуацію ми спостерігаємо, коли горить опале листя: тільки верхня частина листяної купи отримує достатньо кисню, тоді як середні шари тліють і димлять, виділяючи токсичні хімічні речовини.

При згорянні однієї тони рослинних залишків у повітря вивільняється біля 9 кг мікрочастинок, до складу яких входять пил, оксиди азоту, чадний газ, важкі метали і низка канцерогенних сполук. Основна складова диму – оксид вуглецю (чадний газ). Його рівень біля тліючої купи листя такий же як на міській вулиці з інтенсивним рухом. У поєднанні з іншими забруднювачами, дія чадного газу значно зростає.

Окрема небезпека неповного згорання рослинної тканини в тому, що її основа – целюлоза – розпадається на фрагменти з коротким вуглецевим ланцюгом або утворює поліциклічні сполуки. Найбільш небезпечно дію мають ароматичні поліциклічні вуглеводи (ПАВ), наприклад, бенз(а)пірени, бензантрацени та інденопірени, які є дуже сильними канцерогенами. Окрім того, з димом у повітря вивільняються діоксини – одні з найбільш небезпечних для людини речовин.

Крім шкідливих викидів у атмосферне повітря спалювання листя призводить до руйнації ґрунтового покриву, адже безпосередньо вигорають рослинні залишки, гинуть ґрунтоутворюючі мікроорганізми. Знищення природної листяної підстилки призводить до збільшення глибини промерзання ґрунту. Натомість поступова деструкція опалого листя створює умови для розвитку ґрунтової мікрофлори і фауни, яка, з одного боку, виконує роботу по переробці листя, з іншого боку, перешкоджає розвитку патогенних для дерев організмів (грибкові, бактерійні захворювання дерев). Отже підстилка опалого листя є невід'ємним компонентом екосистеми і відіграє важливу роль у кругообігу речовин.

Проблема опалого листя в місті є дуже складною і потребує пошуку ефективних та безпечних рішень з його утилізації.

На сьогодні існує кілька підходів до поводження з опалим листям: вермикультивування, створення паливних брикетів, компостування, використання залишків листя в якості природних сорбентів тощо.

Суше листя можна використовувати в якості палива для камінів, твердопаливних котлів, для обігріву дачних будиночків. Головним

недоліком такого паливного брикету є низька теплота згоряння за наявності, як правило, надлишкової вологи.

З опалого листа можна виготовляти композиційний сорбент для очищення різноманітних поверхонь від нафтопродуктів. Такий сорбент має широкий спектр дії, є дешевим і доступним, але його відносно низька поглинальна здатність та значні витрати цінного целюлозного волокна перешкоджають широкому застосуванню даного методу.

Вермикультивування та компостування є біологічними методами утилізації опалого листа і дозволяють перетворити рослинні залишки на багате гумусом добриво – біогумус, яке збагачує ґрунт поживними речовинами. Недоліком способу вермикультивування (розведення дощових черв'яків) є те, що він не розглядає використання в якості субстрату опалого листа дерев міських екосистем, переробка якого на сьогоднішній день є найбільш актуальною.

Компостування – це природний аеробний процес розкладання органічних відходів за допомогою кисню та ґрунтових бактерій. При дотриманні умов компостування через 12–24 місяці можна отримати зрілий продукт (добриво) багатий на мінеральні та органічні речовини. Місце для компостування не потребує складного облаштування, а отже і великих матеріальних витрат на це. Висота і ширина компостної маси не перевищує 100–150 см, а довжина може бути необмежена і залежить від потенційного об'єму сировини, що переробляється.

Метод компостування має низку переваг, серед яких найбільш суттєвими є наступні:

- отримане добриво (біогумус) є джерелом мікроелементів та органічних речовин;
- не потрібно вносити додаткові хімічні добрива;
- внесення такого добрива в ґрунт покращує його аерацію;
- насичений компостом ґрунт добре зберігає вологу;
- компост може виконувати функції мульчі;
- перегній приваблює птахів, які позбавляють рослини від шкідливих комах або слимаків;
- в перегній розмножуються корисні бактерії і грибки, які сприяють розкладанню органічних компонентів;

Компостування опалого листа також має свої недоліки:

- деяке листя, яке має плоску форму наділені властивістю злежування один з одним в щільну масу, що ускладнює процес перегнивання
- компост має схильність до швидкого випаровування вологи, що вимагає періодичного зволоження.

Зазначені недоліки легко виправляються при належному облаштуванні компостної площадки та організацією контролю її використання.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ УРБАНІЗАЦІЇ В УКРАЇНІ ТА ЇХ НАСЛІДКИ

Зайцева К. О., студентка, СумДУ, м. Суми

Процес урбанізації пов'язаний із зростанням значення міст в розвитку країни та суспільства. Він супроводжується переміщенням населення з сільської місцевості до обласних центрів, ростом та розвитком міст та поширенням міського способу життя у масах. Місто надає своїм мешканцям переваги у виборі місця навчання, роботи, медичного обслуговування та розваг. В сучасній Україні урбанізація пов'язана з економічною кризою. В скрутних умовах безробіття молоде працездатне населення від'їжджає до великих міст у пошуках кращого життя. Це сприяє зростанню частки міського населення, особливо центральних районів. На сьогодні саме великі міста та столиця володіють найвищими показниками розвитку соціально-економічної інфраструктури. Вони стають регіональними центрами впровадження прогресивних змін у становленні господарства, але більшість невеликих та малих міст неспроможні втримати існуючу кількість населення через нестачу робочих місць. Як наслідок відбувається зворотній – деурбанізаційний процес.

Через зупинення багатьох підприємств та посилення зайнятості населення у сільськогосподарській діяльності мешканці великих міст відтікають до селищ. Але цей процес також має урбанізаційний характер: поширення міського образу життя стає причиною перетворень місцевості. З'являються несільськогосподарські види діяльності, забудови міського типу та впровадження сучасної інфраструктури міст до невеликих поселень.

Інтенсивне переселення людей до великих міст призводить до низки негативних наслідків для довкілля. Порушується рівноважний розподіл населення по території, що в свою чергу призводить до виснаження природних та енергетичних ресурсів. Викиди підприємств та транспортних засобів забруднюють атмосферу продуктами згорання палива, що стає причиною якісних змін в атмосфері, в тому числі кліматичних. Щільна забудова призводить до виснаження ґрунтів та водних ресурсів, збільшення відходів. Ультразвукове випромінювання електронних пристроїв та швидке поширення інфекцій в умовах густонаселеного району стає причиною підвищеної захворюваності та смертності. Особливої уваги потребує біосферна криза. Інтенсивне вирубування зелених масивів задля забудови місць проживання та знищення тварин-«шкідників» таких як: бродячі собаки, коти, гризуни та птахи, – суттєво змінює природні екосистеми, які дуже складно відновити.

Процеси урбанізації в Україні з кожним роком посилюються і проблеми, що постають у зв'язку з цим стають дедалі гострішими. Це потребує вивчення закономірностей функціонування урбоекосистем та пошуків ефективних заходів щодо поліпшення та контролю стану довкілля у межах міста на основі державних природоохоронних програм.

УТИЛІЗАЦІЯ КОМБІНОВАНИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Зінченко М. О. студент, СумДУ, м. Суми

Зміни, що відбуваються у світовій економіці, впливають майже на кожен аспект бізнесу, промисловості і суспільства. Тенденції, що намічаються у світовій промисловості, змінять і характер суспільства, у якому ми живемо. Усе це істотно позначиться на розвитку пакувальної галузі.

Світовий досвід показує, що тільки 10 % від усієї маси відходів полімерної упаковки можуть бути використані ще раз, бо їхні властивості стають суттєво гіршими. Використана упаковка може мати вторинне застосування або підлягати утилізації. Утилізація – це процес перероблення використаних виробів, упаковки, тари або відходів виробництва продукції, які можуть бути застосовані в по-дальшому технологічному процесі як вторинна сировина, вихідні матеріали або для отримання енергії із застосуванням відповідних технологій

Перероблення полімерів – у цілому дорогий і складний процес. Потрібно відзначити, що для вторинного перероблення використовуються не всі типи полімерів, а лише деякі: поліетилен низької і високої густини; поліетилентерефталат; поліпропілен; полістирол. З деяких видів полімерів можна отримувати високоякісну пластичну масу з тими ж властивостями, інші після перероблення можуть бути використані тільки як будівельні матеріали.

Спалювання відходів у сміттєспалювальних печах не є рентабельним способом утилізації. Під час цього процесу відбувається безповоротна втрата цінної хімічної сировини та забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами димових газів. До прогресивних способів утилізації відходів полімерів відносяться термічний і каталітичний піроліз за температури 500–1 000 °С в безкисневому середовищі або в середовищі з нестачею кисню. Він дає змогу одержувати безсіркові види палива.

У США з використаних пляшок із ПЕТФ отримують дефіцитні мономери – діметилтерефталат і етиленгліколь, які знову використовуються для синтезу ПЕТФ заданої молекулярної маси і структури, необхідної для виробництва пляшок. Способом утилізації вторинної полімерної сировини, який переважає з економічного й екологічного поглядів, є її повторне використання та перероблення в інші вироби.

Світовий досвід визначив оптимальну структуру витрат для вирішення проблеми відходів пакувальної галузі. Необхідно витратити 70 % усіх коштів, щоб населення зрозуміло, відчуло та сприйняло проблему поводження з відходами. 20 % витрат повинні піти на створення в країні зрозумілої для населення і вигідної для комерційних структур комплексної системи поводження з відходами. І тільки 10 % витрат потрібно, щоб вирішити технічні питання переробки відходів упаковки.

ТРАНСКОРДОННЕ ПЕРЕНЕСЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВОДНИМИ ОБ'ЄКТАМИ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Гурець Л. Л., доцент; Капорін Е. В., студент, СумДУ, м. Суми

Моніторинг транскордонного перенесення забруднюючих речовин є важливою складовою в моніторингу водних об'єктів в кожній державі, оскільки в залежності від якості отримуваних вод, що перетинають кордон двох країн в подальшому залежить стан інших водних об'єктів в які річка впадає, окрім цього від своєчасного виявлення забруднень водних ресурсів, також залежить план дій, щодо збереження та забезпечення якості водних об'єктів.

В Україні транскордонний моніторинг вод здійснює Державне агентство водних ресурсів України, суб'єктом здійснення моніторингу вод в Сумській області є Обласне управління водних ресурсів.

Сумським обласним управління водних ресурсів проводяться спостереження за якісним станом прикордонних річок на 5 водних об'єктах: р. Сейм, с. Пески Буринського району, на кордоні з Курською областю Російської Федерації; р. Псел, с. Миропілля Краснопільського району, на кордоні з Курською областю Російської Федерації; р. Клевень, с. Заруцьке Путивльського району, на кордоні з Курською областю Російської Федерації; р. Ворскла, смт. В. Писарівка, на кордоні з Белгородською областю Російської Федерації; р. Ворсклиця, с. Пожня Великописарівського району, на кордоні з Белгородською областю Російської Федерації.

Аналіз якості води проводиться за показниками: концентрація Fe, Mn, SO₄, розчиненого кисню, БСК, ХСК, також відбирались проби на радіологічний контроль на вміст Cs¹³⁷ та Sr⁹⁰.

Аналіз моніторингових даних за період з 2012 по 2017 роки показав, що стан води у прикордонних створах можна охарактеризувати як помірно забруднений. В основному зафіксовані перевищення за показниками Fe, Mn, БСК, ХСК. Головним чином перевищення носять сезонний та кліматичний характер. Забруднення води Fe та Mn пов'язані також з високим вмістом цих речовин у ґрунті, та скидом стічних вод підприємствами гірничодобувної та чорній металургії Курської та Белгородської областей.

Забруднення за показниками БСК і ХСК мають кліматичний характер, про що свідчать зафіксовані перевищення у літній сезон, коли рівень кисню в воді зменшується і спричиняє цвітіння водойми, разом з цим підвищується біологічне споживання кисню. Перевищення в зимовий період пов'язано з накопиченням біомаси у воді річок в осінній період.

Результати аналізів на визначення концентрації Cs¹³⁷ та Sr⁹⁰ у поверхневих водах даних створів свідчать, що їх вміст не перевищує допустимі рівні, встановлені «Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» ДГН 6.6.1.-6.5.001-98.

ВПЛИВ СКЛОБОЮ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Гурець Л. Л., доцент; Котолевець А. С., аспірантка, СумДУ, м. Суми

На сьогоднішній день перед всім розвиненим світом стоїть проблема утилізації побутових відходів. У нашій країні щорічно утворюється близько 11 млн тонн твердих побутових відходів, 5 % з них складає склобій, в основному, у вигляді використаної склотари, повторне використання якої ускладнено відсутністю ефективної системи збору та утилізації.

Якщо розглядати склобій з екологічної точки зору, то зазвичай його негативний вплив на навколишнє середовище вважається незначним і наслідки його складування не викликають побоювань у природоохоронних органів. Таке ставлення є помилковим і веде до цілого ряду проблем. Перш за все, це стосується обсягів накопичення склобою, так як щорічно в Україні в середньому складається приблизно 1,1–1,8 тис. тонн відходів скла. Хімічна безпека скляних відходів в таких кількостях вже не є безперечною. Відомо, що допустима величина вилугування Na_2O зі скла водою в перерахунку на мг з 1 дм^2 коливається в межах 0,71–0,76. Наявних довідникових даних недостатньо для оцінки кількості вимивання Na_2O . Для визначення цих характеристик необхідно проводити експериментальні дослідження через те, що склобій, що надходить на полігони ТПВ має різний фракційний та хімічний склад та кількість Na^+ , що вимивається залежить від ряду факторів: глибини протікання процесу, дисперсності скла, типу скла, кислотності розчину.

За результатами проведеного експерименту Пузанова С. І. виявилось, що кількість NaOH , який вимивається з несортового склобою знаходиться в межах від 5,2 до 20,7 мг на кілограм склобою. Крім розкиду значень, викликаного коливаннями складу і дисперсності, були відзначені сезонні коливання. Так було відзначено, що в літній та осінній період кількість Na^+ , який вимивається в ході експериментів зазвичай зменшується.

У зв'язку з вищевикладеним, питання комплексної переробки склобою та відходів скляної тари актуальне не тільки з точки зору ресурсозбереження, скорочення енерговитрат на виробництво споживчої продукції, але і з точки зору зменшення негативного впливу на навколишнє середовище зберігання склобою та відходів скляної тари на полігонах ТПВ. В останньому випадку для зменшення вимивання іонів натрію з поверхні скла на полігонах складування склобою необхідно попередити потрапляння на них атмосферних опадів, тобто зберігати під навісами. Особливо небезпечними є несанкціоновані звалища, а також пляшки, розкидані у природі в місцях відпочинку людей. Витрати на ліквідацію таких звалищ збільшуються за рахунок необхідності проведення додаткової рекультивациі ґрунтів, а властивості ґрунтів в місцях відпочинку людей, в яких не передбачене регулярне прибирання сміття, в далекій перспективі можуть змінитися на небажані для зростання традиційних видів рослин.

УТИЛІЗАЦІЯ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ

Крикун А. С., студентка, СумДУ, м. Суми

Медичні відходи (МВ) є факторами прямого та опосередкованого ризику забруднення навколишнього середовища, а також виникнення інфекційних та неінфекційних захворювань серед населення. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) відносить МВ до групи небезпечних і рекомендує створення спеціальних служб для їх переробки.

Згідно з розробленими санітарними правилами, МВ необхідно збирати і сортувати на п'ять класів:

1. Клас А. Безпечні відходи (харчові відходи всіх підрозділів ЛПУ, крім інфекційних та фізизіатричних, меблі, будівельне сміття і т. п.).

2. Клас Б. Небезпечні (ризиковані) відходи (потенційно інфіковані відходи, матеріали та інструменти, забруднені виділеннями, у т. ч. кров'ю, органічні операційні та патологоанатомічні відходи тощо).

3. Клас В. Надзвичайно небезпечні відходи (матеріали, що контактують з хворими з особливо небезпечними інфекціями, відходи фізизіатричних та мікологічних лікарень тощо).

4. Клас Г. Відходи, за складом близькі до промислових (прострочені лікарські засоби та дезінфікуючі засоби, відходи від лікарських і діагностичних препаратів, предмети, що містять ртуть, прилади та обладнання, тощо).

5. Клас Д. Радіоактивні відходи (всі види відходів, що містять радіоактивні компоненти).

До відходів ЛПУ, в залежності від їх класу, пред'являються різні вимоги щодо збору, тимчасового зберігання і транспортування. Не допускається змішування відходів різних класів на всіх стадіях збору і зберігання та визначається порядок утилізації відходів. Поводження з відходами класів Г і Д регулюється нормативами для токсичних і радіоактивних відходів. [1]

Медичні відходи – всі види відходів, в тому числі анатомічні, патолого-анатомічні, біохімічні, мікробіологічні та фізіологічні, які утворюються в процесі здійснення медичної діяльності та фармацевтичної діяльності, діяльності з виробництва лікарських засобів і медичних виробів, а також діяльності в галузі використання збудників інфекційних захворювань, генно-інженерно-модифікованих організмів в медичних цілях.

Більша частина (за даними різних авторів від 60 до 85 %) відходів лікувально-профілактичних установ (ЛПУ) не представляють небезпеки і цілком можуть бути віднесені до ТПВ. У той же час істотна частина цих відходів (15 % і більше) представляє серйозну реальну небезпеку як для медичного персоналу, так і для навколишнього середовища, що і вимагає виділення поняття «медичні відходи». Останні не можуть бути віднесені до побутових відходів, так як їх інфікованість перевищує у 1000 і більше разів

інфікованість міських ТПВ. Крім того, вони містять велику кількість токсичних сполук (насамперед цитостатичні препарати, антибіотики та інші лікарські препарати) і радіоактивні речовини.

У країнах СНД проблема збору та знешкодження медичних відходів усе ще не вирішено. Відсутні спеціалізовані служби видалення МВ, а Державні санітарні правила і норми "Правила збору, збереження і видалення відходів лікувально-профілактичних установ" знаходяться на стадії затвердження, тому за видалення лікарняного сміття відповідає той, хто його утворює, тобто лікарняний персонал.

Недосконалість законодавчої бази країн СНД у вирішенні цього питання призводить до цілого ряду грубих порушень. В першу чергу це відсутність дезінфекції перев'язувального матеріалу, одноразових шприців, відходів операційних блоків і лікувально-діагностичних приміщень. У ряду ЛПУ немає спеціального санітарно-гігієнічного обладнання, інвентарю та витратних матеріалів для пакування медичних відходів. У багатьох стаціонарах немає маркованих по групах відходів контейнерів, а також приміщень для їх тимчасового зберігання.

Світовий досвід показує, що вторинна переробка МВ неможлива в принципі. Ризики для людського життя надто високі і ніякі доходи їх не покривають. Сьогодні у всіх цивілізованих країнах небезпечні медичні відходи тільки знищують.

Міжнародним конгресом з управління відходами «WasteTech 2001» розглядалися наступні технології переробки: спалювання (озолення), стерилізація в автоклаві (парова стерилізація), хімічна дезінфекція, піроліз, лазерна обробка, мікрохвильова дезинфекція, плазмова технологія та ін.[4]

Кожен з перерахованих методів має свої недоліки. Так, хімічна дезінфекція призводить до утворення хлорвмісних відходів, піролізні і плазмові технології досить енергозатратні і небезпечні в експлуатації, а установки для стерилізації – малоефективні. Установки для спалювання при 100 % гарантії екологічно безпечного знищення відходів мають відносно високу вартість через наявність складних систем газоочищення.

Список літератури

1. Технологии утилизации медицинских отходов Карп И. Н., Васечко А. А., Алексеенко В. В., Сезоненко А. Б. / Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2011. № 3.
2. «Медичні відходи: рекомендації ВООЗ» Журнал головної медичної сестри № 4. 2015.
3. Отходы учреждений здравоохранения: современное состояние проблемы, пути решения / Под ред. Л.П.Зуевой. СПб, 2003. 43 с.
4. Методы утилизации медицинских отходов. URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=20>.
5. І. В. Сталінська «Проблеми екологічної безпеки утилізації медичних відходів» - Вісн. Одес. держ. екол. унів., 2015, № 19.

ВПЛИВ НАФТОГАЗОВИДОБУТКУ НА СТІЙКІСТЬ ЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ АНДРІЯШІВСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА ТА АНДРІЯШІВСЬКО-ГУДИМІВСЬКОГО ЗАКАЗНИКА)

Аблєєва І. Ю., старший викладач; Кулижко І. О., аспірант, СумДУ, м. Суми

Нафтовидобувна промисловість відіграє значну роль в економічному розвитку України. Нафта була і залишається стратегічною сировиною і одним з найважливіших факторів економічної незалежності будь-якої країни. В умовах інтенсивного розвитку нафтовидобувної промисловості нафта стоїть на перших позиціях і є найбільш ефективним видом палива.

Відповідно до статистичних даних Міністерства енергетики та вугільної промисловості України у січні 2019 року в Україні видобуто нафти з газовим конденсатом на 5,3 тис. тонн (або на 3,1 %) більше, ніж у січні 2018 року, у тому числі підприємствами НАК «Нафтогаз України» збільшено обсяги видобутку на 4,2 тис. тонн (або на 2,6 %). Обсяги видобутого газу у січні 2019 року в Україні збільшились на 42,7 млн куб. м (або на 2,4 %) порівняно з січнем минулого року, у тому числі підприємствами НАК «Нафтогаз України» видобуток газу більше рівня відповідного показника 2018 року на 40,1 млн куб. м (або на 2,9 %).

Натомість, процес видобування нафти залишається найбільш техногенно небезпечним виробництвом та відноситься до видів діяльності, що становлять підвищену екологічну небезпеку. Саму ж територію, де здійснюється масовий нафтогазовидобуток, відносять до категорії екологічно небезпечних внаслідок порушення природної екологічної рівноваги, скорочення її природно-ресурсного потенціалу.

Небезпечний вплив на довкілля виявляється на всіх стадіях освоєння нафтогазових родовищ: розвідка нафтових родовищ, буріння свердловин, налагодження та експлуатація родовищ, транспортування нафти, нафтопереробка і нафтохімія, використання нафтопродуктів, ліквідація свердловин і обладнання по закінченню експлуатації родовищ. При розробці нафтогазових родовищ не лише прилегли населені пункти зазнають значного техногенного впливу, але й усі компоненти довкілля потерпають від його шкідливої дії, а саме: відбувається вплив на надра, ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води. У багатьох випадках виникає зміна ландшафтів і екосистем, спостерігається негативна дія на тварин та, зрештою, на здоров'я людини. Характер та інтенсивність впливу нафтогазової галузі на всі компоненти довкілля залежать від багатьох факторів і визначаються кількістю та токсичністю забруднюючих речовин, які надходять у природне середовище.

У першу чергу, негативного впливу від розробки нафтогазових родовищ зазнає ґрунтова поверхня. Насамперед, значні площі високопродуктивних ґрунтів-чорноземів назавжди виводяться з

сільськогосподарського обороту, забруднення нафтою призводить до значних змін фізико-хімічних властивостей ґрунту. Зокрема, спостерігається зниження водопроникності ґрунтів, різко зростає відношення між вугльцем і азотом, зменшується вміст рухомих форм фосфору та калію, внаслідок чого погіршується водний, повітряний та поживний режими і як наслідок порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст у результаті чого родючий шар землі не поновлюється впродовж тривалого часу, тому що створилися певні умови, що унеможливають життєдіяльність рослин і мікроорганізмів.

Крім того, частина нафтових і газових родовищ Сумської області розташована в межах заплав та перших надзаплавних терас річок, знаходяться близько об'єктів природно-заповідного фонду або займають їх землі.

Научною стала ситуація, що склалася довкола гідрологічного заказника загальнодержавного значення «Андріяшівсько-Гудимівський». На даній території частково знаходиться ліцензійна ділянка газоконденсатного Андріяшівського родовища НГВУ «Полтаванафтогаз» ПАТ «Укрнафта». Завдяки цьому надрокористувач спільно з дослідними установами зобов'язаний проводити спостереження за станом прилеглих екосистем. Деяка частина роботи з природоохоронного, біологічного та гідробіологічного моніторингу лісових, лучних, водних та болотних екосистем розміщена в Звіті з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності НГВУ «Полтаванафтогаз» ПАТ «Укрнафта» на Андріяшівському родовищі. У Звіті зазначено, що за результатами проведених спостережень негативний вплив нафтогазовидобувної інфраструктури на стан лісових, лучних та водних і болотних екосистем не виявлено. Крім того, у ході моніторингових досліджень, у 2018 році вперше на зазначених територіях виявлено локалітети рідкісних видів рослин, занесених до Червоної книги України – баранця звичайного, зелениці сплюснутої та плауна річного, а також регіонального рідкісного виду – верби розмаринової. Також виявлено евгідрофітне угруповання плаваючої рослинності з домінуванням видів водяного жовтецю.

Аналізуючи представлену ситуацію, зрозуміло, що абсурдним є твердження: «Поява рідкісних, і таких, що знаходяться під загрозою зникнення, видів рослин пов'язана з експлуатацією Андріяшівського газоконденсатного родовища, розробка якого здійснюється з 1982 року». Однак, внаслідок обмеженої господарської діяльності, заборони проведення гідромеліоративних робіт, дотриманням режиму охорони об'єкта природно-заповідного фонду, який створений ще у 1977 році на площі 1509 гектар, підвищилась стійкість даної екосистеми, збереглася природна екологічна рівновага, і як результат екосистема почала самовідновлюватися.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ СПОСОБИ РОЗДІЛЕННЯ НАФТОШЛАМІВ

Лук'яненко Є. В., студ.; Аблєєва І. Ю., ст. викл., СумДУ, м. Суми

Відходи нафтопереробки займають чільне місце серед усього спектру промислових відходів, ураховуючи їх кількість та ступінь небезпеки і токсичності для живих організмів. У процесі діяльності підприємств нафтопереробної галузі промисловості утворюються ресурсно-цінні відходи у вигляді нафтошламів. Основними джерелами їх утворення є технологічні процеси видобутку, збору, підготовки, зберігання та переробки нафти тощо. Досить широкого поширення набули фізико-хімічні способи розділення нафтових шламів, застосування яких дозволяє попередньо підготувати окремі фази, що дозволяє більш ефективно проводити їх роздільну утилізацію. Переваги методу: можливість інтенсифікації процесу за порівняно невеликих добавках речовин, що вводяться; добре поєднується з фізичним і біологічним методами. Недоліки: висока вартість реагентів; застосування спеціального дозуючого устаткування, перемішуючих пристроїв; не є самостійним методом поводження з відходами [1].

Екстракційні методи виділення ароматичних вуглеводнів засновані на виборчій розчинності в полярних розчинниках. Ці вуглеводні мають високу щільність, найбільш високу розчинювальну здатність по відношенню до емульгаторів, краще адсорбуються полярними адсорбентами і розчиняються у більшості полярних розчинників [2].

Спосіб переробки нафтошламів шляхом екстракції нафтопродуктів з поверхонь твердофазних частинок розчинником полягає у тому, що сухий чи зволожений нафтошлам змішують з розчинником за температури до 70–80 °С і при інтенсивному перемішуванні промивають його розчинником декілька разів, розчинник із розчину з нафтопродуктами вилучають і циклічно використовують для промивання подальших порцій нафтошламу, а нафтопродукти, що залишилися після вилучення розчинника з відтиснутого розчину, виводять з процесу як і твердофазний очищений залишок [3].

Таким чином, очищення ґрунтів і водних поверхонь від нафтошламу у районах нафтовидобутку і її транспорту фізико-хімічними методами дозволяє одержати окремі фракції, які підлягають безпосередній утилізації.

Список літератури

1. Литвинова Т.А., Віннікова Т.В. Реагентний спосіб знешкодження нафтошламів. Екологія і промисловість Росії. 2009. № 10. С. 40–43.
2. Мазлова Е.А., Меньшикова І.А. Шламові відходи нафтогазових компаній. Захист довкілля в нафтогазовому комплексі. 2010. №1. С. 43–51.
3. Пат. 76956 UA, МПК: B09C 1/00. Спосіб переробки нафтошламів шляхом екстракції / Вознюк В.І., Шаповалова Л.П.

УТИЛІЗАЦІЯ НАФТОВОГО ШЛАМУ У ВІДЦЕНТРОВОМУ ПОЛІ

Луценко С. В. аспірант; Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми

Нафтошлами – це багатокомпонентні стійкі агреговані системи, що складаються з нафтопродуктів, води, глини, ґрунтової породи та піску. Причиною появи такого відходу як нафтошлами є фізико-хімічна взаємодія нафтопродуктів з вологою, повітрям, та механічними домішками, в результаті чого відбувається часткове окислення нафтопродуктів з утворенням смолоподібних сполук. Нафтові шлами здійснюють значний техногенний вплив на навколишнє середовище, тому метою дослідження є розробка та впровадження екологічно безпечної технології поводження з буровими шламами.

Перспективною та економічно доцільною технологією поводження з нафтошлами вбачається їх розділення на фази у відцентровому полі з використанням температурної обробки залишків.

Принципова схема установки розділення нафтового шламу у відцентровому полі представлена на рисунку 1.

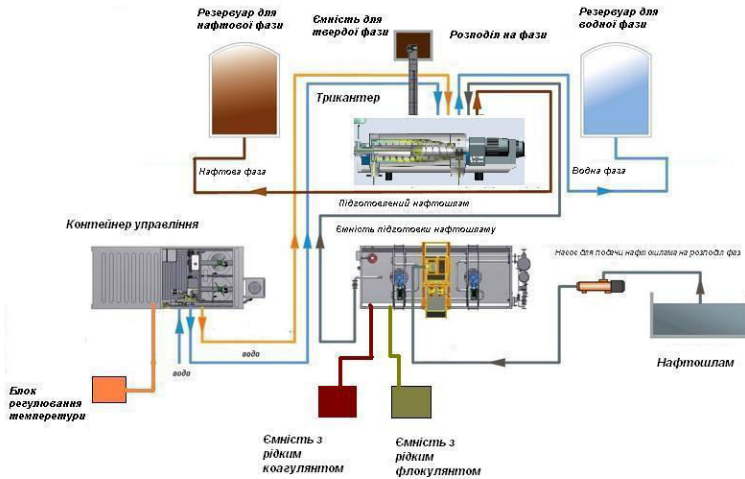


Рисунок 1 – Принципова схема установки розділення нафтового шламу у відцентровому полі

Головний елемент установки – трикантер. За допомогою нього створюється відцентрове поле, що дозволяє розділити багатокомпонентну суспензію на фази.

Трикантер виконує трифазний поділ, тобто одночасне розділення двох незмішуваних рідин з різною щільністю і однієї твердої фази за умови,

що тверда фаза – найважча фаза. Основною відмінністю від декантера та звичайної центрифуги є роздільне вивантаження двох рідких фаз.

Спочатку, за допомогою насоса нафтошлам подається до ємності підготовки нафтошляму. Одночасно в дану ємність подаються розчин коагулянта та флокулянта для інтенсифікації процесу розділення нафтошламів та більш легкого відділення фаз.

Для інтенсифікації процесу розділення нафтошламів та легкого виділення фаз застосовують спеціальні речовина: коагулянти та флокулянти. При реагентній обробці нафтошляму змінюються його властивості: підвищується водовіддача, полегшується виділення нафтопродуктів.

Коагуляція – це процес укрупнення дисперсних часток в наслідок їх взаємодії між собою та об'єднання в агрегати під дією спеціальних реагентів – коагулянтів. Основні коагулянти представлені солями заліза та алюмінію – $Al_2(SO_4)_3$; $Fe_2(SO_4)_3$; $FeSO_4$; $FeCl_3$. Найбільш ефективний коагулянт – $Al_2(SO_4)_3$.

Флокуляція – це процес агрегації зважених частинок при додаванні в розчин високомолекулярних сполук, які називаються флокулянтами. Найбільш ефективний на сьогоднішній день флокулянт – поліакриламід.

На відміну від коагуляції при флокуляції агрегація відбувається не тільки при безпосередньому контакті частинок, але і в результаті взаємодії молекул адсорбованого на частинках флокулянта.

Після підготовки шлам з реагентами подається в трикантер. Також, в трикантер надходить вода. Температура води та розчину нафтошляму регулюється блоком регулювання температури. Для інтенсифікації процесу розділення можливо поступово збільшувати температуру, що в свою чергу вплине на фізичні властивості розчину.

Таким чином, за допомогою трикантерної установки, в якій створюється відцентрове поле, відбувається розділення нафтового шляму на окремі фази, що дозволяє їх роздільну функціональну утилізацію.

Перша фаза – тверда. Це відділені крупні, середні та дрібні залишки нафтошляму, які вивантажуються з трикантера до ємності твердої фази. В ємності проходить додаткове охолодження залишків.

Друга фаза – водна. Це розділена вода, що входила до складу нафтошляму та додаткова, спеціально підготовлена вода для приготування розчину. Ця вода збирається у резервуарі для водної фази. Її можна використовувати для приготування наступної порції розчину.

Третя фаза – нафтова. Це найлегша фаза, яка складається з нафтопродукту що був виділений з нафтошляму. Склад цієї фази напряму залежить від складу нафтового шляму, який знешкоджується. Дана фаза подається в спеціальний резервуар для зберігання. В подальшому її можливо використовувати у нафтопереробній промисловості для одержання палива або як додаток до паливних сумішей.

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ БУРОВИХ ВІДХОДІВ

Луценко С. В. аспірант; Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми

В Україні гостро стоїть питання екологічно безпечної та малозатратної утилізації відходів буріння. Під час розвідувальних робіт та видобутку нафти і газу завжди утворюються бурові відходи. До них відносяться: буровий шлам, відпрацьований буровий розчин, бурові стічні води. Вони представлені як в твердій фазі, так і в рідкій. У процесі буріння, під час заглиблення свердловини, на її забой утворюється вибурена порода, яка підіймається на поверхню разом з циркулюючим буровим розчином (промивальною та охолоджуючою рідиною).

На сьогодні основним методом утилізації відходів буріння в Україні є накопичення їх у бурових амбарах. Бурові (шламові) амбари будують поблизу місця видобутку, на спеціально підготовлених земельних ділянках. Але даний метод утилізації не є ефективним та екологічно безпечним.

Шламові амбари – одні з основних джерел забруднення навколишнього природного середовища у нафтогазовому видобутку. Шламові амбари відносяться до постійних джерел забруднення навколишнього середовища.

Оскільки, внаслідок довготривалого зберігання та накопичення відходів буріння навколишнє середовище зазнає досить потужне техногенне навантаження, більш раціональним та доцільним є мінімізація та переробка відходів буріння.

Водночас, уніфікованого способу переробки бурових шламів не існує. Основні методи переробки шламів поділяють на:

- термічні – температурна обробка, спалювання, з подальшим отриманням бітумінозних залишків;
- фізичні – розділення (сепарація) у відцентровому полі, відстоювання, фільтрування;
- хімічні – екстрагування за допомогою розчинників, затвердіння за допомогою органічних та неорганічних реагентів;
- фізико-хімічні – спеціальна обробка додатковими реагентами, які змінюють фізико-хімічні властивості (коагулянти, флокулянти);
- біологічні – мікробіологічний чи біотермічний розклад за допомогою мікроорганізмів.

Отже, перспективним та відносно малозатратним способом утилізації бурових відходів є їх розподіл на окремі фази у відцентровому полі за допомогою фізичних методів розділення (сепарації). В подальшому, отримані компоненти можливо використовувати в якості сировини та палива. Також їх можливо використати для приготування розчину при тампонажі виснаженої нафтової свердловини.

ОЦІНКА ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА СТАН ПРИДОРОЖНІХ ЕКОСИСТЕМ

Мамець Я. М., студентка; Васькін Р. А., доцент, СумДУ, м. Суми

Фізико-географічне положення України зумовлює транзитну роль нашої держави. Кількість транспорту на автошляхах невідмінно зростає. Автомобіль, поглинаючи такий необхідний для життя кисень, разом з тим інтенсивно забруднює повітряне середовище токсичними компонентами серед яких важкі метали, поліароматичні вуглеводні, сажа, оксиди карбону, нітрогену, сульфур та інші сполуки. Згідно статистичних даних внесок автотранспорту в забруднення навколишнього середовища, складає близько 60%. За кількістю шкідливих викидів від автотранспорту найвищі показники мають м. Київ та Київська область, а також Донецька, Дніпропетровська, Одеська, Харківська області.

Негативному впливу автотранспорту найбільше піддаються придорожні екосистеми. Ці екосистеми можуть бути представлені різними типами: лісові, лучні, а також заплави річок, урбо- та агроекосистеми. Кожен тип екосистем має свої особливості, що зумовлює відмінності у процесах накопичення й трансформації хімічних елементів. З іншого боку, є низка спільних рис, що впливають на дані процеси.

Величина техногенно впливу автотранспорту прямо залежить від кількості викидів, що потрапляють у атмосферу при роботі двигунів. З огляду на це, найбільш істотне значення мають такі фактори як: інтенсивність потоку та швидкісний режим руху, щільність потоку, тип і стан дорожнього покриття.

Переважаючий вплив на викиди в атмосферне повітря здійснюється при нерівномірному русі автотранспорту: часті зупинки, гальмування і набирання швидкості значно збільшують забруднення повітряного басейну. Найбільша кількість забруднюючих речовин викидається при розгоні автомобіля, особливо при швидкому, а також при русі з малою швидкістю (40–50 км/год).

Дані фактори були враховані при розробці математичної моделі поширення викидів від автотранспорту у придорожні екосистеми, що дозволило визначити середні концентрації газоподібних домішок та важких частинок, урахувавши дифузійні процеси в приземному шарі повітря. На основі отриманих аналітичних залежностей було здійснено візуалізацію потоків забруднюючих речовин від автотранспорту і отримано поля концентрацій відповідних шкідливих речовин у придорожній зоні. Експериментальні дослідження підтвердили, що найбільша кількість забруднюючих речовин осідає в межах 30 м від полоси автодороги.

Отримані результати є важливими при аналізі техногенного впливу автотранспорту на придорожні екосистеми вздовж доріг міждержавного та національного значення та здійсненні їх моніторингу.

НЕБЕЗПЕКА ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

М'якаєва Г. М., асистент; Тарасенко Є. А., студентка, СумДУ, м. Суми

Природні пожежі є наймогутнішим чинником забруднення навколишнього середовища. Екологічні наслідки від природних пожеж полягають в першу чергу в забрудненні атмосферного повітря чадним газом і продуктами горіння горючих матеріалів, вигоранні кисню. Значний внесок у планетарні зміни довкілля – потепління клімату, зменшення озонового шару, кислотні дощі, хімічне та радіоактивне забруднення атмосфери, води і ґрунту також вносять процеси горіння рослин.

З природними пожежами у повітря потрапляють частинки сажі, тобто вуглець і продукти неповного згоряння деревини. У результаті згоряння органічних матеріалів при пожежах у екогеосистемах в атмосферу виділяється оксидів вуглецю та сажі від 15 до 45 Мт/рік.

Проби повітря над осередком пожежі показують, що частина виділених газів швидко вступає в фотохімічні реакції. Про це свідчить підвищення концентрації озону в 3 рази в порівнянні з фоновими на висоті 2,7 км і на відстані більше 50 км від осередку пожежі. Час життя в атмосфері більшості з'єднань через високу реакційну здатність невеликий.

У широкому діапазоні представлені мікроелементи, причому масштаби викиду в атмосферу деяких важких металів, таких як плумбум, гідраргірум, кадмій, арсен нерідко перевищують граничнодопустимі концентрації.

Задимлення повітря призводить до погіршення мікроклімату, збільшення числа туманних днів, зменшення прозорості атмосфери і зумовленого ними зниження видимості, освітленості, ультрафіолетової радіації. Забруднюючі атмосферу речовини розподіляються нерівномірно, і в деяких місцях їх концентрація є неприпустимо високою. І навіть вельми малі концентрації деяких речовин є небезпечними.

При дослідженні впливу димових викидів від природних пожеж встановлено, що з кожним подвоєнням ступеня забруднення атмосферного повітря його неспецифічний вплив виявляється приростом загальної захворюваності населення на 20 %, органів дихання – на 25 %, раком легень – на 5 %.

Щоб уникнути наслідків, здійснюють моніторинг лісових пожеж. Способи різні: є перевірені часом візуальні огляди, також практикують спостереження за допомогою супутників і сучасної техніки. Ефективно використовувати способи моніторингу лісових пожеж у комплексі. У багатьох країнах діють профільні служби та установи зі збирання, аналізу і структурування даних для подальшого узагальнення. На основі отриманих даних аналізують причини займань, швидкість їх поширення. Це необхідно для запобігання повторних лісових пожеж, складання прогнозів, організації ефективного гасіння.

ПРОБЛЕМИ ВПЛИВУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Буцук І. В., студентка; Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми

На сьогоднішній день в Україні гостро стоїть проблема впливу транспортної інфраструктури населених пунктів на стан навколишнього середовища. Чисельність автотранспорту на вулицях населених пунктів постійно зростає. Автомобільний транспорт є джерелом прямого та непрямого негативного впливу на умови проживання населення: нерациональне використання природних ресурсів, забруднення повітря, водних об'єктів та ґрунтів, транспортний шум тощо. Один автомобіль під час пробігу в 15 тис. км за рік у середньому спалює 2 т палива і близько 26 – 30 т повітря у тому числі 4,5 т кисню, що в 50 разів перевищує річні потреби людини у кисні.

Забруднення атмосферного повітря автотранспортом відбувається за рахунок надходження забруднюючих речовин разом з відпрацьованими газами. На частку автотранспорту припадає близько 60 % від загального обсягу забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря, та включають понад 200 різних сполук, у тому числі: оксиди вуглецю, свинцю, азоту, формальдегіди, зокрема домішки ароматичних вуглеводів, бенз(а)пірен, неметанові леткі органічні сполуки, канцерогени, у тому числі й поверхнево активні речовини, серед яких присутні мутагени.

Однією із основних причин підвищеного рівня забрудненості атмосферного повітря від автотранспорту залишається нерациональна організація транспортної мережі в населених пунктах України. В свою чергу ефективними заходами з підвищення рівня екологічної безпеки громадського транспорту, залишаються:

I. Підвищення екологічності транспортних засобів:

- використання екологічно чистіших видів палива;
- введення незалежного контролю за технічним станом транспорту;
- пріоритет електричним видам транспорту.

II. Розвиток альтернативної міської інфраструктури:

- розвиток велосипедної інфраструктури;
- створення зон, вільних від автомобільного транспорту;
- створення зелених екранів міста;
- проведення аналізу стану міського громадського транспорту.

III. Підвищення привабливості громадського транспорту:

- оптимізація режимів роботи громадського транспорту.

Вирішення екологічних проблем в транспортному секторі країни, залишається актуальною задачею, вирішення якої дозволить суттєво знизити рівень техногенного навантаження на навколишнє середовище та умови проживання населення в населених пунктах України.

КОМПОСТУВАННЯ ЯК МЕТОД УТИЛІЗАЦІЇ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ

Новомирська В. О., студентка, СумДУ, м. Суми

Восени в нашій країні прийнято спалювати опале листя, навесні – торішню траву. У пік осіннього спалювання листя, повітря у великих містах стає важким і гірким, що призводить до збільшення випадків захворювань дихальних шляхів. Одним із ефективних методів утилізації зелених насаджень є компостування.

Компостування – метод виробництва добрив із різних органічних відходів, для отримання екологічно чистої продукції та покращення ґрунту.

Більшість людей сприймає компостування як одну із технологій органічного удобрення. Насправді компостування буває різним, залежно від методу переробки якість компосту відрізнятиметься. Важливо отримати максимально якісний компост: він має землистий колір, добре кришиться, відсутній гнилісний запах, рослинні рештки повинні бути повністю розкладені, відсутнє насіння бур'янів, вологість від 40 до 60 %.

Основні групи організмів, які беруть участь у компостуванні: мікрофлора – бактерії, гриби, дріжджі, водорості; мікрофауна – найпростіші; макрофлора – вищі гриби; макрофауни – багатоніжки, кліщі, хробаки і т.п.

Технологія компостування – це цілий завод, який потребує затрат. Потрібен обладнаний майданчик, який буде включати не лише зону компостування, а й зону зберігання готового продукту. Розташування та обладнання такого майданчика обов'язково треба погоджувати з екологічними службами. Потрібне обладнання: навантажувачі, аератори, змішувачі тощо. Це все витрати, і витрати на початкових етапах чималі.

Основні переваги компостування – це можливість отримувати високоефективні органічні добрива, покращення властивостей ґрунтів, отримання стабільних урожаїв. Окрім того, це можливість «розвантажити» роботу комунальних служб великих міст, адже до 30 % усіх відходів міста (листя, трава, гілки з дерев) можна компостувати. Це вигідно та ефективно, проте до технології компостування сьогодні вдається дуже малий відсоток від загальної кількості вітчизняних сільгоспвиробників. Між іншим, у США та європейських країнах компостування застосовується досить широко.

Основними перешкодами для використання цієї технології у вітчизняному аграрному виробництві – це відсутність скоординованих дій державних екологічних служб. За спалювання соломи на полях та сухої трави на луках сьогодні не передбачено серйозних покарань, а тому безвідповідальність деяких виробників залишається практично безкарною. Відсутня практика створення якісної органічної сировини.

Отже, переробка органічних відходів дозволяє вирішити ряд екологічних проблем, таких як забруднення ґрунтів нітратами, бактеріальне забруднення та інші.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ

Пляцук Л. Д., професор; М'якаєв О. В. аспірант, СумДУ, м. Суми

Найбільш доцільним рішенням екологічних та економічних проблем, пов'язаних із золошлаковими відходами, є їх подальше використання. Досвід утилізації ЗШВ ТЕС в країнах Євросоюзу та США підтверджує високу ефективність їх використання в економічному та екологічному відношенні.

Золошлакові відходи є цінною вторинною мінеральною сировиною. Зола і шлак мають гідралічну активність і можуть використовуватися:

- для виробництва в'язучих, наприклад, вапняно-золяного цементу, що отримують спільним помелом золи й вапна.

- для виробництва цементу в якості добавки до сировини при виробництві портландцементу. Введення золи в цемент знижує його міцність у початкові терміни твердіння, а при тривалих термінах твердіння міцність цементу із золою стає вищою;

- для виробництва легких пористих заповнювачів, наприклад, аглопориту, керамзиту отримують спученням і спіканням в печах гранул, що формують із суміші глини, яка спучується і золи;

- для виробництва щебеню ;

- для виробництва легких бетонів. Дрібний заповнювач у бетонах може бути замінений золою. Як крупний заповнювач також застосовують щебін з паливних шлаків, аглопорит або керамзит на основі золи;

- для виробництва силікатної цегли, замість вапна і піску, при цьому витрата вапна знижується на 10–50 %, піску на 20–30 %. Така цегла має нижчу густину, ніж звичайна;

- для виробництва керамічних виробів на основі глинистих матеріалів як пісна і вигораюча добавки;

- як сировина для виробництва зольної кераміки. Зольна кераміка характеризується високою кислотостійкістю, низьким стиранням, високою хімічною і термічною стійкістю;

- для виробництва шлакової пемзи і вати;

- як засипку при спорудженні основи доріг, для приготування асфальтобетону та інших матеріалів у дорожньому будівництві;

- як наповнювач для виробництва мастик рулонних покрівельних матеріалів;

- на золівідвалах золошлакові відходи використовують для спорудження вторинних дамб.

Утилізація золи і шлаків вимагає вирішення цілого комплексу питань – від розробки технічних умов їх застосування, технологічних ліній з їх переробки, транспортних і навантажувально-розвантажувальних засобів – до перебудови психології господарників відносно використання вторинних мінеральних ресурсів.

УТИЛІЗАЦІЯ ШЛАКІВ ТА ЗОЛИ ПІДПРИЄМСТВ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Потапова Є. О., студентка, СумДУ, м. Суми

Золошлакові відходи утворюються при спалюванні твердого палива в топках теплових електростанцій при температурі в топковій камері 1200–1700 °С. Вихід золошлакових відходів залежить від виду палива і складає в бурих вугіллях 10–15 %, у кам'яних 3–40 %, у пальних сланцях 50–80 %, мазуті 0,15–0,20 %. Паливо спалюють у вигляді дрібних шматків чи у пилоподібному стані, відходи утворюються відповідно у вигляді шлаку чи золи. Золю уловлюють за допомогою води в спеціальних бункерах і видаляють у вигляді пульпи гідротранспортом у золовідвали. Шлаки гранулюють шляхом швидкого охолодження водою і видаляють у відвали сухим чи гідравлічним способом. Зола являє собою тонкодисперсний матеріал і складається з часток крупністю 0,1–0,005 мм. Крупність часток шлаку 20–30 мм. Хімічний склад золошлакових відходів залежить від мінеральної складової палива і коливається в залежності від родовищ вугілля [1].

Одним з найбільш перспективних напрямків утилізації золошлакових відходів є виробництво з них пористих заповнювачів для легких бетонів. Дрібний заповнювач може бути замінений золою. Як великі заповнювачі застосовують щебінь з паливних шлаків, аглопорит на основі золи, зольний випалювальний і безвипалювальний гравій і глинозольний керамзит. Паливну золу і шлак застосовують в якості добавок у виробництві керамічних виробів на основі глинистих матеріалів, а також як основну сировину для виготовлення зольної кераміки. Так, на звичайному устаткуванні цегельних заводів може бути виготовлена зольна цегла з маси, що складається з золи, шлаку, натрієвого рідкого скла в кількості 3 % по обсягу. Зольна кераміка характеризується високою кислотостійкістю, низькою стиранністю, високою хімічною і термічною стійкістю. З паливних золошлаків одержують плавлені матеріали: жужільну пемзу і вату [2].

Розроблено технологію виробництва високотемпературної мінеральної вати методом плавки в електродуговій печі. Цей матеріал використовується для ізоляції поверхонь з температурою до 900–1000 °С. Також можливе одержання скла, архітектурно-будівельних виробів і лицювальних плиток. Одним з основних споживачів золошлакових відходів є дорожнє будівництво, де їх використовують як засипання при улаштуванні основ, для приготування асфальтобетонного покриття. Золю використовують також у якості заповнювачів для виробництва мастик рулонних матеріалів для кровлі будинків [3].

Незважаючи на очевидні вигоди і перспективи широкого застосування золошлакових відходів, обсяг їхнього використання в нашій країні не перевищує 10 %. Утилізація зол і шлаків вимагає вирішення цілого

комплексу питань – від розробки технічних умов на їхнє застосування, технологічних ліній по їх переробці, транспортних і вантажно-розвантажувальних засобів, до перебудови психології господарників у відношенні вторинних мінеральних ресурсів.

Шлаки, які використовують для виробництва щебеню, повинні бути стійкі проти розпаду. При повільному охолодженні шлаків поряд з утворенням мінералів можуть відбуватися поліморфні перетворення, що приведе до розпаду і мимовільного перетворення шматків шлаку в порошок. Для запобігання розпаду паливні шлаки рекомендується застосовувати після тривалого (3-6 місяців) вилежування у відвалах, у результаті чого в них гаситься вільний оксид кальцію, частково вилугуюються солі й окислюються паливні залишки. Паливні шлаки і зола є сировиною для виробництва штучного пористого заповнювача – аглопориту. При звичайній технології його одержують у вигляді щебеню. Розроблені також технології виробництва аглопоритового гравію з золи, глинозольного керамзиту і зольного гравію. Глинозольний керамзит одержують спучуванням і спіканням у печах гранул, сформованих із суміші глини і золи. [4]

Зола і шлак є крупнотонажними відходами. Так, наприклад, теплова електростанція потужністю 1 млн кВт за добу спалює близько 10000 т вугілля, при цьому утворюється близько 1000 т золи і шлаку. Золошлакові відвали займають тисячі гектарів земель, придатних для використання в 54 сільському господарстві. Ними забруднюються ґрунти, поверхневі, підземні води й особливо повітряний басейн. Золошлакові відходи є коштовною вторинною мінеральною сировиною. Зола і шлак мають гідравлічну активність і можуть використовуватися для виробництва безклінкерних в'язучих, як сировинні компоненти для одержання цементного клінкера і як добавки до цементів. Склад вапняно-зольних цементів залежить від вмісту в золі активного оксиду кальцію, оптимальна кількість вапна в цьому цементі складає 10–40 %. Золи і шлаки використовують як добавки при виробництві портландцементу. Присутність у складі золи незгорілого палива приводить до зниження його витрати при виробництві цементу. У портландцемент додають до 15 % золошлаку, у пуцолановий – до 25–40 %. Введення золи в цемент знижує його міцність у початковий термін твердіння, а при тривалих термінах твердіння міцність цементів із золою стає більш високою.

Список літератури

1. Дворкин Л. И., Пашков А. И. Строительные материалы из отходов промышленности. – К.: Вища школа, 1989. – 208 с.
2. Твердые отходы. Возникновение, сбор, обработка и удаление /Ч. Мантелл. – М.: Стройиздат, 1979. –519 с.
3. Афанасьев. Н. Ф., Целуйко М. К. Добавки в бетоны и растворы. – Киев: Будивельник, 1989. – 128 с.
4. Мелешкин М. Т., Степанов В. Н. Промышленные отходы и окружающая среда. – К.: Наукова думка, 1980. – 179 с.

ВИКОРИСТАННЯ ШЛАКІВ ТА ЗОЛИ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Руденко В. В., студентка, СумДУ, м. Суми

Діяльність теплоелектростанцій пов'язана з утворенням великої кількості відходів різних класів небезпеки, значну частину яких складають золошлакові відходи (ЗШВ). Вони є джерелом забруднення навколишнього середовища, представляють небезпеку для здоров'я населення і загрозу рослинному та тваринному світу прилеглих територій. Одним з можливих шляхів вирішення даної проблеми є утилізація відходів, шляхом їх використання, як сировини, у будівельній промисловості.

Метою роботи є ознайомлення з технологією утилізації твердих відходів паливно-енергетичного комплексу, їх використання при виробництві будівельних матеріалів, на прикладі виробництва аглопориту.

У ході проведеного дослідження виявлено, що одним з перспективних напрямків утилізації золошлакових відходів є виробництво з них пористих заповнювачів для легких бетонів. Використання даної технології дає змогу отримати пористі заповнювачі різних видів: аглопорит, керамзит, порпорит та ін. Окрім того, це дозволяє зменшити застосування глинистої речовини та скоротити витрати палива на технологічні процеси, порівнюючи з традиційною технологією виробництва.

Схема технологічного процесу виробництва аглопориту складається з підготовчих, основних і заключних операцій. Підготовчі операції включають акумуляування, дозування відходів, їх дроблення, змішування з домішками вугілля, глинистої породи, провалу, грануляцію суміші.

Основні операції передбачають процес випалу гранул в агломераційній машині й очистку запиленних горючих газів, під дією вакууму, що створюється димососами. Запалювання вихідного матеріалу на початковій частині агломераційної стрічки здійснюється за допомогою горна, у якому використовується рідке або газоподібне паливо.

Заключними операціями є охолодження аглопориту, класифікація частинок за крупністю 20 або 40 мм, дроблення більш крупних грудок і класифікація на сорти. Охолодження аглопориту здійснюється безпосередньо на останній частині агломераційної стрічки зрошенням водою або у спеціальному охолоджуючому пристрої.

Застосування даної технології виробництва аглопориту з твердих відходів паливно-енергетичного комплексу дасть змогу, зменшити обсяги полігонів для захоронення ЗШВ, знизити використання основних в'язучих та палива для технологічних потреб при виробництві будівельних матеріалів.

Таким чином, у ході роботи досліджено технологію виробництва аглопориту із застосуванням ЗШВ, та визначено переваги використання відходів як сировини в будівельній промисловості.

РОЛЬ БІОІНФОРМАЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ У СТВОРЕННІ КОНСОРЦІУМІВ НАФТОДЕСТРУКТИВНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Сінко І. О., студентка; Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми

Під час проведення теоретичних досліджень щодо створення бактеріальних нафтодеструктивних консорціумів досить ефективним методологічним підходом є застосування біоінформаційних баз даних (ББД). Ці платформи містять набір інформації про певні види організмів, їх морфологію, фізіологію та необхідні для розвитку умови навколишнього середовища, що дозволяє здійснити ідентифікацію мікроорганізмів та визначити їх придатність для досягнення поставленої мети. Найбільш популярними ББД є такі:

1. KEGG PATHWAY Database – довідкова база даних, що містить схеми молекулярних взаємодій, реакцій і відносин; колекція ручних карт, що представляють знання про молекулярну взаємодію, реакцію та мережу зв'язків [1].

2. BacDive Metadatabase являє собою набір інформації, пов'язаної з організмом, що охоплює різні аспекти біорізноманіття бактерій і архей. База даних містить відомості про таксономію, морфологію, фізіологію, вибірку та умови навколишнього середовища, а також молекулярну біологію [2].

3. EzBioCloud Database – платформа для мікробіології та дослідження інфекційних захворювань. В ній надано всебічні ресурси для ідентифікації бактерій, геноміки та мікробіоми [3].

Оскільки нафта є багатоконпонентною сумішшю, не існує стандартної комбінації організмів для вирішення проблеми нафтозабруднень. Шляхом моделювання можливо визначити склад біопрепарату, в якому різні мікроорганізми, що мають специфічні ферментативні системи, можуть забезпечити поетапне окиснення нафти та нафтопродуктів до води та вуглекислого газу. Результати, одержані в результаті роботи з ББД, слугують підґрунтям для подальшої наукової діяльності з метою перевірки гіпотез.

Використання ББД у науково-дослідницькій сфері з питань охорони навколишнього середовища є доволі перспективним методом теоретичного вирішення проблем забруднення довкілля, який у майбутньому може бути реалізований в практичних умовах з отриманням реальних результатів.

Список літератури

1. KEGG PATHWAY Database : веб-сайт. URL: <https://www.genome.jp/kegg/pathway.html> (дата звернення: 7.03.2019).
2. The Bacterial Diversity Metadatabase : веб-сайт. URL: <https://bacdive.dsmz.de> (дата звернення: 27.02.2019).
3. EzBioCloud Database : веб-сайт. URL: <https://www.ezbiocloud.net> (дата звернення: 7.03.2019).

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «НДІ «ЕЛАСТИК»

*Тимошенко В. Б., експерт з питань екології;
Швалюк О. П., головний інженер; Жуковська Н. В., заст. директора,
ДП «НДІ «Еластик», м. Київ*

Екологічний стан України потребує вирішення еколого-гігієнічних проблем вітчизняних підприємств, проведення ефективної політики у сфері забезпечення екологічної безпеки на навколишнє виробниче середовище.

ДП «НДІ «Еластик» є підприємством хімічної промисловості, що займається розробленням та виготовленням гумових сумішей, формових та неформових виробів, герметиків, клеїв, тощо. Основними загрозами забруднень навколишнього середовища під час виготовлення гум є пил інгредієнтів та токсичні речовини, що виділяються в атмосферне повітря з еластомерних композицій та виробів з них.

Гума та гумові вироби являють собою складні хімічні сполуки, до складу яких входить до десяти та більше інгредієнтів: каучуки натуральні та синтетичні, наповнювачі, пластифікатори, вулканізуювальні агенти та інші.

Вчені, що займаються дослідженням дії цих речовин на організм людини, доводять наступне: каучуки, крейда, каолін, титанові білила та аеросил мають шкірно-подразливу дію (спостерігається почервоніння і лущення шкіри). В процесі виробництва і в результаті термообробки за температури 150–180 °С відбувається хімічна взаємодія усіх складових компонентів гумової суміші з виділенням летких речовин: діоксиду сірки, окислу вуглецю, формальдегіду, оксидів азоту, сірководню. Згадані леткі сполуки мають кумулятивну дію, яка проявляється поразкою центральної нервової системи, подразненням епітелію бронхів і легеневих альвеол, а також ураженням нирок і печінки.

У відповідь на нові виклики сучасності в напрямку покращення здоров'я людини, безпеки праці і екологічної відповідальності на ДП «НДІ «Еластик» впровадженні заходи, спрямовані на ефективне використання ресурсозберігаючих технологій. З метою захисту навколишнього природного середовища та зменшення відходів виробництва впроваджено технологію перероблених гумових відходів в крихту. Для очищення газовиділень від токсичних домішок на виробничій дільниці інституту встановлені спеціальні пилоловлюючі фільтри, працює припливно-втяжна вентиляція. Охолодження технологічного устаткування проводиться за допомогою замкнутої водообігової системи.

Всі ці заходи сприяють зменшенню негативного впливу токсичних речовин на навколишнє природне середовище і приводять до покращення стану довкілля.

УТИЛІЗАЦІЯ ТА ВТОРИННА ПЕРЕРОБКА ТЕРМОПЛАСТІВ

Тихенко Т. К., студентка; Трунова І. О., доцент, СумДУ, м. Суми

Процес поводження з відходами супроводжує людині з незапам'ятних часів, а в сучасних умовах виникає необхідність управління відходами. Це обумовлено насамперед колосальними об'ємами виникаючих відходів, а також тим, що межі між поняттями «сировина» – «відходи» – «вторинні ресурси» дуже умовні.

Ці границі залежать від техніко-економічних завдань виробництва, економічної доцільності й технологічній можливості комплексної переробки й використання вихідної природної сировини.

В даний час існує багато способів утилізації полімерних матеріалів – відходів сфери виробництва і сфери споживання. Для їхньої класифікації виділено кілька основних напрямків:

- захоронення полімерних відходів;
- спалювання полімерних відходів;
- рециклінг (вторинна переробка);
- використання полімерів, що самі розкладаються.

При вживанні словосполучення «Захоронення полімерних відходів» відразу ж стає зрозуміло, що дана операція одержить мінімальну оцінку з погляду екології.

Пластмаси у вигляді відходів природним шляхом розкладаються дуже повільно або взагалі не розкладаються. З другого боку захоронення пластмасових відходів на полігонах вкупі з побутовими відходами викликає острах забруднення підземних вод фільтратом.

Нестача нових місць для розміщення відходів, а також їх зростаючий обсяг змусили повернутися до практики спалювання відходів. Наприклад, у США широкого розповсюдження набула технологія використання полімерних відходів як палива для електростанцій. Сміттєспалювальні печі експлуатуються також у Німеччині, Данії, Швеції, Чехії. Основні вади спалювання полімерних відходів, що містять хлор – утворення і викиди в атмосферу високотоксичних діоксанів і фуранів, втрати цінної сировини а також не повне позбавлення від відходів – десята частина від маси відходів залишається у вигляді шлаку та золи.

Найбільш перспективним і ефективним напрямом утилізації полімерних відходів на сьогодні є рециклінг.

Отримана регенована пластмаса може піти як більш дешева сировина на формування нового виробу, виготовлення необхідних рецептур компаундів – наповнених, армованих, вогнестійких, заснованих на вторинних пластиках, а також як домішка до первинної сировини при виробництві нових виробів.

Однак для одержання якісних виробів знання характеристик використовуваної вторинної сировини є обов'язковим.

СТАН ТА ШЛЯХИ ПЕРЕХОДУ УКРАЇНИ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОГО РЕГУЛЮВАННЯ СКИДАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

*Уberman В. І., провідний науковий співробітник УКРНДІЕП, м. Харків;
Васьковець Л. А., професор НТУ «ХПІ», м. Харків*

На даний час в Україні продовжує діяти система регулювання скидання (СРС) забруднюючих речовин (ЗР) із зворотною водою підприємств у водні об'єкти, яка давно застаріла і зберіглася майже незмінною з періоду становлення водного законодавства (1996–1999 рр.). Основні принципи цієї системи закладено у 1978–1991 рр. роботами колишнього ВНДІВО (зараз УКРНДІЕП), м. Харків. Негативною особливістю СРС є невідповідність її основних елементів і механізмів сучасному водному законодавству України: відсутня база цільових нормативів, є протиріччя між законодавчими, підзаконними актами та ін. У той же час, державою визначено курс на апроксимацію українського водного законодавства до законодавства ЄС, зокрема, до вимог Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС (ВРД ЄС). У роботі розглядаються запропоновані авторами принципи переходу регулювання скидання ЗР (РСЗР), що існують у структурі українського водокористування, до вимог європейського еколого-правового інституту якості вод та її регулювання (ЕПКВР). Більш конкретно, мова йде про підінститут нормативного регулювання надходження ЗР (ПНРНЗВ) у водні об'єкти внаслідок водокористування, тобто із зворотною водою.

Головною інструментальною ланкою українського ПНРНЗР слугують нормативи гранично допустимого скидання (ГДС) ЗР, що наразі встановлюються для кожного випуску зворотної води. Основним законодавчим актом України у цій галузі є Водний кодекс України (ВКУ), в якому сформульовано визначення та цільові вимоги до ГДС. Еколого-правовий аналіз українських підзаконних актів, пов'язаних з ГДС, свідчить про їх невідповідність вимогам ВКУ і вітчизняним інженерно-технічним принципам очищення та відведення зворотних вод. У нормативно-правових актах українського водного законодавства щодо ГДС також виявлено помилки та недоліки, які вимагають невідкладного усунення.

У той же час в Україні відбувається перехід до інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом, передбаченим ВРД ЄС. При цьому у 2017 році сталися порушення базових вимог ВРД ЄС до розробки нормативів ГДС, зокрема, в частині переліку ЗВ, скидання яких нормується. У ВКУ та у відповідному підзаконному акті повністю ігнорується передбачена екологічним законодавством ЄС категоризація ЗР за їх властивостями та джерелами походження, яка передбачена у механізмі поводження з ЗР: диференціація ЗР на пріоритетні, небезпечні, специфічні та інші. Ця відмінність має принциповий характер і віддаляє український ПНРНЗР та ЕПІЯВР від європейських вимог і механізмів регулювання.

Більшість проблем і невідповідностей українського РСЗР вимогам європейського ЕПІЯВР пов'язана з розподілом останнього, як мінімум, по десяти основних актах природоохоронної частини *acquis communautaire* та по кількох керівних документах ЄС. Всупереч такій системній єдності сучасна українська апроксимація здійснюється точково або фрагментарно (до окремих директив ЄС) і не враховує інституційної єдності елементів РСЗВ в рамках ЕПІЯВР. Авторами запропоновано принципи наближення, що включають усі його основні етапи, передбачають конкретизацію змісту, визначення обсягу, послідовності завдань і вимог щодо приведення водного законодавства України у відповідність до законодавства ЄС у частині РСЗР. Визначено, що першочергове зближення має відбуватися до Директиви 2008/105/ЄС «про стандарти екологічної якості у сфері водної політики» і до Директиви 2010/75/ЄС «про промислові викиди (про комплексне запобігання забрудненню та контроль над ним)».

У законодавстві України передбачено, що розроблення нормативів ГДС ЗР для окремих скидів виконується за спеціальним методичним забезпеченням (МЗ), яке, у свою чергу, потребує розроблення. МЗ належить до складної наукоємної продукції, що розробляється у спеціальних НДР. Запропоновано, щоб головні інженерно-технічні вимоги до МЗ для кожного етапу апроксимації викладалися в окремих (поетапних) технічних завданнях на створення МЗ. Відповідне МЗ має розроблятися окремо для кожного етапу апроксимації на замовлення галузевого органу державного управління відповідно до зазначених технічних завдань. У даний час можна виділити чотири таких основних етапи, перший з яких передбачає усунення більшості недоліків існуючого українського ПНРНЗР. Другий і третій етапи пов'язані відповідно з частковою та повною імплементацією Директиви 2008/105/ЄС. Четвертий етап передбачає врахування вимог Директиви 2010/75/ЄС. Змістом завдань для кожного етапу є чітке визначення зовнішніх (вхід – вихід) і процедурних вимог до МЗ: характер використання МЗ, вихідні дані для визначення ГДС і вид результатів визначення, розрахункові умови щодо водних об'єктів, водокористування та установок скидання ЗР. Процедурні вимоги регламентують обчислювальні й алгоритмічні особливості МЗ: прямий розрахунок, чисельне моделювання різних сценаріїв поширення ЗР тощо. Розроблено відповідні вимоги до МЗ на основних етапах апроксимації. Головною особливістю таких етапів є забезпечення переходу від сучасного українського нормативного регламентування скидів ЗР за допомогою ГДС до реалізації вимог ВРД ЄС щодо найкращих доступних технологій очищення та Директиви 2008/105/ЄС про визначення ГДС за характеристиками зон змішування зворотної води з водою водних об'єктів.

У роботі запропоновано інженерно-екологічні та еколого-правові інструменти поетапного переходу української охорони вод до європейської системи регулювання скидання ЗР, що в кінцевому етапі дозволить здійснити апроксимацію як до основних директив водного сектору, так і до загальних природоохоронних вимог законодавства ЄС.

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ БЕЗАМБАРНОГО БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН В НАФТО- ТА ГАЗОВИДОБУВНІЙ ГАЛУЗЯХ

Сіра А. Ю., студентка; Фалько В. В., старший викладач, СумДУ, м. Суми

У процесі діяльності нафто- та газовидобувної галузей промисловості створюється значне техногенне навантаження на об'єкти навколишнього середовища, передусім, за рахунок утворення відходів буріння, кількість яких збільшується пропорційно збільшенню глибини свердловини.

Створення амбарів для збору бурових відходів при бурінні нафтових свердловин не вирішує проблеми забруднення навколишнього середовища (НПС) небезпечними хімічними речовинами, оскільки за рахунок просочування вони забруднюють водоносні горизонти та ґрунтовий покрив. Території масового видобутку нафти та газу відносять до категорії екологічно небезпечних внаслідок їх впливу на всі компоненти навколишнього природного середовища.

Таким чином, актуальність проблеми поводження з буровими відходами, пов'язаної зі зберіганням та утилізацією утвореного бурового шламу, стоїть на першому місці після відкриття нових родовищ, обумовлюється підвищенням рівня захисту об'єктів довкілля, що перебувають у зоні впливу відходів та місць їх розміщення й захоронення.

Досвід утилізації бурових відходів показує, що переробка за рахунок використання їх у якості вторинної сировини – це не тільки радикальний метод запобігання забрудненню НПС, а й вирішення проблеми їх накопичення.

Безамбарний метод буріння нафтових і газових свердловин було введено відносно нещодавно, він є більш екологічним у порівнянні з іншими методами. Технологія безамбарного буріння дозволяє проводити очистку забрудненої промивної рідини, що надходить зі свердловини, на спеціальних установках без використання амбарів (котлованів-відстійників). У цьому випадку цикл повторного водоспоживання стає замкнутим, знижується ємнісний парк. Для дотримання природоохоронних вимог очищення застосовують спеціально розроблений токсикологічний контроль. Екологічно позитивним фактором є також скорочення землевідведення під амбари, при цьому виключаються порушення навколишнього природного середовища при їх будівництві та експлуатації, фільтрація забруднювачів в підстилаючі горизонти.

Утилізація відходів безамбарного буріння нафтових свердловин включає в себе знешкодження відходів буріння в процесі виробництва ґрунтошламової суміші та використання цієї суміші при рекультивації порушених земель.

Комплекс робіт по знешкодженню бурових шламів може бути проведений на спеціалізованих полігонах або майданчиках, обладнаних поблизу місць рекультивації земель або буріння свердловин.

Переробка бурового шламу в будівельний матеріал дозволяє більш ефективно вирішувати питання зниження негативного впливу на навколишнє середовище, забезпечувати можливість спільної утилізації відходів різних типів, отримувати економічну вигоду у вигляді реалізованої продукції з відходів.

При переробці бурового шламу в будівельний матеріал – ґрунтошлямову суміш, проводиться перемішування в певних пропорціях відходів буріння, торфу і піску. При необхідності за результатами аналізів у суміш вносять біодеструктори вуглеводнів, сорбенти, адаптогени, мінеральні добрива. Ґрунтошлямова суміш є ґрунтом, водно-фізичні та агрохімічні властивості якого можна регулювати, змінюючи співвідношення компонентів композиції і вводячи необхідні добавки. Суміші з мінімальним вмістом торфу можуть бути використані в якості ґрунту для засипки виїмок. При збільшенні частки торфу в композиції і введення в неї розрахункової кількості поживних елементів та меліорантів ґрунтошлямова суміш застосовується для створення родючого рекультивацийного шару.

Рекультивация земель із використанням ґрунтошлямових сумішей має ряд специфічних особливостей. На схилістих піщаних ґрунтах (укосах доріг, кар'єрів), при закріпленні пісків ґрунтошлямова суміш готується зі шламу й торфу з максимально високою допустимою часткою відходів буріння свердловин, наноситься шаром 10–15 см і перемішується з ґрунтом фрезеруванням на глибину 25–30 см. Для розкислення торф'яних ґрунтів готується суміш з відходів буріння та піску.

Біологічний етап рекультивациі порушених земель включає створення рекультивацийного шару з використанням ґрунтошлямових сумішей, підвищення його родючості відповідно до потреб рослин, посів багаторічних трав або посадки саджанців деревно-чагарникової рослинності, догляд за посівами та посадками. Компоненти ґрунтошлямової суміші (торф і відходи безамбарного буріння свердловин) мають досить високу потенційну родючість, що дозволяє знизити витрату мінеральних добрив і меліорантів, але не виключає їх застосування. Норми внесення агрохімікатів розраховуються за результатами хімічного аналізу сумішей.

Особлива роль при безамбарному методі приділяється утилізації відходів, відбувається знешкодження відходів буріння в процесі виробництва ґрунтошлямової суміші, яку можна використовувати для рекультивациі порушених земель.

Технології переробки відходів буріння свердловин за допомогою сучасного автоматизованого обладнання дозволяють в повному обсязі здійснювати переробку бурового шламу в будівельний матеріал, включаючи відходи в цикл руху товарно-матеріальних цінностей на ділянці видобутку вуглеводнів.

ПРОБЛЕМА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ В УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ

Фесенко О. А., студент, СумДУ, м. Суми

Мільярди тон щорічних викидів, глобальне потепління, забруднення земель та вод світового океану – це все результат не обдуманого антропогенної діяльності. Ця проблема стала дуже гострою і прийняла величезні масштаби.

Обов'язок нашого покоління – встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі, що означає виконання статутів зазначених в концепції сталого розвитку. Тепер основною проблематикою комфортного співіснування людини та природи стає екологічне виховання молоді, тобто систематична педагогічна діяльність спрямована на формування конкретних знань в даній області.

Завдання екологічного виховання полягає у формуванні екологічних знань, вихованні любові до природи, прагненні берегти, примножувати її, формуванні вміння і навичок діяльності в природі.

Екологічне виховання бажано почитати з раннього віку, тоді сприйняття подальших знань буде проходити рівномірно, легко засвоюватись дитиною, поступово формуючи зрілу особистість з раціональним підходом до використання навколишнього середовища. Але постає питання, як донести потрібну інформацію до вже сформованих особистостей більш старшого віку?

Для відповіді на це питання необхідно:

- визначити рівень екологічної обізнаності учнів старшої школи. Доречним є метод анкетування (приклад анкети зазначений в роботі);
- необхідно розглянути комплексні підходи та основні напрямки виховання школярів старшої школи;
- заглибитися у психологію поведінки учнів, враховуючи специфіку даної вікової категорії;
- підібрати необхідну методичку впровадження знань про навколишнє середовище. Наприклад: різноманітні ігрові методички, методи заохочення та стимулювання, активна просвітницька діяльність, творчий підхід та інші.

Отримані знання з даної роботи можна використати в педагогічній діяльності шкіл України.

Представленою в роботі анкетною можна скористатися для визначення рівня екологічної обізнаності учнів старшої школи. Також використовуючи представлену в роботі анкету необхідно провести тестування, на прикладі декількох шкіл нашого міста, та створити статистичні показники по класах та ланках визначивши слабкі місця у певній віковій категорії.

ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ

Філоненко І. С., студентка, СумДУ, м. Суми

В останні десятиліття в державі зник дефіцит побутової техніки, властивий радянським магазинам, проте виник новий дефіцит: місць, де можна було б здати батарейки, комп'ютери або пральні машини, які відпрацювали своє. Тож дана тема є актуальною на сьогодні. Та потребує негайного вирішення. Накопичення значної кількості електронних відходів викликане великими обсягами використання електронного та електричного обладнання та відсутністю систем раціонального поводження з ними.

Звичайний персональний комп'ютер складається як з цінних металів – міді, срібла і золота, так і з небезпечних компонентів – сполук кадмію, свинцю, цинку, нікелю, ртуті. Крім того, електронне обладнання містять пластмаси, індикатори, монітори на рідких кристалах, батареї – всього понад 90 компонентів. При утилізації розглядаються дві категорії: утилізація компонентів (важкі метали) та утилізація матеріалів (пластмаса, екран). Є декілька методів утилізації цих відходів: демонтаж, механічний метод, гідрометалургійний метод, піролітична обробка.

Щороку у світі утворюється близько 50 млн тонн електронних відходів, порахували в програмі ООН з довілля. Точну цифру електронних відходів в Україні зараз порахувати складно. Можна виходити, наприклад, з кількості того, скільки пристроїв зараз є у користувачів. Наразі в Україні перебувають у користуванні 53,6 млн мобільних засобів зв'язку, щороку до нас імпортується 300 тис. портативних комп'ютерів, 277 млн елементів живлення (батарейок). За оцінками організації «Electronics TakeBack Coalition», до складу електронної продукції входить близько 1000 різних хімічних речовин та з'єднань в тому числі хлорвмісні розчинники, бромовані антипірени, полівінілхлорид, важкі метали, пластмаси і гази.

Наприклад, монітори та телевізори з електронно-променевими трубками містять від 1 до 3 кілограмів вільного свинцю на кожен. Побудовані на базі рідкокристалевих та плазмових панелей телевізори і монітори вільні від свинцю, але містять з'єднання ртуті в складі ламп підсвічування матриць.

Для вирішення проблеми накопичення та видалення електронних відходів в Україні необхідно провести комплекс заходів, спрямованих на:

- створення відповідної інфраструктури щодо їх збирання та зберігання;
- формування екологічної свідомості українців для запобігання потрапляння електронних відходів до загального потоку побутових відходів;
- створення організаційно-виробничих систем збирання відходів;
- створення виробничих потужностей для їх утилізації;
- врегулювання діяльності, пов'язаної з використанням вторинних ресурсів.

ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАХОРОНЕННІ ТПВ

Фоміна М. С., студентка; Лазненко Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми

Утворення біогазу та фільтрату, які можуть здійснювати негативний вплив на довкілля, супроводжує процес захоронення ТПВ. Звалища ТПВ, побудовані без комплексу заходів, що знижують їх негативний вплив на навколишнє середовище, є значними джерелами її забруднення. Відходи, розміщені там, зазнають складні фізико-хімічні та біохімічні зміни під впливом атмосферних явищ, специфічних умов, які формуються в товщі відходів, а також в результаті взаємодії між собою. Це призводить до утворення різних сполук, в тому числі токсичних, які, мігруючи в навколишнє середовище, негативно впливають на її компоненти.

При розгляді шляхів зниження негативного впливу при захороненні відходів на полігоні ТПВ в першу чергу слід розглядати варіанти попередження. Одним з заходів, що дозволяє знизити впливи полігонів ТПВ на довкілля є технологія механіко-біологічного перероблення (МБП). Установки МБП забезпечують зменшення загального обсягу відходів, а також стабілізацію фракцій, що біологічно розкладаються. МБП включає механічний поділ відходів та біологічне оброблення (в анаеробному або аеробному режимах) фракції харчових та рослинних відходів.

Пройшовши сортування і етапи оброблення на установці МБП загальна маса відходів змінює свої фізичні, хімічні показники і обсяг, в порівнянні з відходами, які потрапляють безпосередньо на полігон. Додатковими перевагами є отримання твердого палива і вторинної сировини. Отримане паливо може використовуватися для генерації енергії в спеціалізованих спалювальних установках або в цементному виробництві.

МБП супроводжується викидами забруднюючих речовин в навколишнє середовище, але у порівнянні з захороненням на полігонах приносить менше шкоди.

При розгляді даного варіанту переробки для подальшого впровадження слід проаналізувати умови і фактори, які необхідні для досягнення:

- доступність технологічних рішень (наявність постачальників обладнання, сервісного обслуговування, фахівців, здатних обслуговувати технічне рішення);

- внутрішня спроможність виконавців / ризики управління;

- час, необхідний для впровадження;

- наявність об'єктів, що можуть використовувати продукцію МБП (тверде паливо) в якості палива. Відстань до потенційних споживачів отриманого твердого палива;

- фінансово-економічні показники;

- соціальна прийнятність.

ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМАТИКА ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЕДАФОТОПУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Шуліна Є. О., студентка; Черниш Є. Ю., доцент, СумДУ, м. Суми

Екологічна проблематика забруднення важкими металами (ВМ) едафотопу пов'язана з широким використанням їхніх сполук в промисловому виробництві та сільському господарстві. У зв'язку з недоскональними системами очищення вони потрапляють у довкілля: ґрунт, водні об'єкти та живі організми, в тому числі і до організму людини.

Фахівцями з охорони навколишнього середовища серед металів-токсикантів виділена пріоритетна група. У неї входять Cd, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Zn і Cr як найбільш небезпечні для здоров'я людини і тварин. З них Hg, Pb і Cd найбільш токсичні.

Найпотужнішими джерелами забруднення ВМ є підприємства з виплавки кольорових металів (алюмінієві, глиноземні, мідно-цинкові, свинцево-плавильні, нікелеві, титаномагнієві, ртутні та ін.), а також з переробки кольорових металів (радіотехнічні, електротехнічні, приладобудівні, гальванічні та ін.). Орні ґрунти забруднюються такими елементами при обробці отрутохімікатами, біоцидами, стимуляторами росту рослин тощо [1].

Акумуляція основної частини ВМ спостерігається переважно в гумусово-аккумулятивному ґрунтовому горизонті, де вони зв'язуються алюмосилікатами, несилікатними мінералами, органічними речовинами за рахунок різних реакцій взаємодії. Склад і кількість утримуваних в ґрунті елементів залежать від вмісту і складу гумусу, кислотно-основних та окисно-відновних умов, сорбційної здатності, інтенсивності біологічного поглинання.

Накопичення рухомих, особливо небезпечних для організмів сполук ВМ залежить від водного і повітряного режимів ґрунтів: найменша акумуляція їх спостерігається в водопроникних ґрунтах промивного режиму, збільшується вона в ґрунтах з непромивним режимом і максимальна в ґрунтах з випотним режимом [2].

З метою отримання систематичної об'єктивної інформації про зміни стану ґрунтів, виявлення їх причин, оптимізації впливу людини використовують систему моніторингу. При цьому контролюються педохімічні та біохімічні показники. Особлива його роль обумовлена тим, що всі зміни складу і властивостей ґрунтів відображаються на виконанні ґрунтами їх екологічних функцій, отже, на стані біосфери.

В основі біогеохімічного нормування лежить медико-географічний підхід. Він заснований на спостереженнях в таких регіонах, де природою створені умови надлишку або нестачі елементів в НС.

Екосистемне нормування не допускає не тільки патологічних, але і передпатологічних змін. Його мета – зберегти природу в такому стані, коли всі живі організми мають рівне право на існування [3].

Поки важкі метали зв'язані з складовими компонентами ґрунту і важкодоступні, їх негативний вплив на едафотоп буде незначним. Проте, якщо ґрунтові умови дозволяють перейти їм в ґрунтовий розчин його біологічні, хімічні і фізичні властивості змінюються, що веде до погіршення родючості.

Розроблення ефективних шляхів збереження та охорони довкілля потребує визначення і постійного контролю напрямків розповсюдження токсикантів в екосистемі, зокрема в едафотопі, відповідно їх розподілу за ґрунтовим профілем, аналізу інформації щодо вертикальної та горизонтальної складових міграції у ґрунті, впливу на рослинні угруповання та на якість життя і стан здоров'я населення, що відноситься до елементів біомоніторингу.

Поліпшення умов аерації ґрунту також сприяє інтенсифікації процесів біохімічного очищення забруднених ґрунтів шляхом продування їх і ґрунтових вод повітрям під тиском у поєднанні із введенням поживних речовин через отвори разом із повітрям або зрошенням мікрочастками поживних розчинів [4, 5].

Відповідно важливим напрямком подальших досліджень є розробка комплексної технології очищення та відновлення родючості ґрунтів, що заснована на поєднанні природніх процесів гумусування та біохімічних процесів зв'язування токсикантів у стійкі сполуки, що не здатні здійснювати міграцію у НС, із залучення органо-мінеральних композицій на основі вторинних ресурсів та мікробних добрив.

Список літератури

1. Реймерс Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М.: «Россия молодая», 1994. – 366 с.
2. Вернандер Н.Б. География ґрунтів з основами ґрунтознавства / Н.Б. Вернандер. – К., 1965. – 180 с.
3. Медведєв В.В. Родючість ґрунтів. Моніторинг та управління / В.В. Медведєв. – К.: Урожай, 2002. – 232с.
4. Guidelines on remediation of contaminated sites. Environmental Guidelines № 7. Ministry of Environment. Danish Environmental Protection Agency, 2002. – Available at: https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2002/87-7972-280-6/html/kolofon_eng.htm
5. Кузнецов А. Е. Прикладная экобиотехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2 т. Т.1 / А. Е. Кузнецов и др. – 2-е изд. (эл.) – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 629 с.

АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ РИМСЬКОГО КЛУБУ

*Черняк Д. С., Мальцев О. Ф., студенти; Васькіна І. В., асистент,
СумДУ, м. Суми*

Римський клуб в своїй діяльності дотримується глобального погляду на масштабні світові проблеми в контексті дедалі зростаючої взаємозалежності країн в рамках єдиної планетарної системи. Основним є міждисциплінарний підхід та розгляд сукупності актуальних проблем (політичних, економічних, соціальних, екологічних, технологічних, культурних і соціо-психологічних) в їх взаємодії як частин єдиного цілого. Головним завданням Римського клубу є розгляд довгострокових наслідків сучасних проблем, а також політичних рішень і практичних заходів.

Найвідомішою доповіддю Римського клубу є «Межі зростання», видана у 1972 р. В ній розглянуто довгострокові наслідки глобальної тенденції зростання населення планети, промислового і сільськогосподарського виробництва, споживання природних ресурсів й забруднення довкілля. Доповідь мала великий суспільно-політичний резонанс у світі й заклала основу концепції «сталого розвитку».

Екологічна діяльність Римського клубу також полягає в таких роботах як «Людство біля поворотного пункту» (М. Месаровіч, Е. Пестель, 1974 р.), «Перебудова світового порядку» (Ян Тінберген, 1977), «Мета глобального суспільства» (Е. Ласло, 1977). Більшість доповідей Римського клубу присвячуються питанням: у чому мета людства і чи згодні люди віддати перевагу матеріальному зростанню над підвищенням якості навколишнього середовища. Необхідно стримувати деякі бажання заради умов існування майбутніх поколінь. «Людські якості» – ще одна доповідь (А. Печчеї, 1977), де сформульовано ідеї стосовно майбутнього існування людства, якщо спосіб існування радикально зміниться.

Подальші доповіді (1978-1980 рр.) були присвячені окремим проблемам: переробці відходів, використанню енергії. Всього Римський клуб підготував більш ніж 40 доповідей з широкого кола питань в контексті світової проблематики та майбутнього людства, більшість з яких отримала суспільний резонанс.

Українська асоціація Римського клубу – це громадська організація, діяльність якої спрямована на формування сучасної стратегії розвитку України в контексті глобалізації та європейського цивілізаційного вибору, сприяння впровадженню в Україні принципів «сталого (збалансованого/гармонійного) розвитку» та «еко-соціальної ринкової економіки»;

Римський клуб перший перейшов від аналізу і діагностики стану цивілізації до пошуку шляхів виходу з критичної ситуації; започаткував новий міждисциплінарний напрямок – глобальне моделювання, аналіз тенденцій розвитку глобальної соціально-економічної, екологічної системи.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВ З ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ ПАКУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Аблєєва І. Ю., старший викладач; Чорна Ю. В., студентка, СумДУ, м. Суми

Швидке зростання використання полімерів в останні 30 – 40 років пояснюється їх малою густиною, високою хімічною стійкістю, міцністю, здатністю приймати бажану форму. Використання синтетичних пакувальних матеріалів дозволило найпростіше автоматизувати виробництво упаковки, сумістити її виготовлення з упаковкою товарної продукції, знизити матеріальні, трудові, енергетичні і фінансові витрати товаровиробника.

Пакувальна галузь в основному ґрунтується на термопластичних матеріалах та їх похідних. Термопласти – полімерні матеріали, здатні оборотно переходити при нагріванні у високоеластичний або в'язкотекучий стан. З термопластів виготовляють більш, ніж 95 % упаковок [1].

Кожний вид полімеру переробляється різними методами у різні види виробів і випускається у вигляді базових марок, які розрізняються за рівнем в'язкості. Базові марки в залежності від способу переробки полімеру ділять на наступні групи: для формування волокон; для лиття під тиском (литтеві); для екструзії; для каландрування, видувного формування, пресування [2].

Водночас, крім позитивних сторін використання полімерних пакувальних матеріалів процес виробництва таких виробів має негативне техногенне навантаження на довкілля, що проявляється в утворенні твердих відходів, утворенні токсичних газоподібних викидів тощо.

До відходів промисловості, що виробляє полімери, відносять: кірки, що утворюються на стінках реакторів і фільтрів, некондиційні полімери, зразки матеріалів після фізико-хімічних досліджень. Близько 40 % таких відходів ще можуть бути реалізовані як товарна продукція. У більшості випадків такі відходи використовує сам виробник пластмас, тим самим здійснюючи їх рециклінг. Це стало можливим тому, що такі відходи гомогенні, з наперед відомими фізико-хімічними властивостями і завдяки цьому можуть бути використані у технологічному процесі.

Під час виробництва виробів із полімерів для надання спеціальних властивостей вводять наповнювачі: технічний вуглець (сажу), крейду, тальк, каолін, смолу, азбест, діоксид кремнію тощо, а також фарбники. Таким чином використані полімерні матеріали характеризуються: різним ступенем деструкції; вмістом наповнювачів; вмістом фарбників; вмістом домішок: стабілізаторів, пластифікаторів; різними марками базових полімерів, які використовуються для їх виробництва [3].

За рівнем небезпеки (токсичності) для людини розрізняють 4 класи забруднюючих речовин, які потрапляють з викидами у атмосферне повітря: 1 клас – надзвичайно небезпечні, наприклад, бензапірен, свинець; 2 клас – небезпечні (високо небезпечні), наприклад, діоксид азоту, фенол, стирол,

бензол, формальдегід, сірководень; 3 клас – помірно небезпечні, наприклад, пил, оксид азоту, метан, толуол, етилбензол; 4 клас – відносно (мало) небезпечні, наприклад, оксид вуглецю, аміак, спирт етиловий [2].

Промислове очищення технологічних (аспіраційних) та вентиляційних викидів від завислих в них твердих або рідких часток, газів здійснюється у спеціальних апаратах і проводиться для зменшення забрудненості навколишнього середовища, уловлювання цінних продуктів чи видалення шкідливих домішок, які негативно впливають на подальшу обробку викидів та руйнують обладнання.

Для сухого очищення вентиляційного повітря від пилу використовують інерційні пиловловлювачі, зокрема циклони. Для тонкого очищення повітря від твердих, а в деяких випадках – і від рідких часток застосовують фільтри. Дуже високий ступінь уловлювання дрібнодисперсних твердих та рідких завислих часток у вентиляційному повітрі можна одержати при електричному його очищенні. Для очищення сухого повітря використовують переважно пластинчасті електрофільтри, а для відділення важковловлюючого пилу і туманів – трубочасті.

Для очищення аспіраційних та вентиляційних викидів від шкідливих газів і парів застосовують адсорбери та абсорбери. В адсорберах забруднений потік пронизує шар адсорбенту із зернистого матеріалу, який селективно витягує і концентрує на своїй поверхні окремі компоненти суміші газів або парів та має розвинуту поверхню стикування. При цьому шкідливі гази та пари можуть бути виділені із адсорбенту після його спеціальної обробки. Як адсорбенти використовують такі речовини, як активоване вугілля, силікагель, оксид алюмінію, піролюзит тощо.

На практиці необхідний ступінь очищення повітря не завжди може бути досягнутий в одному апараті сухого або мокрого очищення. Тому в окремих випадках застосовують двоступеневі та багаступеневі установки. У них забруднений потік проходить один агрегат, що містить у собі ряд ступенів очищення або декілька послідовно установлених очисних апаратів одного чи різних типів [3].

Таким чином, зниження впливу підприємств виробництва пакувальних матеріалів на атмосферне повітря здійснюється шляхом встановлення очисних систем. Зменшити негативну екологічну дію підприємства з виготовлення полімерної упаковки на довкілля можна за рахунок перероблення відходів цієї промисловості.

Список літератури

1. Полімери в пакувальній галузі. ООО «Тарапласт» : веб-сайт. URL: <http://www.taraplast.com.ua/articleview.php?id=440>.
2. Деякі особливості впливу полімерних матеріалів на довкілля та шляхи його зменшення. ООО «Тарапласт» : веб-сайт. URL: <http://www.taraplast.com.ua/articleview.php?id=422>.
3. Основи охорони праці / Купчик М.П. та ін. К.: Основа, 2000. 416 с.

УТИЛІЗАЦІЯ КОМБІНОВАНИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Чорна Ю. В., студентка, СумДУ, м. Суми

Розвиток виробництва і застосування пакувальних матеріалів є характерною особливістю нашого часу. Останнім часом набули широкого використання комбіновані пакувальні матеріали.

Комбіновані пакувальні матеріали – це пакувальні матеріали, до складу яких входять шари матеріалів різного типу (папір, фольга, тканина та інші). Прикладом комбінованого пакувального матеріалу на основі картону, який володіє необхідним комплексом бар'єрних властивостей, забезпечує герметичність і придатність для перероблення, є упаковка «Тетра Пак».

Асептична упаковка Тетра Пак – це комбінований матеріал, що складається приблизно на 75 % з картону, на 20 % – з поліетилену і на 5 % – з алюмінієвої фольги. Кожен шар виконує свою функцію, а всі разом вони забезпечують тривале і безпечне зберігання упакованого продукту, створюючи ефективний бар'єр проти бактерій і зовнішніх негативних впливів. Упаковка Тетра Пак за рахунок своїх асептичних властивостей широко застосовується для фасування соків, вин та інших продуктів [1].

Вона має 6 шарів (1 – поліетилен, 2 – картон, 3 – поліетилен, 4 – фольга алюмінієва, 5 – поліетилен, 6 – поліетилен), при цьому зовнішній шар з поліетилену утримує зафасований продукт; шар алюмінієвої фольги забезпечує бар'єрні властивості відносно кисню, запахів, світла; шари поліетилену є адгезійними і забезпечують достатньо міцне з'єднання всіх шарів матеріалу.

Існують такі методи утилізації упаковки Тетра Пак: термічні методи утилізації (з отриманням енергії чи тепла) та повторна переробка.

Відходи комбінованих матеріалів на основі картону в більшості випадків спалюють на спеціальних заводах, оскільки їхнє повторне перероблення створює ряд технологічних труднощів, вимагає підвищених витрат на розроблення і впровадження спеціального обладнання, удосконалених технологій і процесів для розділення компонентів. Однією з основних цілей таких спалювальних заводів є впровадження ефективних технологій, коли спалювання пакувальних матеріалів дозволяє виробляти енергію і тепло, не завдаючи додаткового навантаження на довкілля [2].

Усі компоненти упаковки Тетра Пак користуються стабільним попитом на ринку вторинної сировини. Існують технології для переробки Тетра Пак розволокненням у водному середовищі або без води. Обидва способи реалізовані у вигляді промислових установок, що мають свою економічну і технологічну цінність.

Вторинне перероблення відходів пакування мокрим способом вимагає стадію виділення цього целюлозного волокна на обладнанні для перероблення макулатури. Упаковка поміщається в гідророзбивач, це такий великий бак, в якому залита вода і є обертовий ротор. Завдання ротора –

створити інтенсивний рух рідини і матеріалу максимально економічним способом. Рух рідини і потоки води сприяють змочуванню картонної основи. У поєднанні з рухом, набухання волокон призводить до того, що зв'язки між ними руйнуються. Виділене целюлозне волокно використовується для виготовлення паперу і картону на основі макулатури, а поліетилен і фольгу застосовують для виготовлення виробів методом екструзії або гарячого формування, або розділяють на алюміній і поліетилен. В силу того, що робота відбувається у водному середовищі, дана технологія пов'язана з великими витратами енергії і проблемами очищення та утилізації стоків.

Унікальна технологія сухого розпуску упаковок Тетра Пак на аеродинамічному диспергаторі, дозволяє з меншими витратами переробляти упаковку Тетра Пак. Частинки матеріалу вільно літають в кільцевому потоці повітря, врівноважені двома силами. Відцентрова сила тягне їх назовні, а потік повітря і розрідження в центрі ротора тягне їх в центр. Так літаючи вони постійно ударяються один об одного, об лопатки ротора і статора. Поділ зазвичай не вдається повністю здійснити в одну стадію, так що процес виходить багатоступеневим з залученням безлічі одиниць обладнання. Після поділу волокна несуться таки в центр і відлітають з потоком повітря на циклон, де відокремлюються від повітря і осідають в бункер. Більш важкі частинки поліалюмінія відлітають тангенціально і збираються за допомогою пневмотранспорту в окремий бункер.

Таким чином, впровадження передових технологій переробки відходів комбінованих пакувальних матеріалів буде сприяти зростанню обсягів випуску продукції з відходів та зниженню їхнього негативного впливу на навколишнє середовище. Для підвищення ефективності застосування упаковки Тетра Пак як вторинної сировини необхідною умовою є роздільне збирання, зокрема, твердих побутових відходів, в цілому, в населення, приймальних пунктах, а також інші схеми для впровадження програми збирання і перероблення відходів. Оскільки переробка упаковки Тетра Пак мокрим способом пов'язана з великими витратами енергії і проблемами очищення та утилізації стоків, то краще застосовувати сухий спосіб [3].

Список літератури

1. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство пакувальних товарів і тари: підручник [для студ. вищ. навч. закл.]. К.: Центр учбової літератури, 2009. 616 с.
2. Способи вторинного перероблення та утилізації відходів комбінованих матеріалів і пакування на основі паперу і картону [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://studopedia.info/7-82409.html>.
3. Смоляков А. И., Клеванова Е. С. Перерабатываемый неперабатываемый Tetra Pak. Обработка и утилизация. Твердые бытовые отходы. 2018. № 12. С. 22-25.

ОГЛЯД ЕКОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ МЕХАНІЗМІВ ОЧИЩЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ҐРУНТІВ

Чубур В. С., студентка, СумДУ, м. Суми

Одним із проявів техногенного навантаження на навколишнє середовище є забруднення ґрунтового покриву, оскільки він відіграє роль буфера для різних забруднюючих речовин антропогенного походження. Сільськогосподарське значення угідь втрачається у результаті забруднення ґрунтів. У зв'язку з цим необхідно розробляти нові і використовувати екологічно безпечні та економічно обґрунтовані методи, спрямовані на інтенсифікацію процесів очищення ґрунтів. Перспективним методом є використання різних груп мікроорганізмів для очищення ґрунтів забруднених важкими металами [1].

Метою роботи є дослідження механізмів стійкості мікробного біому до іонів та сполук важких металів, що забезпечують очищення та відновлення ґрунту.

Загалом важкі метали мають токсичну дію на мікроорганізми. Катіони важких металів легко взаємодіють з різноманітними електродонорними групами в складі багатьох органічних сполук, утворюючи різні комплекси з'єднань. Тобто токсична дія важких металів має неспецифічний характер. Тому мікроорганізмів намагаються забезпечити захист чутливих компонентів. Клітина може виробити систему металорезистентності наступними шляхами: елімінація металів бар'єром проникності; активний транспорт металу з клітини; внутрішньоклітинне секвестрування металу зв'язуванням його з білками; позаклітинне секвестрування; ферментативна детоксикація металу до менш токсичної форми; зменшення чутливості клітинних мішеней до металів.

Потенціал токсичності важких металів спровокував життя на ранніх стадіях еволюції розвинути чинники гомеостазу до іонів металів або детермінанти резистентності до металів. Детермінанти резистентності кодують білки з реакціями, прямо націленими проти катіонів важких металів. Таким чином, резистентність відрізняється від толерантності: білок з головною функцією, не пов'язаною з токсичним важким металом, змінюється, щоб обійти накопичення або дію токсичного металу.

Здатністю протистояти в тій чи іншій мірі токсичній дії важких металів володіють багато мікроорганізмів. Стійкість мікробних культур, початково чутливих до даного металу, може розвиватися в результаті багаторазових перевисів в присутності зростаючих концентрацій металу. В інших випадках має місце здатність до «присосування». Гени, що кодують ознаки стійкості до важких металів, можуть перебувати в хромосомах і в плазмідах, а також передаватися з клітини до клітини за допомогою R-плазмід, пеніцилінових плазмід, і транспозон [2].

Еколого-біохімічні перетворення, що здійснюються мікроорганізмами для вилучення важких металів, можна об'єднати в три основні напрями, які наведено на рис. 1 [2].



Рисунок 1 – Еколого-біохімічні перетворення мікроорганізмів для вилучення важких металів

Висновки. Біохімічні механізми стійкості мікроорганізмів до іонів і сполук важких металів пов'язують з можливим механізмом зниження акумуляції за рахунок конкуренції та обміну їх з протонами на поверхні клітин і виходом калію і магнію. Знешкодження важких металів відбувається в результаті їх зв'язування, хелатування, осадження і трансформації в малотоксичні форми пов'язані зі зміною їх валентності, деметилюванню або утворенням металоорганічних сполук. Способи вилучення важких металів з клітин визначаються міцністю їх зв'язування. Найчастіше більшу частину металу можна екстрагувати з клітин розведеними або досить концентрованими кислотами, розчинами ЕДТА або деяких солей.

Отже, здійснено узагальнення механізмів резистентності мікробного біому ґрунту до токсичної дії важких металів, зокрема сорбції і внутрішньоклітинного накопичення важких металів, метилювання металів та позаклітинного осадження.

Список літератури

1. Штика О. С. Оцінка ефективності сучасних технологій ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами / О. С. Штика. // Національний авіаційний університет, м. Київ. – С. 47–60.
2. Багаєва Т. В., Іонова Н. Е., Надеєва Г. В. Мікробіологічна ремедіації природних систем від важких металів: навч.-метод. посібник / Т. В. Багаєва, Н. Е. Іонова, Г. В. Надеєва. - Казань: Казанський університет, 2013. – 56 с.

Науковий керівник – Черниш Є. Ю., доцент

ECOLOGICAL ASPECTS OF USING DIGESTATE AS FERTILISER

Shvetsova I. V., student; Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer, SSU, Sumy

Today, biomethanation has expanded significantly across the world, mainly in Europe where more than 4,000 farm-scale anaerobic bioreactors are found in Germany alone [1]. There is a wide range of anaerobic digestates whose composition and aspect depend upon the type of biomass inputs (feedstock) used and the configuration of the digester. Thus, spectroscopic techniques have recently demonstrated that anaerobic digestates inherit the chemical attributes of the feedstock from which they are produced. The selected feedstock can include animal manures, agricultural crops, agri-food processing residues, food residues, the organic fraction of household waste, organic fractions of industrial wastes and by-products, sewage sludge, municipal solid waste, etc.

By making the best possible use of digestate as a biofertiliser, nutrients are returned to the land through natural cycles to replace the input of inorganic fertiliser. Recycling in this way closes an loop to create more sustainable agricultural production systems.

When digestate is recycled to land as a biofertiliser, most of these micro-nutrients are fully utilised, as they are essential for plant and microbial growth. However, any heavy metals and persistent contaminants can cause problems. For this reason, the content of contaminants in the feedstock, as well as in the digestate, must be carefully monitored. Concentrations of contaminants in the digestate must not exceed the legal limits set in each country.

The application of digestate or any crop fertiliser at times of the year when there is little plant uptake (e.g. autumn and winter) can result in nutrient leaching and runoff into ground and surface waters (e.g. of N and P). Digestate must therefore be stored until the correct time for application. Field trials undertaken over two years as part of the Canadian Government's Technology Assessment Programme showed no significant increase in N leaching from digestate (compared with that from raw cow slurry) following spring application. In contrast, autumn application of digestate almost doubled the amount of N leached into the drainage waters compared with raw slurry.

The potential for nutrient leaching is higher on sandy soils with poor water retention capacity. However, in all cases this problem can be minimised by avoiding the application of digestate (or any fertilisers) in periods with low plant uptake or high rainfall.

Digestate is produced throughout the year and must therefore be stored until the growing season which is the only appropriate time for its application as a fertiliser. The length of storage period required will depend on geographical area, soil type, winter rainfall, crop rotation and national regulations governing digestate/manure application. In a temperate climate, for example, a storage capacity for 6–9 month of digestate production is recommended. In some countries the set period for the storage of digestate is compulsory.

Like manure, when digestate is stored in open tanks, ammonia and methane gases are given off. These emissions can be reduced if the surface of the liquid is covered by a protective layer. This layer can be a natural crust of at least 10–20cm, a floating layer of plastic pieces, clay pebbles or chopped straw, etc. Note, however, that chopped straw can give off methane when decomposing. Unlike raw cattle slurry, digestate does not form a surface crust during storage.

The equipment that is used for applying raw slurry and separated liquid can also be used for applying digestate. Similarly, the equipment that is used for spreading farmyard manure can also be used to spread separated solids. Digestate must be applied during the growing season in order to ensure its optimum use as fertiliser, and applied with the type of equipment that ensures even application across the whole field and accurate application rates. This approach will also minimise ammonia volatilisation.

Animal manures and many organic wastes contain volatile organic compounds (e.g. iso-butyric acid, butyric acid, iso-valeric acid and valeric acid, along with at least 80 other compounds) that can produce unpleasant odours [2]. It was shown that digestion significantly reduced concentrations of many of these compounds, such that their potential for giving rise to offensive and lingering odours during storage and spreading was significantly reduced. Thereafter, the use of appropriate spreading methods can prevent the release of any residual odour. For example, injection of digestate (or slurry) into the soil largely eliminates odour and loss of ammonia. It is important, however, to minimise the disturbance of the digestate during its transfer from the storage tank to the spreaders, as this can result in a release of odour.

The reduction in the number of viable weed seeds in digestate will lower their dispersal by land spreading and as a consequence there will be less need for herbicides.

The limited number of studies on the destruction of weed seeds by AD indicates that mesophilic anaerobic digestion can reduce the viability of the weed seeds and also of some crop seeds. Inactivation time at thermophilic temperatures is shorter than at mesophilic temperatures [3].

References

1. Weiland, P. (2009). Biogas – Messprogramm I 61 Biogasanlagen im Vergleich. Erstellt durch Johann Heinrich von Thunen-Institut (VTI), Gülzow, Germany.
2. Hansen, M.N. and Nyord, T. (2005). 'Effects of separation and anaerobic digestion of slurry and ammonia emissions during subsequent storage and land spreading'. NJF-Seminar 372. Manure – an agronomic and environmental challenge. ISSN 1653-2015 accessed 08 April, 2010.
3. Engeli, H. Eidelmann, W., Fuchs, J. and Rottermann (1993). Survival of plant pathogens and weed seeds during anaerobic digestion', Water Science and Technology. vol. 27, No. 2, 69–76.

ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ ЯК ДОЦІЛЬНИЙ МЕТОД ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЗЕЛЕНОГО ГОСПОДАРСТВА

Швецова І. В., студентка, СумДУ, м. Суми

Відходи зеленого господарства – рослинні рештки, трава, листя, які утворюються при догляді за зеленими насадженнями прибудинкових територій та зелених насаджень загального користування [1].

Вермікомпост – органічне добриво, продукт переробки органічних відходів сільського господарства дощовими черв'яками. Суттєва відміна біогумусу від інших органічних добрив – підвищений вміст в ньому водорозчинних форм азоту, фосфору і калію. Як органо-мінеральне добриво біогумус має цінні фізичні властивості: високу вологоємність, вологостійкість, механічну міцність, сипучість, технологічність використання. Азоту в ньому в середньому в 5 разів, фосфору – в 7 разів, калію – в 11 разів більше, ніж у ґрунті, де живуть черв'яки. В 1 г сухого біогумусу міститься 1010–1011 клітин мікроорганізмів за відсутності патогенної мікрофлори та зоофауни, життєздатного насіння бур'янів.

При потрапленні черв'яків у середовище, забруднене важкими металами, вони достатньо легко акумулюють їх у своїх тілах. Концентрація марганцю в *L. terrestris* навіть на непорушених заповідних територіях може коливатися залежно від місця збору від 68 до 127 мг/кг сухої маси, міді – від 50 до 69, цинку – від 172 до 320, молібдену – від 1,5 до 3,1, кобальту – від 5,8 до 6,2 мг/кг сухої маси [2].

Перспективним для вермікомпостування є болотний черв'як *Eiseniella tetraedra*, що широко зустрічається в Україні. Він невибагливий, витримує умови перезволоження, дефіциту кисню. Стійкий до газоподібних продуктів гниття та може розмножуватися під відкритим небом.

Підготовка субстратів для компостних черв'яків являється одним із ключових моментів у вермітехнології. Розкладення у компостному бурті відбувається тим краще і повніше, чим більш різноманітні укладені шарами органічні матеріали. Якщо використати один вид органічних відходів, процес компостування просто не розпочнеться. Рекомендовано поєднувати багаті вуглецем рослинні рештки з багатим азотом матеріалами – наприклад, гноєм ВРХ, свиней, пташиного посліду. Однак свіжий гній непридатний внаслідок високих концентрацій аміаку та хлоридів. Можна додати небагато вже готового біогумусу чи родючого ґрунту, що містять потрібні для початку компостування мікроорганізми. Компостування органіки для черв'яків проводять тільки в буртах або купах на відкритих площадках, але ні в якому разі не в траншеях, так як таке компостування приводить до утворення кислих продуктів розкладення, непридатних для проживання дощових черв'яків [2].

Ділянка для компосту повинна знаходитися в добре дренованому місці, але не в зволоженому пониженні, яке погано провітрюється. Місце

обирають тепле, захищене від холодних та висушуючих вітрів, не на прямому сонці. Для затінення поряд насаджують живі огорожі із бузини. Навколо її коренів утворюється гумус, вона поглинає та випаровує багато вологи. Оптимальна висота компостної купи – 1,5–2 м, ширина – 1,5 м. При закладенні купи в неї на певній відстані закладають товсті палиці, котрі пізніше виймають, залишаючи на їх місці отвори, потрібні для вентиляції та при необхідності поливу. На поверхні купи роблять невелике продовгuate заглиблення для кращого поглинання дощової води. Бокові стінки роблять трохи похилими, у перерізі бургт має форму трапеції.

Збудники вірусних та бактеріальних хвороб гинуть при компостуванні, тому заражені ними органічні відходи використовувати для компостування можна. При цьому матеріали для компостування складають пошарово: внизу – більш об'ємний матеріал, наприклад, зелена маса, тирса, стружки (товщина шару – 15–20 см); потім – багаті азотом субстрати (гній) шаром товщиною 5 см. Зверху компостну масу засипають вапном, фосфоритом та попелом. Потім – шар ґрунту товщиною 2–3 см і далі – солома, трава, сіно, листковий опад, що захищатимуть бургт від пересихання. В середньому оптимальне співвідношення (за масою): 70 % – рослинні рештки; 10 % – ґрунт; 20% – гній. Маса повинна бути достатньо пористою та не занадто зволоженою. Так як такий субстрат матиме кислу реакцію, то при закладанні бурту обов'язковим є використання вапнякових матеріалів (крейди, доломітового борошна, вапна тощо), щоб рН субстрату складав 6,5–8. Масу добре зволожують розчином гумінового або комплексного мінерального добрива, які відіграють роль каталізатора процесу компостування. На 1 т компостної маси додають 2–3 кг подвійного суперфосфату, 1 кг сульфату калію (не рекомендується хлорид калію), 2–3 кг сульфату амонію, 1 кг сульфату магнію, 60 г борної кислоти, 3–5 кг вапна або доломітового борошна. Оптимальна вологість бурту – 60 %. Після початку компостування маса розігрівається, що сприяє дезінфекції.

Правильно підготований та добре утеплений восени компост продовжує дозрівати і взимку, а ранньою весною вже може бути використаний для закладки вермикультури. В цілому швидкість дозрівання компосту залежить від сезону, а також від інтенсивності перемішування бурта. Основний критерій зрілості компосту – відсутність запаху аміаку.

Вермикультуру запропоновано використовувати для ремедіації ґрунтів, забруднених радіонуклідами. Внесені у ґрунти черв'яки покращують дренавання, що сприяє переведенню радіонуклідів у більш глибокі підґрунтові горизонти.

Список літератури

1. Барбаш В. А. Інноваційні технології рослинного ресурсозбереження: Навч. посібн. Київ : Каравела, 2017.
2. Слободяник М. С. Біоконверсія органічних відходів: теорія і практика. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2015.

ВПЛИВ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ НА ПІДЗЕМНІ ВОДИ

Янченко І. О, аспірант; Аблєєва І. Ю, старший викладач, СумДУ, м. Суми

На сьогоднішній день забезпечення енергетичної незалежності України вимагає постійного збільшення видобутку нафти і газу. Виконання цього завдання можливе лише за рахунок буріння нових розвідувально-пошукових та експлуатаційних свердловин. Водночас, процес видобування нафти є найбільш техногенно небезпечним виробництвом та відноситься до видів діяльності, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

Для підвищення ефективності нафтовидобутку, під час здійснення будь-якого способу буріння залучають велику кількість хімічних реагентів, до яких належать сполуки, одержані внаслідок перероблення вуглеводнів нафти і газу, та відходи нафтопереробних і нафтохімічних виробництв.

Відомо, що нафту, конденсат, природний газ видобувають у складі суміші із пластовими водами, які представлені, у більшості випадків, високомінералізованими водами та розсолами хлоридного типу, які з різних причин та різними шляхами можуть забруднювати природні води. Скидання у водойму одиниці об'єму води, забрудненої після технологічних процесів, призводить до вилучення з обігу 40–60 об'ємів чистої води. Підвищена небезпека для навколишнього природного середовища від скиду стічних вод, утворених у результаті заводнення, обумовлена такими забруднюючими речовинами, як нафта і нафтопродукти, хімічні реагенти, зокрема кислоти, луги, поверхнево-активні речовини і тверді мінерали. Аналіз хімічного складу бурових стічних вод указує на можливість використання їх у системі оборотного водопостачання бурової за умови очищення бурових стічних вод до рівня, що відповідає вимогам, які висуваються до якості вод оборотного водопостачання.

При забрудненні водоносних горизонтів формуються ареали сольових забруднень, які з часом збільшуються у розмірах і захоплюють ділянки чистих природних вод. Прискорює цей процес наявність діючих водозаборів підземних вод, у зоні яких вплив фільтрації відбувається з підвищеними швидкостями. Разом з тим, на сьогоднішній день, досить гостро стоїть питання забезпечення населення України якісною питною водою. Це пов'язано з тим, що сучасний стан поверхневих водних об'єктів є незадовільним. Питна вода, яка отримується із цих джерел за недостатньо ефективною роботи водоочисних споруд, не відповідає встановленим вимогам за багатьма показниками.

Отже, можна зробити висновок, що проблема забруднення природного середовища мінералізованими розсолами вважається найбільш небезпечною для довкілля, оскільки навіть після ліквідації його джерел природне відновлення підземних вод може наступити тільки через десятки років.

РЕГЕНЕРАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАШИННИХ МАСТИЛ

Шулїна Є. О., студентка, СумДУ, м. Суми

Виробництво нафтових масел продовжує збільшуватися, що в свою чергу сприяє зростанню кількості відпрацьованих масел та пошуку методів їх регенерації. Саме регенерація і утилізація відпрацьованих масел є важливою науково-технічною проблемою, тому що вони є техногенними відходами, які при недбалому поводженні можуть стати потенційно небезпечними забруднювачами всіх об'єктів навколишнього середовища – атмосфери, ґрунту і води [1].

Найважливішою проблемою є збір масел. Їх зливають в спеціально пристосовані, забезпечені відповідним написом, баки або резервуари в які не допускається злив інших відпрацьованих або свіжих масел.

При зборі масла поділяють на групи:

- ВММ (відпрацьовані моторні масла);
- ВІМ (відпрацьовані індустріальні масла);
- СВН (суміші відпрацьованих нафтопродуктів).

ВММ і ВІМ використовують як сировину для регенерації і очищення, СВН переробляють на нафтопереробних заводах в суміші з сировою нафтою. Такий підхід до вирішення проблеми передбачає використання гнучких технологій, що дозволяють переробляти подібні суміші [2].

В даний час масла піддають:

- 1) вторинній переробці у вигляді сумішей, в основному нафтових масел, іноді – з незначними домішками синтетичних масел і мастильно охолоджуючих технологічних засобів, з отриманням базових компонентів;
- 2) роздільній регенерації по марках з отриманням продуктів відповідного призначення. У цьому випадку здійснюють видалення продуктів старіння і забруднення без руйнування і відділення присадок, дефіцитну кількість яких вводять на заключній стадії приготування масел;
- 3) переробці сумішей або очищення окремих відпрацьованих продуктів з метою отримання котельного палива;
- 4) використання в якості низькоякісних палив [3].

У найбільших обсягах використовується вторинна переробка. Серед найпоширеніших її методів є: сіркоокисне, екстракційне та адсорбційне очищення, гідроочищення, тонкоплівкове випаровування, ультрафільтрація.

Використання нафти як сировини для виробництва палива і інших хімічних продуктів набуває все більшого значення внаслідок скорочення сировинних ресурсів і в результаті зростання значення природного газу. Це підвищує інтерес до утилізації відпрацьованих масел у виробництві палив або безпосередньо як низькоякісне паливо [4].

Існують інші шляхи раціонального використання відпрацьованих масел, де вони застосовуються не за прямим призначенням. До таких напрямків відносяться: так зване промислове використання змащування грубих вузлів тертя, наприклад залізобетонних прес-форм; використання

при флотаційному очищенні руди на збагачувальних фабриках за рахунок високого рівня поверхнево-активної дії масел; для запобігання змерзання і прилипання сипучих вантажів до стінок вагонів при низьких температурах. Основний мінус такого використання є забруднення ґрунту [3].

Відпрацьовані масла мають дуже високий рівень захисних властивостей, що дозволяє використовувати їх для приготування консерваційних мастил типу ПВК з отриманням продуктів, близьких до свіжих за рівнем захисних властивостей. Все ширше їх застосовують у виробництві пластичних мастил [5].

До нових напрямів раціонального використання мастил у твердому вигляді відносяться отримання з них твердих палив шляхом затвердіння і брикетування; покриттів, наповнювачів та ізоляційних матеріалів [3].

Очищення і регенерація масел безпосередньо на місцях їх споживання є одним з найбільш економічних способів використання вторинних ресурсів і дозволяє підбирати процеси і технологічні режими, найбільш відповідні маслу даного призначення та продуктів його старіння. На думку деяких фахівців, старіння масла як такого, особливо з присадками, мало впливає на термін його служби. Основна проблема полягає в попаданні сторонніх забруднень, видалення яких шляхом механічного очищення є найбільш ефективним способом відновлення якості. Очищене масло повторно використовується за призначенням [1].

Таким чином, стає зрозуміло, що в даний час особливої важливості набуває раціональне і економне витрачання нафтопродуктів. Відпрацьовані масла, що потрапляють в НС, лише частково видаляються або знешкоджуються в результаті природних процесів. Основна ж їх частина є джерелом забруднення ґрунту, водою і атмосфери. Тому дуже важливим є своєчасний збір та регенерація відпрацьованих мастил. При правильній організації діяльності ця область може стати не тільки екологічно ефективною, але і рентабельною, оскільки вартість відновлених масел на 40–70 % нижче вартості свіжих масел при практично однаковій їх якості.

Список літератури

1. Школьнікова В.М. Паливо, мастильні матеріали і технологічні рідини. – Москва : «Вища школа», 1998. – С. 63–68.
2. Поташников Ю.М. Утилізація відходів виробництва та споживання. Навчальний посібник. – Тверь.: ТГТУ, 2004. – с. 107.
3. Вайсберг Л.А. Нові технології переробки побутових і промислових відходів / Вторинні ресурси, №5–6, 2001. – с. 45 – 51.
4. Евдокимов А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии/ А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. – М.: Нефть и газ: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – с. 86.
5. Фукс І. Г. Пластичні мастила. / І. Г. Фукс. – Москва : «Вища школа», 2002. – с. 45.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІДСТІЙНИКІВ ПАТ «СУМИХІМПРОМ» НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Дячкова Є. А., студентка, СумДУ, м. Суми

На території Сумської області вже кілька десятиліть знаходиться такий об'єкт забруднення як відстійники ПАТ «Сумихімпром» – підприємства, що спеціалізується на виробництві мінеральних добрив та двоокису титану.

Ставки-відстійники ПАТ «Сумихімпром» являють собою стічні води після виробництв діоксиду титану пігментного, що відводяться до відділення нейтралізації цеху нейтралізації по системі самопливної каналізації та по напірних трубопроводах.

Відстійники являють собою спеціально споруджені ємкості, дно і відкоси яких обладнані протифільтраційними пристроями для захисту від забруднення підземних і поверхневих водотоків.

Гідротехнічні споруди хімічних підприємств являються об'єктами, що здійснюють шкідливий вплив на навколишнє середовище. В результаті різних аварій, викликаних техногенними, або природними причинами, на території відстійників може виникнути надзвичайна ситуація, яка може призвести до людських жертв, погіршення здоров'я людей та навколишнього середовища, значних матеріальних збитків[1].

Вплив відстійників на довкілля являється змінним у часі. Тому важливим являється контроль стану навколишнього середовища в місцях проживання людей, і оцінка впливу відстійників на це середовище – повітря, поверхневі води, підземні води, ґрунти.

Оцінка впливу ГТС на навколишнє середовище може здійснюватися за допомогою «Методики оцінки стану навколишнього середовища». Згідно з критеріями екологічна ситуація може оцінюватися як:

- задовільна;
- відносно задовільна;
- напружена;
- критична;
- кризова.

В результаті надходження у природне середовище і міграції забруднюючих речовин, що містяться у воді відстійників, відбувається їх вплив на атмосферне повітря, поверхневі і підземні води, ґрунти, характер і величина яких визначаються фізико-хімічними показниками, масою і токсичністю забруднюючих речовин, що акумулюються у відстійниках, а також геологічною структурою і кліматичними та географічними особливостями регіону.

Просторовий масштаб впливу відстійників на атмосферне повітря коливається в надзвичайно широких межах, в залежності від характеристик

відстійників і об'єктів впливу. При цьому концентрація забруднюючих речовин в повітрі достатньо помітно зменшується зі збільшенням відстані від відстійників.

Стічні води, що накопичуються у відстійниках можуть довго просочуватися через дно споруди в підземні горизонти та негативно впливати на підземні води. Результатами цього впливу можуть бути:

- зміна умов живлення та навантаження на підземні води, що може викликати зміни в гідродинамічній структурі водоносної системи (режим переміщення підземних вод та їх рівень);

- зміна якості підземних вод.

Зміни в підземних водних об'єктах, в свою чергу, можуть призвести до змін кількісних та якісних показників інших компонентів природного середовища (зміни поверхневого стоку, якості поверхневих вод, зміни ландшафтних умов та поява і активізація екзогенних геологічних процесів).

Критеріями оцінки впливу відстійників на підземні води є розміри області, що забруднюється, і концентрація забруднюючих речовин.

По масштабах впливу на підземні води і результати цього впливу, вплив може бути допустимим і недопустимим. При допустимій шкоді зміни, що відбуваються з кількісними та якісними показниками підземних вод, не впливають на можливість їх використання за заданим цільовим призначенням і забезпечують збереження інших природних компонентів природного середовища відповідно до заданого рівня.

При недопустимому впливі стає неможливим використання підземних вод за цільовим призначенням, а інші компоненти навколишнього природного середовища не залишається на бажаному рівні.

Вплив відстійників на ґрунти прилеглих територій може здійснюватися двома шляхами. Перший пов'язаний з забрудненням в результаті фільтрації води, що містить забруднюючі речовини, через дно. Другий – це потрапляння забруднюючих речовин в ґрунти повітряним шляхом, за рахунок їх випаровування, і подальшого осадження природним шляхом, або через вимивання атмосферними опадами.

Хімічне забруднення води відбувається за рахунок надходження у водойми зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного походження (кислоти, луги, мінеральні солі).

Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляють у водойми, посилюється за рахунок накопичення вмісту шкідливих сполук у кожній послідовній ланці харчового ланцюга.

Список літератури

1. Савченко О. Ф. Економіко-управлінські проблеми охорони навколишнього природного середовища на підприємствах України: Теорія, методологія, практика // Рада по вивченню продуктивних сил України. – К., 2001. – С. 247.

МОЖЛИВІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДІЛЬНИЦІ ОСВІТЛЕННЯ ВОДИ ХІМІЧНОГО ЦЕХУ ЛАДИЖИНСЬКОЇ ТЕС

*Сухацький Ю. В., асистент; Гончаренко Ю. В., студент,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Основними відходами дільниці освітлення води хімічного цеху Ладижинської ТЕС є золошлакові відходи та шлами хімічного (реагентного) очищення води.

За розміром частинок золошлакові відходи поділяють на золу (розмір частинок менше 0,25 мм) і шлаки (розмір частинок понад 0,25 мм) [1]. Золошлакові відходи – цінна вторинна мінеральна сировина, яку можна використовувати: 1) для виробництва безклінкерних в'язучих (наприклад, вапняно-зольного цементу, який отримують спільним помелом золи і вапна); 2) як активні добавки для виробництва портландцементу. У початковій терміні твердіння введення золи знижує міцність цементу, а внаслідок збільшення термінів твердіння міцність цементу із золою суттєво зростає; 3) для виробництва легких пористих наповнювачів (керамзиту і аглопориту). Так, керамзит отримують як результат спучення і спікання у печах гранул, які формують із суміші золи та глини; 4) для виробництва щебеню; 5) як замітник цементу під час виготовлення бетонів і розчинів. Особливо ефективно введення золи (до 20...30 % мас.) у бетон гідротехнічних споруд; 6) для виробництва легких бетонів; 7) для виробництва силікатної цегли. При цьому значно знижуються витрати вапна (на 10...50 %), піску (на 20...30 %); 8) як пісню і вигоряючу добавку у виробництві керамічних виробів на основі глинистих матеріалів; 9) як основну сировину для виробництва зольної кераміки, що характеризується високою кислотостійкістю, низьким стиранням, а також високою термічною і хімічною стійкістю; 10) як засипку при спорудженні основ доріг; 11) для виробництва шлакової вати і пемзи; 12) як наповнювач для виробництва мастик рулонних покрівельних матеріалів; 13) для спорудження вторинних дамб на золовідвалах.

Однак, на сьогодні об'єм використання золошлакових відходів в Україні не перевищує 10 %, тому що їх утилізація вимагає вирішення цілої низки питань – від розроблення технічних умов на використання золошлакових відходів до технологічних ліній з їх переробки, навантажувально-розвантажувальних пристроїв тощо.

Шлам хімічного очищення води на ТЕС – багатотоннажний рідкий відхід, який є комплексним забруднювачем довкілля (призводить до карбонатного засолення ґрунтів, забруднює повітря пилом і CO_2 , який утворюється внаслідок розкладання органічної складової шламу, підвищує мінералізацію ґрунтових вод). Основні компоненти шламів – CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, SiO_2 . Зазвичай, шлам – аналог природних вапняків (насамперед, кальцитів з розміром зерен < 15 мкм),

однак має переваги щодо вмісту дрібніших фракцій і більшої розчинності в ґрунті. Тому запропоновано технологію отримання органо-мінерального добрива з шламу хімводоочищення теплоелектростанцій і пташиного посліду. Вона ґрунтується на зневодненні шламу з освітлювачів відділення підготовки води на ТЕС на шламонакопичувачах до вмісту вологи понад 60 %, подальшому його висушуванні у газоходах теплою відпрацьованих газів. Висушений продукт разом із димовими газами надходить у газохід, а потім вловлюється барабанним фільтром. У фільтрі підтримують температуру 150 °С. Тут шлам досушують до вмісту вологи до 10 %.

Залежно від величини рН ґрунтових вод і насиченості ґрунту основами, таке органо-мінеральне добриво можуть виготовляти з різним значенням рН (залежно від співвідношення компонентів): лужним – за співвідношення шлам:послід = 1:1; нейтральним – за співвідношення шлам:послід = 1:3; кислим – за співвідношення шлам:послід = 1:4. Висушений до вмісту вологи 14 % мас. пташиний послід і шлам з вологістю до 10 % мас. подають дозаторами у необхідному співвідношенні в змішувач і відправляють на фасувальну лінію. Органо-мінеральне добриво на основі шламу хімводоочищення ТЕС і пташиного посліду збагачує ґрунт легкозасвоюваними фосфоровмісними сполуками кальцію, що створює сприятливі умови для засвоєння сполук Фосфору і Нітрогену пташиного посліду сільськогосподарськими рослинами [2].

Шлами хімічного очищення води на ТЕС можна застосовувати як замітники природних карбонатних наповнювачів під час виготовлення змішаного в'язучого бетонної суміші. Таке в'язуче використовують для виробництва фігурних елементів мостіння. Так, запропоновано вводити шлам до бетонної суміші для виготовлення фігурних елементів мостіння пастельно-сірих тонів у кількості 5 % від маси цементу, при цьому зменшуючи вміст цементу в суміші на 5 % мас. [3]. Вміст пігменту – до 2 % від маси цементу. Це технологічне рішення дає змогу зменшити собівартість продукції (будівельних виробів), а також вирішити проблему накопичення шламових відходів процесів очищення води на ТЕС.

Список літератури

1. Зольні та золошлакові відходи як багатфункціональна сировина / [В. І. Кашковський, В. О. Євдокименко, Д. С. Каменських та ін.] // *Nauka innov.* – 2017. – № 13 (4). – с. 53-63.
2. Зюман Б.В. Основи технології отримання органо-мінерального добрива з шламу хімводоочищення теплоелектростанцій і пташиного посліду / Б. В. Зюман, М. С. Лебедева // *Екологічна безпека.* – 2008. – № 1. – с. 76-79.
3. Пасенко А.В. Шлам водоочищення теплоелектростанцій як кальційвмісний наповнювач у виробництві будматеріалів / А. В. Пасенко // *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського.* – 2013. – Вип. 3 (80). – с. 191-196.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CASPIAN SEA ASSOCIATED WITH THE TRANSPORTATION OR PRODUCTION OF OIL ON THE CONTINENTAL SHELF

*Plyatsuk L. D., Professor; Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer;
Gabbasova S. M., PhD student, SSU, Sumy*

Over the past 20 years, the Caspian Sea has become the object of attention of the whole world. Reduction in oil and gas passes in the world along with the rise energy prices have increased interest in the region, in where the potential of oil and gas production is continued is growing. Currently, the Caspian region it is significant, though not essential, supplier of crude oil to the world market. For example, the Azeri-Chirag-Gunashli oil field in Azerbaijan is on the list of the ten largest deposits of the world in terms of production, which reached the maximum in 2007 [1].

During the past 40 years, the level of contamination has increased as a result of anthropogenic activities, not all of which are in the immediate vicinity of the sea. The entire drainage basin contributes to the problems. Contaminants are transported to the sea directly by river flow (an estimated 80 % of the total load), atmospheric input, groundwater flow and direct input (such as oil contamination in the Baku region). The major sources include untreated waste from industry and agriculture along the Volga River, offshore oil and gas production, processing, extraction and transportation, and marine dumping. Considerable concentrations of oils in the sediments close to some oil production, processing and transport installations depress biological processes including the growth of commercially important fish.

As soon as oil is spilled into the marine environment it becomes subject to a number of natural processes, known as ‘weathering’, that quickly and progressively change its character and redistribute much of it into other parts of the environment. The importance of each process on the fate of the oil depends on where the spill occurs (i.e. the environmental conditions) and the type of oil. The mechanism and scale of ecological effects are greatly influenced by the oil fate.

It is clear that the impacts of an oil spill depend hugely on the circumstances. Spill volume is only one factor and not necessarily the most important. Oil source and type, wave action, water depth, the amount of sediment in the water, winds and tides, temperature and how close the spill is to the shore can make the difference between no detectable impact and a severe impact on many resources. The combination of these physical and chemical factors will also determine which habitats are exposed to the oil and in what form, e.g. a slick of oil on the water surface, a cloud of oil droplets in the top few metres of the water column, a floc of oiled particles on the seabed, a plume of oil rising from a subsea release, a coating of oil on a shoreline.

It is a feature of the marine environment that many species tend to aggregate at physical interfaces, between land and sea (coastlines), air and water

(sea's surface) or where ice meets water. Oil also tends to concentrate at these interfaces. If the oil reaches the shore, other environmental factors including wave action, slope, substratum type and the presence of features that trap oil will also be important. Their influence on the persistence of oil on the shore will be one of the most important considerations for long-term impacts.

Despite some reduction in the frequency and volume of oil spills into the sea over the last decades they still accompany all types of marine oil activities and remain serious threat to the coastal ecosystem and fishing. From international data it follows that the main loss of oil (12% of global flow) spills in tanker carriers of oil. The list of catastrophic oil spills in the sea is extensive, and the environmental and economic damages caused by them quite impressive [2].

From an environmental perspective, two main types of oil spills should be distinguished. One of them includes pelagic you, who start and end on the open sea without contact with the coastline. Their effects tend to be temporary, local and quickly reversible character in the form of acute stress.

Other and the most dangerous type of spill involves landfall oil on the coast and long-term (up to 10 years) environmental disturbances in the coastal and littoral zone. In addition to large and catastrophic differences in oil, there are two other sources of oil resources. During the extraction and transportation of oil into the sea and secondly, as a result of illegal dumping of oil and oil products from tankers and other vessels.

Analysis of known literature and international statistics shows that modern oil pollution of the sea is formed largely due to these very sources. In recent decades, many countries and internationally have taken serious measures to prevent accidents and oil spills at sea. However, there is no complete guarantee of environmental safety and cannot be in principle. "The "sword of Damocles" of emergency spills, including catastrophic ones, continues to hang over the waters of seas and oceans, and their list can be continued anytime and anywhere. This undoubtedly applies to Russia, which is the world's largest exporter of oil.

Extrapolation forecast shows that the total (accumulated) volume of accidental and other oil losses by 2020, when implementing projects for the extraction and transportation of hydrocarbons in the Russian seas, may exceed 300 thousand tons [3].

References

1. Ruchevskaya I., Mitrofanov I., Guchgeldiev O., Emeliny V., Report of the interim Secretariat of the Framework Convention on the protection of the marine environment of the Caspian Sea and the CASPECO project management and coordination bureau «Caspian Sea. State of the environment», 2011.
2. International Association of Oil & Gas Producers (IOGP) Report 525 «Impacts of oil spills on marine ecology», 2015.
3. Patin S.A. Anthropogenic impact on marine ecosystems and bioresources: sources, consequences, problems, Proceedings of VNIRO, vol. 154, 2015.

ВПЛИВ СТОКІВ З ОЧИСНИХ СПОРУД НА ЕКОСИСТЕМИ ВОДОЙМ

*Кузьміна Т. М., доцент; Басова М. О., студентка, СумДУ, м. Суми;
Пляшечник В. І., ст. лаб., Ужгородський національний університет,
м. Ужгород*

Враховуючи неможливість уникнення скиду стічних вод з очисних споруд у природні водойми, існує необхідність комплексної оцінки їх впливу на водні екосистеми. Попри те, що технології очищення стічних вод постійно удосконалюються, стоки з очисних споруд неминуче впливають на хімічні і біологічні характеристики екосистем водойм-приймачів. У першу чергу, стічні води призводять до підвищення концентрації у водоймах сполук азоту і фосфору [3].

За наявності такого впливу у водних екосистемах змінюються функціональні характеристики, передусім, зростає первинна продукція. Як наслідок, спостерігається збільшення маси первинних продуцентів, що має прояв у «цвітінні» води і експансії макрофітів. Зміни структурних характеристик водних екосистем відбуваються не лише на рівні первинних продуцентів, а й на інших трофічних рівнях. На ділянках, що перебувають під впливом стічних вод, спостерігається збільшення чисельності донних безхребетних і найпростіших [1, 3], змінюється видовий склад організмів, зникають оліго- і б-мезосапроби. В окремих випадках на фоні збільшення у воді поживних речовин відбувається зменшення як кількості видів, так і чисельності донних бактерій [2], що означає зниження інтенсивності процесів самоочищення у водній екосистемі. Під впливом стічних вод у річках з різними хімічними характеристиками води нижче впадіння стоків спостерігається монотипізація видового складу і кількісного розвитку бактерій [2].

Попри численні дослідження, спрямовані на вивчення впливу очисних споруд на функціонування гідроекосистем, залишаються невирішеними питання, пов'язані з оцінками таких впливів і розробкою заходів, спрямованих на зниження негативних наслідків і підвищення резистентності гідроекосистем.

Список літератури

1. Babko R., Kuzmina T., Suchorab Z., Widomski M.K., Franus M. Influence of treated sewage discharge on the benthos ciliate assembly in the lowland river. *Ecol. Chem. Eng. S.*, 2016, 23(3), p. 461-471.
2. Drury B., Rosi-Marshall E., Kelly J.J. Wastewater treatment effluent reduces the abundance and diversity of benthic bacterial communities in urban and suburban rivers. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2013, 79(6), p. 1897-1905.
3. Gücker B., Brauns M., Pusch M.T. Effects of wastewater treatment plant discharge on ecosystem structure and function of lowland streams. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 2006, 25, p. 313-329.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВАЖКОЇ ВОДИ ВІД ДЕЙТЕРІЮ ТА ЙОНІВ, ЩО ЗУМОВЛЮЮТЬ ЖОРСТКІСТЬ, ДЛЯ ПОТРЕБ АГРАРНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Котов М. В, Філіпенко К. А., учні 7-а класу,
Спеціалізована школа І–ІІІ ступенів №129 з поглибленим вивченням
англійської мови, м. Київ*

Україна – країна, велику частину економіки якої складає аграрна промисловість. Одним з важливих етапів технології вирощування культур є обприскування по листу в процесі вегетації. Для цього готують бакову суміш, яка складається з препаратів та добрив, у зазначеній виробником нормі, та води.

Величезна проблема полягає у тому, що жорсткість і присутність дейтерію в воді чинять значну перешкоду у розчиненні діючих речовин для бакової суміші. Препарати, при зв'язуванні з двовалентними металами, випадають в осад та як наслідок забивають обприскувачі, а також у неіонізованому вигляді значно гірше засвоюються рослинами. Для вирішення проблеми води, ми досліджуємо методи визначення та усунення розповсюджених проблем в Україні жорсткості води а також методи полегшення води, яка містить можливі варіанти уникнення небажаного забруднення.

Мета проекту:

- знайти ефективні експрес-методи визначення жорсткості води;
- визначити найбільш ефективні методи усунення жорсткості води, для використання в аграрній промисловості;
- дослідити значення пом'якшення води щодо приготування бакових сумішей і впливу на фізіологічні показники рослин;
- визначити ефективність методів зменшення кількості дейтерію у воді;
- з'ясувати вплив дейтерію на стан живих організмів.

Об'єкт дослідження – вода, яку використовують в аграрній промисловості для обприскування та поливу культур.

Предмет дослідження – методи усунення жорсткості води, що можуть бути використані в аграрній промисловості для приготування добрив, бакових сумішей та поливу. А також можливості зменшення концентрації дейтерію та значення цього процесу.

Для вирішення завдань були використані методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення даних спеціальної літератури, інтернет - ресурсів, антропометричні та фізіологічні методи, методи статистичної обробки отриманих даних, спостереження, експерименти.

Відомо, що жорстка вода – це та, що містить катіони Ca^{2+} та Mg^{2+} , аніони HSO_4^- та HCO_3^- . Визначення жорсткості води відіграє велике значення у боротьбі з цим явищем. Окрім методів загальновідомих (TDS-

метод, солеміри, індикаторні смужки) можна використовувати методи візуальної оцінки швидкості осідання деяких препаратів у воді з різними показниками жорсткості.

Коли заходить мова про усунення жорсткості – найважливішими критеріями виявляються можливість використання в польових умовах та економічна доцільність. Визначивши декілька методів досить популярних для використання в Україні ми досліджуємо їх ефективність для порівняння та удосконалення.

Експериментально встановлено, що навіть з незначно підвищеним вмістом дейтерію вода негативно впливає на процес життєдіяльності живих організмів.

Легка вода – це складний за своєю структурою і складом продукт, який надає поліфізичну дію на організм людини, вона біологічно активна, здатна перемагати хвороби, оздоровлювати і відновлювати організм, покращувати роботу клітин різних органів і систем. Важка вода містить тільки дейтерій, у ній практично немає легкого ізотопу водню.

Ні важка, ні легка вода в чистому вигляді в природі не існують, існують суміші важкої, легкої і звичайної води. Але так як у воді, що ллється з водопровідного крана, куди вона прийшла з річки, важкої води $D_2^{16}O$ близько 150 грам на тонну, у воді з річки або озера є частина D_2O , яка навіть в дуже маленьких кількостях негативно впливає на організм, то проблема вимагає рішення. Як же зі звичайної води виділити легку воду і приборати важку?

Учені займалися розробкою цієї проблеми досить довго, і врешті-решт в декількох країнах знайшли спосіб. Ідея полягає у використанні промислової технології глибокого очищення води від дейтерію і тритію методом колонкової ректифікації.

Так як вода добута таким способом дуже дорога і її дуже мало (в рік такий завод може напоїти всього сімсот чоловік), то пропонуємо використовувати більш прості і дешеві методи. Принцип цих методів полягає у використанні фізичних властивостей важкої і легкої води. В результаті рідина не настільки легка, як очищена в лабораторних умовах, але в кілька разів краще ніж та, яку ми щодня вживаємо з крана. Методи ці засновані на відмінності температур плавлення і кипіння легкої та важкої вод.

Дейтерій здатен провокувати різноманітні хімічні реакції, що приводять до погіршення властивостей та біологічної активності препаратів. Методи зменшення концентрації дейтерію доцільно використовувати у виробництві засобів захисту рослин, регуляторів росту, а також інших препаратів аграрної промисловості.

Шляхом експериментів підтверджуємо ефективність методів.

Науковий керівник – Околовська Л. Г., студентка, КНУ ім. Т. Г. Шевченка

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ

*Кошка О. Г., доцент; Кошка Д. О., старший викладач,
НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро*

Як відомо, гірничодобувні підприємства завдають значної екологічної та економічної шкоди вугледобувним регіонах країни, так як є потужними джерелами забруднення навколишнього середовища. При підземній розробці вугільних родовищ основними факторами, що суттєво погіршують екологічну обстановку, в основному є: підробіток земної поверхні і видача з шахт великих обсягів породи. Особливо гостро ця проблема стосується Західного Донбасу.

Характерною особливістю цього регіону є: зосередження основних запасів вугілля в пластах потужністю до 0,9 м (понад 87 %) і наявністю у надвугільній товщі слабо метаморфізованих піщано-глинистих порід, що відрізняються слабкою міцністю і малою стійкістю, через що конвергенція (зближення) порід на кордоні робочого простору лави і виробленого простору досягає 25 %, а опускання земної поверхні – 90...95 % від потужності пластів, що виймаються.

Гірниче обладнання, яке використовується для видобутку вугілля, на шахтах Західного Донбасу не в змозі відпрацьовувати пласти потужністю менше ніж 1,05 м без присікання бічних порід, що зумовлено габаритами механізованих комплексів, необхідністю дотримання висоти вільного проходу по лаві для обслуговуючого персоналу (не менше 0,55–0,60 м) та конвергенцією вміщуваних порід. У зв'язку з цим, виїмка вугільних пластів супроводжується присіканнями порожніх порід потужністю до 0,35–0,40 м. В результаті такої виробничої діяльності значно погіршується якість вугілля, основним показником якого є його зольність. Так, середня зольність видобутого вугілля по компанії ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» становить 43,4 %. Найбільше засмічення вугілля, що видобувається спостерігалось по шахтам: ім. Героїв Космосу – 50,0 %, «Самарська» – 47,0 %, «Благодатна» – 45,1 %. При цьому збільшення зольності призводить до збільшення освіти углеотходов на денній поверхні. Це баласт, який щорічно виймається з надр разом з вугіллям, видається на поверхню, перевозиться, збагачується, а потім складується в породні відвали і шламонакопичувачі. На кожен тону видобутого вугілля сьогодні «на гора» видається до 1,0 т породи. Якщо подумки перерозподілити видобуток шахт Західного Донбасу виходить, що з 10 вугледобувних підприємств 7 видобувають вугілля, інші 3 – породу.

Сьогодні на території Західного Донбасу розташовано 8 діючих породних відвала, які забруднюють повітряний басейн. За період своєї діяльності шахтами регіону було вивезено в них близько 1 млрд т породи. При цьому зі сфери виробництва виведено близько 200 га орних земель.

Кількість вугільних пластів робочої потужності на кожній шахті різна і змінюється від 4 до 11. Сумарна потужність їх виймання становить 4,2...11,5 м. При відпрацюванні всіх вугільних пластів без охорони поверхні, і способі управління покрівлею повним обваленням, повні осідання земної поверхні складуть 3,8...10,4 м. Об'єктивно це означає безповоротну втрату земель. У цьому випадку буде затоплено або підтоплено близько 15 тис. га поверхні землі, з яких 1,7 тис. га - лісові масиви, 2,4 тис. га – населені пункти.

Деформації поверхні, що з'являються під впливом гірничих робіт, поряд з порушенням ґрунтового шару ускладнюють механізовану обробку сільськогосподарських земель. Встановлено [1], що просадка поверхні на глибину до 3 м знижує родючість ґрунту на 10 %, до 6 м – на 50 %. При просіданнях поверхні більш, ніж на 8 м, родючий шар ґрунту руйнується. Мульди осідання часто заповнюються водою, що викликає заболочування земель. Підвищення ґрунтових вод вище рівня, до якого дерева пристосувалися в процесі росту, призводить до порушення фізіологічних процесів. Порушується дихання коренів і дерева усихають.

Все це говорить про необхідність вирішення питання розробки та впровадження нових технологій, що дозволять відпрацювати тонкі вугільні пласти (потужністю менше 0,9 м) без засмічення вугілля порожніми породами. Така технологія, яка передбачає роздільне виймання вугільного пласта і пустих порід, що присікаються, прийнятна для розглянутих умов, свого часу, була розроблена в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» і випробувана на ряді шахт Західного Донбасу. У вугільній промисловості нашої країни і в ряді зарубіжних країн, проводяться роботи, спрямовані на скорочення видачі породи, або, де це технічно можливо, на впровадження технологічних схем, що забезпечують роботу шахт без видачі породи на поверхню. Запропонована технологія селективного відпрацювання тонких і вельми тонких вугільних пластів [2], що забезпечує роздільну виїмку і транспортування вугілля і пустої породи, є однією з таких схем. Вона дає можливість використовувати породу для закладки виробленого простору лав, що дозволяє поліпшити якість вугілля та зменшити негативний вплив шахт на екологію регіону за рахунок залишення породи у шахті та зменшення осідань поверхні у 2–3 рази.

Список літератури

1. Колоколов О.В., Хоменко Н.П. Охрана окружающей среды при подземной разработке месторождений полезных ископаемых - К., Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986. — 232 с.
2. Отработка тонких и весьма тонких пластов с оставлением пустых пород в шахте / А.Г. Кошка, А.В. Яворский, Д.С. Малашкевич, Е.А. Яворская // Геотехнічна механіка: Межвед. сб. науч. тр. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2013. — Вип. 110. — Бібліогр.: 4 назв. — укр.

PROMISING WAYS TO SOLVE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE FOOD AND PROCESSING INDUSTRY

Skliar V., Postgraduate Student; Krusir G., Professor, ONAFT, Odessa

Food and processing industry, like many other branches of the national economy, are a source of negative environmental impacts.

The technological processes of the production used today are mostly high-wasted. Every year in Ukraine, in the process of production of oil and fat products at various stages, numerous fatty waste and by-products are formed. According to expert estimates, the volume of these wastes in general in Ukraine is 30 million tons, and the average level of their industrial processing barely exceeds 30% of the mass produced [1].

Along with the economic aspect, i.e. – the expansion of the potential resource of recyclable materials, which is especially important at the moment due to its general deficit, the use of recyclable materials and wastes also has an environmental aspect, because in a result of non-use of wastes and uncontrolled ejection into water, air and the soil, increases the anthropogenic pressure for the environment, which leads to the lack of balance of the ecological systems.

Now, the transfer of production on the closed cycles is considered as one of the fundamental directions in solving issues of rational use of natural resources and environmental protection. The requirements of the modern market dictate the necessity of creation and implementation of the technologies with low energy, resource and capital intensity into production, allowing to produce high-quality and competitive products [2].

The following directions of low-waste and non-waste technologies are most promising in the fat-and-oil industry:

- non-waste technology for the production of highly concentrated vegetable proteins based on soybeans for use in products of mass, children, dietic, medical and preventive nutrition;

- implementation of a complex of measures for reducing water consumption, cleaning of gasoline-based no fat drain with the use of progressive methods, in particular, membranous ones;

- oil refinement technology according to the scheme: steam hydration – neutralization in the soap-alkaline environment – filtration for the purpose of more complete removal and rational use of phosphatides and the receipt of commodity products of them;

- development and implementation of new processes and equipment (boiler units), which ensure the production of a technological steam by burning sunflower peelings;

- biotechnological processing of secondary raw material resources of the oil and fat industry into useful products [3].

Fat and products of hydrolysis of fats are valuable raw materials for food and processing, as well as other industries such as rubber, paint, cosmetic and

others. The search for biotechnological methods of hydrolysis of the fat fraction of the waste oils of the oil and fat industry is an urgent task.

The process of hydration of vegetable oils in the production of oil and fat is accompanied by the formation of large-scale waste, the main of which is the spent sorbent from the stage of extra bleaching and spent catalyst, whose fat content can reach 50 %. The main way to dispose of these wastes is burial at landfills. As a rule, for 1 ton of commodity product (hydrogenated fat) 1.4–2.0 kg of spent sorbent and 0.4–0.5 kg of spent catalyst are formed [2].

The use of lipolytic enzymes allows for the re-etherification of vegetable oils and fats, the treatment of sewage and sewage systems, the production of synthetic detergents, etc.

The implementation of this method of hydrolysis of fat-containing wastes with the production of products of hydrolysis: mono- and diacylglycerides, free fatty acids and other products of enzymatic hydrolysis will allow the use of large volumes of waste oils of the oil and fat industry as secondary material resources in various branches of the chemical industry: mono-, di- and triacylglycerides are active are used in the technology of production of rubber products and plastic masses, fatty acids – for the production of various types of soaps, higher fatty alcohols, in the manufacture of paint and varnish materials, in the technology of rubber-technical products (plasticizers, secondary activators), cotton, leather, textile industry and others [3,4].

Low-waste and non-waste technologies, on the one hand, allow all valuable components to maximally and comprehensively extract raw materials, turning them into useful products, and, on the other hand, eliminate or reduce environmental damage through the formation and penetration of waste products into the environment.

References

1. Reagent purification of the processing industry enterprises effluents / Malovany M. et al. // *Food Science and Technology*. 2018. Vol. 12, No. 3. P. 109-116. DOI: 10.15673/fst.v12i3.1046.

2. Research of the influence of decomposition of wastes of polymers with nano inclusions on the atmosphere / Vambol S. et al. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 6, No. 10(90). P. 57-64. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.118213.

3. Thakur S. Lipases, its sources, properties and applications: A Review // *Int J Sci Eng Res*. 2012. Vol. 3, No. 7. P. 1-29. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/a228/6a2e681c7847e07340f39c03318e03450127.pdf>.

4. Пескова Л. О., Дехтяренко Н. В. Фермент ліпаза: аналіз галузей використання, продуцентів, способів одержання // *Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*. 2014. вип. 3. С. 63-72. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2014_3_12.

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МІСЦЯХ ШВИДКОГО ХАРЧУВАННЯ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Трунова І. О., доцент; Філоненко І. С., студентка, СумДУ, Суми

В останні десятиріччя суспільство все більше турбує стан навколишнього середовища, бо людина як біологічна істота не може існувати без чистого довкілля. За 50–60 років людство виробило приблизно 8,4 млрд тон пластику, левова частка якого (66 %), дуже швидко стала сміттям і потрапила на звалища або в Світовий океан. На сьогодні екологічна політика ЄС сформувала чіткі підходи до вирішення проблем забруднення навколишнього середовища, зокрема 24 жовтня 2018 року Європейський парламент затвердив введення заборони на одноразову пластикову продукцію. Виконавши своє призначення, вироби з пластику не знищуються під впливом природних чинників протягом десятків років, а при руйнуванні утворюють цілий ряд токсичних з'єднань. Купуючи їжу у місцях швидкого харчування кожний хлібобулочний виріб кладуть у поліетиленовий пакет, який потім викидається у смітник. В роботі ми пропонуємо перехід на більш безпечні для здоров'я і довкіллю паперові пакети. У порівнянні з поліетиленовими, паперові пакети зберігають свіжість продукту і аромат, привабливі на вигляд і приємні на дотик, повністю відповідають санітарним нормам та вимогам, а головне – після вжитку легко переробляються на нову продукцію, а якщо потрапляють у відходи, розкладаються за тиждень, не впливаючи на довкілля. Зростання виробництва полімерів призвело до суттєвого зростання їх частки у твердих побутових відходах до 8–12 %, з них приблизно 80% складають відходи термопластів. Полімерні відходи у природних умовах розкладаються протягом 80-100 років, забруднюючи довкілля продуктами деструкції. При їх самовільному спалюванні у атмосферу можуть виділятися надзвичайно небезпечні речовини канцерогенної дії – діоксини і фурані.

Один з найкращих досвідів розв'язання екологічних проблем та забезпечення екологічної безпеки мають Європейські країни. На сьогодні екологічна політика ЄС встановила, що до 2030-го року усі пластикові упаковки в країнах ЄС мають вироблятися із матеріалів, придатних для повторної переробки. Передбачається, що всі ці предмети повинні вироблятися не з пластику, а з більш екологічних матеріалів і бути багаторазовими. Дослідження показали низьку громадську активність українців, недостатньо розвинутий екологічний рух в країні і його зв'язки з суспільством, що визначає екологічну свідомість та культуру населення.

Нами запропоновано замінити пластикові пакети у місцях швидкого харчування ВНЗ на паперові. Біля кожного буфету поставити паперову урну для збору вжитих пакетиків. Папір, що використано, здавати в пункти прийому втор сировини.

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ГОРІННЯ В КОТЛАХ ІЗ ЦИРКУЛЮЮЧИМ КИПЛЯЧИМ ШАРОМ З ПОЗИЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Батальцев Є. В., асистент, СумДУ, м. Суми

Теплові електростанції сьогодні є найпоширенішими серед виробників електроенергії, але водночас й екологічно небезпечними об'єктами. Використання очисних пристроїв на них скорочує рівень забруднення навколишнього середовища, однак це не вирішує цієї проблеми повністю через те, що в процесі функціонування очисних установок утворюються відходи. Чисті вугільні технології є особливо важливим варіантом для скорочення викидів шкідливих викопних видів палива, і в країнах, що розвиваються, де вугілля легко доступний, часто є економічно ефективним варіантом.

Звичайне спалювання палива на електростанціях призводить до викиду газів, що містять краплі рідини і твердих частинок. Ця суміш видаляється з електростанцій контрольованим чином через димові труби. Основними забруднювачами є діоксид сірки (SO₂), оксиди азоту (NO_x), тверді частинки. Теплоенергетичні агрегати з циркулюючим киплячим шаром відрізняються більш високим ступенем вигорання палива (приблизно 98–99 % проти 90–95 % у котлів зі стаціонарним киплячим шаром) і можуть працювати з меншим коефіцієнтом надлишку повітря.

Серйозні дослідження з метою прикладного використання ЦКШ-технології беруть початок з початку-середини 1970-х років, а перший енергетичний ЦКШ-котел був побудований у Фінляндії в 1979 році. Основними розробниками на сьогоднішній день технології спалювання в ЦКШ є компанії Foster Wheeler, Babcock & Wilcox та ін.

Спалювання в киплячому шарі забезпечує низький рівень викидів. Одним з основних переваг є можливість ефективного уловлювання діоксиду сірки SO₂ шляхом подачі в шар вапняку. Причому в топці з киплячим шаром сірка вловлюється набагато ефективніше, ніж при уприскуванні вапна в топку з пилувугільним спалюванням. Більш того, при спалюванні палива в температурному режимі 850–900 °С, що властивий технології ЦКШ, не відбувається утворення оксидів азоту.

Таким чином, основними перевагами технології ЦКШ є:

- ефективне спалювання низькокалорійних, високозольних палив, яке визначається стабільною температурою в топці, низьким вмістом вуглецю в шарі, тривалим часом перебування коксозольного залишку в реакційній зоні;
- ефективне зв'язування сірки шляхом відносно дешевого способу подачі вапняку;
- низькі викиди оксидів азоту (менше 200-300 мг/м³) без використання спеціальних засобів азотоочистки, що додатково забезпечує компактність котельної установки.

ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ У КОНТЕКСТІ СВІТОВИХ ТЕНДЕНЦІЙ

Трунова І. О., доцент; Бублик О. В., студентка, СумДУ, м. Суми

Стрімкий розвиток технологій використання сонячної енергії на сьогодні вивів галузь на зовсім новий якісний рівень - зростання ефективності сонячних панелей при одночасному здешевленні технологій та розширенні сфер їх застосування (сонячні дороги, тротуари, фарба, черепиця, які здатні виробляти електроенергію з енергії сонця, тканина, що накопичує сонячну енергію, декоративні 3D модулі, технології перетворення дощу в електроенергію завдяки сонячним батареям та ін.), забезпечуючи щорічне скорочення світових викидів CO₂ на 200–300 мільйонів метричних тон.

За останні 9 років сонячна енергетика в сотню раз збільшила свої потужності з 3 ГВт до більше 300 ГВт. Жодна інша технологія не може похвалитися такими ж успішними результатами. При цьому, вартість технології з 2009 року зменшилася на 75 %.

Україна показала результати в 22,1 % приросту сонячних установок приватних домогосподарств в 1-му кварталі 2016 року порівняно з попереднім, 44,3 % – в 2-му та 45,4% у третьому та 77,4 % в четвертому кварталі . За підсумками минулого року, сукупна потужність таких станцій склала 16,7 МВт, з яких 14,5 МВт з'явилися саме у 2016 році. За перший квартал 2017-го приріст таких потужностей становить 20 %.

Уряди в усьому світі визнають сонячну енергію економічно вигідною і ставлять амбітні цілі щодо збільшення її виробництва. Китай взяв на себе зобов'язання дійти до виробництва 150 ГВт сонячної енергії до 2020 року. До 2025 року Тайвань планує збільшити свої сонячні потужності в 15 разів. Амбіційні плани щодо розвитку сектору встановила для себе Індія, де до 2022 року планується збільшити сонячні потужності з нинішніх 5 до 100 ГВт. Сприятливі погодні умови в регіоні дають можливість сонячним операторам пропонувати електроенергію за нижчою ціною, ніж їх вугільні конкуренти. В Україні згідно Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року сонячна енергетика має досягти 2,3 ГВт (при показниках 1 кварталу 2017 р. в 590 МВт) та 5 ГВт до 2035 року відповідно до проекту Енергостратегії. На скільки реально досягти планових показників залежить в першу чергу від державних гарантій щодо стимулювання сектору та інвестиційного клімату в країні. На даний момент, за рейтингом ЕУ, ми не входимо навіть в 40-ку країн з найбільш привабливими умовами для розвитку відновлюваної енергетики.

Розглядаючи інвестиційну привабливість проектів в сонячній енергетиці в Україні, слід, перш за все, відзначити три фактори: дія зеленого тарифу, вигідне географічне положення і, як наслідок, висока внутрішня норма прибутковості (ставка IRR).

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Макаренко Н. О., асистент; Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми

За останні 15–20 років одним із найважливіших факторів, які визначають продуктивність культурних рослин і якість урожаю, є техногенний процес на агроєкосистеми. Промислові підприємства України щорічно викидають в атмосферу близько 16 млн тонн шкідливих речовин. До числа найбільш агресивних із них відносяться важкі метали (ВМ). У наш час близько 20% орних земель країни певною мірою забруднені важкими металами, основними з яких є Ni, Zn, Co, Cr, Pb, Hg і Cu.

Ґрунти є обов'язковим компонентом будь-якої екосистеми і середовищем існування різноманітних живих істот. Найбільш суттєві зміни через техногенне забруднення проявляються у складі мікроценозів ґрунту, небажаними наслідками якого є часткова втрата родючості.

Слід зазначити, що важкі метали є одним із найнебезпечніших чинників забруднення довкілля. Потрапляючи в ґрунт з газопиловими викидами промислових підприємств, автотранспорту, домішками добрив, пестицидів та інших речовин, вони нагромаджуються в ньому у значних кількостях, що перевищують гранично допустимі концентрації. За таких умов відбувається порушення процесів мінералізації за рахунок зниження фізіологічної активності самоочищення ґрунтів та їх буферної здатності зв'язувати токсиканти. Все це створює передумови до значного нагромадження рухомих форм важких металів у ґрунті, їх акумуляції рослинами та міграції трофічними ланцюгами живлення.

На рухомість важких металів у ґрунті значно впливають кислотно-основні умови (рН). Нейтральні і лужні ґрунти обмежують їх рухомість, оскільки більшість їх зв'язується і осаджується карбонатами, а в кислому середовищі, навпаки, токсичні елементи активно мігрують.

Для характеристики забруднення ґрунтів важкими металами використовується показник забрудненості ґрунтів. При забрудненні декількома важкими металами ступінь забруднення оцінюється за величиною сумарного показника забрудненості ґрунтів Z_c :

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n-1), \quad (1)$$

де K_{Ci} — коефіцієнт концентрації i -го хімічного елемента в пробі ґрунту; n — кількість врахованих хімічних елементів.

Сумарний показник забрудненості ґрунтів демонструє інтегральний ефект впливу на екологічний стан едафотопу всієї групи ВМ.

СУЧАСНІ ШЛЯХИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

Яценко В. П., студентка; Козій І. С., доцент, СумДУ, м. Суми

В останні десятиліття світовою тенденцією є значне зростання об'ємів накопичення твердих побутових відходів (ТПВ), що спричиняє негативний вплив на навколишнє середовище та є свідченням відсутності ефективного управління еколого-економічними системами.

Щороку в Україні утворюються понад 13 млн тонн ТПВ. Більше 95 % цих відходів спрямовуються на полігони та звалища. Можливості розширення наявних полігонів суттєво обмежені.

Дослідження свідчать, що офіційно ТПВ розміщуються на міських, сільських і селищних полігонах та звалищах (ТПВ), частина з яких вже вичерпала свій ресурс. На сьогодні в країні є 4 сміттєспалювальних заводи: у Києві, Дніпропетровську, Харкові та окупованому Севастополі. Але працює лише київський завод «Енергія».

Закордонний досвід вирішення проблеми у сфері поводження з ТПВ. спрямований на побудову максимально екологічно безпечної системи поводження з їх потоками. Усі методи поводження з відходами можна представити у вигляді так званих «сходів Лансінка». Передбачається, що відбуватиметься поступовий рух догори «сходами», тобто почнуть переважати більш екологічні методи поводження з відходами.

Найбільша перевага віддається запобіганню утворенню відходів. Як показує досвід ЄС, визначення пріоритетів обумовлюється насамперед вибором суспільства та окресленими на національному рівні орієнтирами.

Сьогодні Україна може обрати той сценарій розвитку системи поводження з ТПВ, який спрямований на створення екологічно безпечної інфраструктури захоронення відходів, а також передбачає прискорене впровадження технологій переробки, що передбачає модернізацію системи збирання та захоронення відходів.

Трансформація ринку поводження з ТПВ вимагає не лише технологічних і організаційних змін. Необхідно також змінити ставлення споживача до цієї галузі та сформувати принципово нову модель поведінки.

Україна має на меті наблизити законодавство в екологічній сфері до норм ЄС. У міжнародній практиці поводження з ТПВ однією з найбільш поширених є модель координаційного агенту, як відокремленої структури або неприбуткової організації з винятковими або частковими правами на поводження з відходами, що утворюються на певній території.

На сьогодні у світі існує досить багато технологій збору та переробки ТПВ, проте їх використання в Україні вимагає впровадження гнучких економічних важелів, які б стимулювали використання ТПВ в якості вторинних ресурсів.

**СЕКЦІЯ «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ
ТА ІНЖЕНЕРІЯ»**

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ПЛАСТИН ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЇХ ГЕОМЕТРІЇ ДЛЯ МЕТАЛ-ОСТЕОСИНТЕЗУ ЩЕЛЕПИ

*Скотар А. П., студ. гр. ХМ-61-8; Ніколаєнко Д. Р., студ. гр. ІМ-82;
Скиданенко М. С., ст. викл. каф. ПОХНВ; Яхненко С. М., доц. каф. ПОХНВ,
СумДУ, м. Суми*

Однією з найактуальніших проблем щелепно-лицьової хірургії є травматизм кісток лицьового скелета. У більшості випадків це є результатом побутової травми, транспортного та вуличного травматизму.

Більшість переломів вимагають жорсткої фіксації і вже майже протягом останніх 40 років хірурги з цією метою використовують титанові пластини і гвинти.

Метою роботи є розробка та аналіз нової геометрії титанової пластини для остеосинтезу. Робота базується на побудові тривимірних моделей виробів та перевірці їх за допомогою встановлених програм методом скінченних елементів (SolidWorks, Ansys). Визначили ефективність виробу завдяки зміні геометрії пластини та її механічним властивостям.

Для розробки найбільш коректної, оптимальної методики комп'ютерного моделювання та дослідження напруженого стану пластини скріплюючої перелом кортикальної кістки необхідно розглядати найбільш напружений стан, який виникає при пережовуванні їжі, з огляду на це будуть визначатись методики закріплення та навантаження діючі на щелепу з боку м'язів, також необхідно визначити типи контактів всіх складових, що входять до розглядуваної системи кістка-пластина.

Проаналізувавши методику моделювання, яка використовує лінійний тип контакту між кісткою та гвинтом для моделювання різьбового з'єднання контактної взаємодії пружних тіл було проведено порівняння деяких характеристик системи пластина-кістка для визначення функцій цілі і виявлено:

- максимальне напруження на плоску пластину складає 481 МПа, що не перевищує межу текучості, але як видно з розподілу напружень є зони з недовантажені, а отже можна зменшити кількість металу для пластини;
- максимальне напруження на Y - пластину складає 487 МПа, що не перевищує межу текучості, але як видно з розподілу напружень є зони з недовантажені, а отже можна зменшити кількість металу для пластини;
- максимальне напруження на пластини-квадрату складає 301 МПа, що не перевищує межу текучості, але як видно з розподілу напружень є зони з недовантажені, а отже можна зменшити кількість металу для пластини;

Необхідно відмітити, що розглянуті види пластин (пряма та Y) мають практично однакові значення максимальних напружень, але враховуючи, що найбільший зазор між двома частинами щелепи у випадку використання прямої пластини становить 0,75 мм, а у випадку Y - пластини 0,15 мм можна зробити висновок, що друга розглянута пластина забезпечує більшу жорсткість закріплення обох частин, а отже у цьому випадку перелом буде краще заживлюватись. Також Y - пластина забезпечує більшу площину контакту в нижній частині щелепи ніж варіант з прямою пластиною.

Найменшим зазором був між частинами кістки, які скріплювались пластиною у вигляді квадрату, він складав 0,13 мм, а отже саме вона забезпечує найбільшу жорсткість;

Отже, Y – пластина – є найбільш оптимальним варіантом.

Таблиця 1 – Характеристики системи пластина-кістка

Назва параметру	Значення параметру		
	Пряма пластина	Y-пластина	Пластина-квадрат
Максимальне напруження в пластині, МПа	481	487	301
Площа пластини, мм ²	66,9	89,5	62,7
Відстань між частинами перелому, мм	0,75	0,15	0,13
Тиск частин кістки одна на одну, МПа	18	15,8	14,8
Тиск пластини на більшу частину кістки, МПа	150	12,4	17,8
Тиск пластини на меншу частину кістки, МПа	154	4,2	12,6

На рисунку 1 наведена конструкція та розміри пластин на котрих проводили моделювання

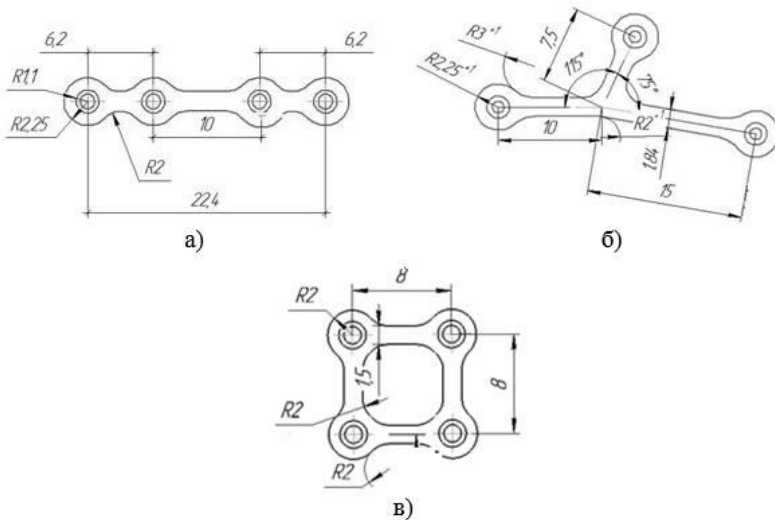


Рисунок 1 – Конструкція та розміри пластин: а – пряма; б – Y – пластина; в – пластина-квадрат

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ РОЗПЛАВУ В ОБЄ'МІ ВІБРАЦІЙНОГО ГРАНУЛЯТОРА (ПРИЛЛЕРА)

*Скиданенко М. С., ст. викл., каф. ПОХНВ; Голохвост О. О., студент ХМ-61;
СумДУ, м. Суми*

У сучасному сільському господарстві по всьому світу динамічно зростає попит на азотні добрива. Для конкурентної спроможності на ринку з'являється необхідність підвищення їх монодисперсного складу. У хімічній промисловості частіше використовують башти приливання, через однаковий розмір крапель круглої форми та менші витрати на будівництві.

Спосіб приливання полягає в розбризкуванні (розпаді струменів на краплі, що випливають з диспергуючого пристрою) в повітряному середовищі розплаву мінеральних добрив, і охолодження сферичних крапель розплаву, що перебувають у вільному падінні, і їх кристалізації в зустрічному потоці охолоджуючого повітря. Актуальним є вивчення гідродинаміки руху рідини в порожнистій перфорованій оболонки.

Необхідно знати характер обертового руху і розподіл швидкостей у розплаву, що заповнює обсяг перфорованої оболонки, що обертається та уточнити (відкоригувати) швидкість витікання струменя розплаву з отворів корзини гранулятора. Це дасть можливість визначати характер розподілу швидкості руху рідини в порожнині оболонки і перед отворами витікання, що дозволить вносити правильні конструктивні рішення для отримання монодисперсного складу продукту.

Для зазначеного дослідження і визначення характерних зон руху рідини було створено твердотілу модель перфорованої оболонки програмним продуктом "КОМПАС-3D та проведено чисельне моделювання течії з використанням програмної системи ANSYS CFX методом кінцево-елементного аналізу (МСЕ). Чисельне моделювання розбиття струменя на краплі здійснюється шляхом розв'язання рівнянь Нав'є – Стокса в межах об'єму рідини (VOF). Для декількох частот збурень виконується двовимірне (2D), осесиметричне CFD-моделювання процесу розбиття струменя. Дві фази, струмінь і навколишнє повітря, розглядаються як нестисливі рідини при ізотермічному стані.

Дослідження гідродинамічних характеристик процесу диспергування струменя і вплив на них гідромеханічних параметрів вібраційного обладнання проводилося на експериментальному стенді.

Чисельне дослідження дозволило уточнити (підкоригувати) розрахунок швидкості витікання струменя розплаву та знайти спосіб підвищення швидкості витікання (напору) розплаву з отворів корзини гранулятора, за рахунок модернізації конструкції обертового вібраційного гранулятора: збільшення кількості лопатей або підібрати геометричну форму лопатей, в залежності від робочих параметрів роботи гранулятора.

ГРАНУЛЮВАННЯ ПОРОШКОВОГО ГРАФІТУ

*Нічолодін К. В., студент ХМ-61; Скиданенко М. С., ст. викладач,
каф. ПОХНВ; СумДУ, м. Суми*

У вітчизняному виробництві графіт використовується при виробництві підшипників, електричних щіток, гальванічних батарей, кілець тертя і багатьох інших. Він стійкий як до природних, так і до хімічних впливів, відрізняється високою електропровідністю, міцністю, невисокою твердістю. Під впливом високих температур має властивість тверднути. Порошковий графіт використовується для зміцнення сталі. При застосуванні гранульованих матеріалів поліпшуються умови транспортування і умови праці при роботі з матеріалом; збільшується насипна вага, газопроникність шару матеріалу, сипкість, пористість, ефективність від застосування, поверхневий контакт із середовищем, терміни зберігання готових продуктів, зменшуються втрати матеріалу з пилом, схильність до злежуваності, комкування при розчиненні, знижується витрата матеріалу при його застосуванні і подальшій переробці.

Для технологічних ліній отримання гранульованих продуктів з порошкоподібних матеріалів найбільш оптимальним способом отримання гранул сферичної форми є метод «окатування» із застосуванням рідких в'язучих складів.

Метою досліджень було отримати гранульований графіт, що має характеристики: міцність гранул не менше 0,8 МПа, зольність не більше 2%, кульоподібну форму гранул з середнім розміром гранул 2-3 мм.

Лабораторні дослідження з вибору в'язучої речовини і відпрацювання технологічних параметрів отримання гранульованої вуглевмісної суміші (графіту) проводились в три етапи:

- перший етап: підбір складу в'язкої суміші;
- другий етап: перевірка впливу складу в'язучого речовини і технологічних параметрів гранулювання і сушіння на властивості готового гранульованого продукту;
- третій етап: перевірка оптимального складу в'язучого речовини і технологічних параметрів роботи грануляційного обладнання в безперервному режимі гранулювання, напрацювання лабораторної дослідної партії гранульованого продукту.

Принципова схема експериментальної установки зображена на рис.1.

При виконанні досліджень проводився підбір складу в'язкої суміші. У процесі грануляції оцінювалися такі параметри, швидкість гранулоутворення, гранулометричний склад, міцність вологих гранул, якість поверхні окремих гранул, міцність висушених гранул, зольність гранул.

На підставі результатів досліджень з підбору в'язучих речовин для гранулювання методом обливання порошку у певним вмістом вуглецю (графіт) зроблені наступні висновки:

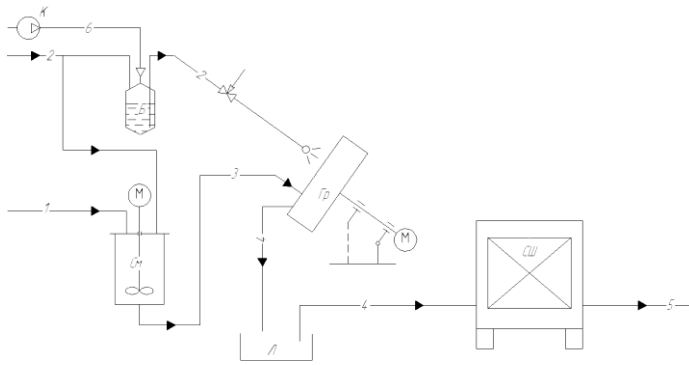


Рисунок 1 – Схема лабораторного стану

- найбільш високу міцність готових гранул і хороше гранулоутворення забезпечили в'яжучі склади на основі розчину солі лужного металу, і розчин органічної в'яжучої сполуки сполучного. Застосування розчину солі лужного металу забезпечив високу міцність гранульованого продукту. Аналіз на зольність показав, що використання в якості сполучного речовини розчину солі лужного металу дає значний відсоток вогнетривкого залишку, що не припустимо для даного типу гранульованих продуктів;
- високими технологічними характеристиками володіють в'язкі розчини на основі ацетатів. Ці в'яжучі розчини забезпечують високу статичну міцність гранул і стійкість до стирання;
- експерименти з гранулювання порошоків показали високі якості гранульованих продуктів виготовлених з використанням в'яжучих складів на основі клеола, в тому числі низьку зольність при відсутності самозаймання при нагріванні до високих температур;
- використання органічного в'яжучого в якості сполучного речовини є найбільш оптимальним варіантом при виготовленні гранульованих продуктів з вуглецевих сумішей. Воно забезпечує гарне гранулоутворення, високу міцність гранульованих продуктів і забезпечує задовільну зольність готового продукту. Збільшення зміст органічного в'яжучого в гранульованому продукті дозволяє підвищити міцність гранул, але при цьому збільшує вміст негорючих залишків;
- експериментальні роботи по використанню інших сполучних речовин (спиртового розчину каніфолі, модифікованого крохмалю і ін.) не дали надійних результатів.
- при безперервному процесі гранулювання знижується витрата зв'язуючого розчину. При проведенні експериментальних робіт з безперервного гранулювання витрати в'яжучого розчину знизилися на 30% в порівнянні з виробництвом малих (200 гр порошку) партій. Це дозволяє знизити фінансові витрати на виготовлення в'яжучого розчину, а так само знизити частку вогнетривкої залишку в готовому продукті.

ВИРОБНИЦТВО ДОБРИВ З ВЕЛИКИМ ВМІСТОМ АЗОТУ

Литвиненко О. М., студент ХМ.м-81; СумДУ, м. Суми

Більшість азотних добрив одержують синтетично: нейтралізацією кислот лугами. Вихідними матеріалами для одержання азотних добрив служать сірчана й азотна кислоти, діоксид вуглецю, рідкий або газоподібний аміак, гідроксид кальцію та ін.. Усі азотні добрива водорозчинні й добре засвоюються рослинами, але легко виносяться вглиб ґрунти при рясних дощах або зрошенні. Розповсюдженим азотним добривом є нітрат амонію або аміачна селітра. Аміачна селітра – добриво, що містить 35% азоту в аміачній і нітратній формі, завдяки чому вона застосовується на будь-яких ґрунтах і для будь-яких культур.

Однак це добриво має несприятливі для його зберігання й застосування фізичні властивості. Кристали й гранули аміачної селітри розпоршуються на повітрі або злежуються у великі агрегати в результаті їх гігроскопічності й гарної розчинності у воді.

Крім того при зміні температури й вологості повітря під час зберігання аміачної селітри можуть відбуватися поліморфні перетворення. Для придушення поліморфних перетворень і підвищення міцності гранул аміачної селітри застосовують добавки, що вводяться в процесі її виготовлення, - фосфати й сульфати амонію, борна кислота, нітрат магнію й ін. Вибухонебезпечність аміачної селітри ускладнює її виробництво, зберігання й транспортування.

Аміачну селітру виробляють на заводах, що виробляють синтетичний аміак і азотну кислоту. Виробничий процес складається зі стадій нейтралізації слабкої азотної кислоти газоподібним аміаком, упарювання отриманого розчину й гранулювання аміачної селітри.

Карбамід (сечовина) серед азотних добрив посідає друге місце за обсягом виробництва після аміачної селітри.

Зростання виробництва карбаміду обумовлений широкою сферою його застосування в сільському господарстві. Він має велику стійкість до вилуговування в порівнянні з іншими азотними добривами, тобто менш підданий вимиванню із ґрунту, менш гігроскопічний, може застосовуватися не тільки як добрива, але й у якості добавки до корму великої рогатої худоби. Карбамід, крім того, широко використовується для одержання складних добрив, добрив з регульованим терміном дії, а також для повчання пластмас, клеїв, лаків і покриттів.

Сировиною для виробництва карбаміду служать аміак і діоксид вуглецю, одержуваний у якості побічного продукту при виробництві технологічного газу для синтезу аміаку. Тому виробництво карбаміду на хімічних заводах звичайно комбінують із виробництвом аміаку.

Підготовлено під керівництвом проф. Склабінського В. І.

ОСНОВНІ СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ ВІД АМІАКУ

Багуля О. Р., студент ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми

Домішки, що містяться в відхідних промислових газах в газо- або пароподібному стані, витягуються шляхом поглинання їх рідинами (абсорбція) або твердими поглиначами (адсорбція), а також шляхом каталітичного окислення або спалювання.

Якщо не потрібно особливо тонкого очищення промислового газу від домішок, то, як правило, використовують абсорбцію. У промисловості абсорбція з подальшою десорбцією широко застосовується для виділення з газових сумішей цінних компонентів, для очищення технологічних і горючих газів від шкідливих домішок, для санітарної очистки газів та ін..

У деяких випадках десорбції не проводять, якщо виймається компонент і поглинач є дешевими або якщо в результаті абсорбції виходить готовий продукт (наприклад, соляна кислота при абсорбції HCl водою).

З можливих численних варіантів утилізації аміаку в даний час застосовують (як альтернативу виробництва сульфату амонію) приготування безводного аміаку (або концентрованої аміачної води) на великих підприємствах і знищення аміаку на установках невеликої продуктивності.

Загальним для цих процесів є отримання аміаку з газу водою або розчином фосфатів амонію і приготування при регенерації розчинів пароаміачної суміші, що містить 15–20 % аміаку. Окислювальне або каталітичне розкладання аміаку може бути рентабельним лише при переробці досить концентрованої суміші.

Вибір поглинача залежить від того, чи планується приготування товарного продукту: аміачної води або чистого аміаку, які повинні відповідати за якістю синтетичному аміаку або його водних розчинів. Саме тому при отриманні аміаку використовують абсорбцію аміаку розчинами моноамонійфосфату. При абсорбції аміаку водою можливе одночасне уловлювання діоксиду вуглецю, сірководню і ціаністого водню. При ступінчастій десорбції частина кислих газів може бути виділена, але все ж отримуємо аміачну воду, що містить близько 200 г аміаку/дм³ розчину, 50–70 г CO_2 /дм³ і 10–30 г сірководню/дм³.

Селективне уловлювання аміаку розчином моноамонійфосфату виявляється можливим тому, що фосфорна кислота навіть на другому щаблі дисоціації виявляється сильнішою кислотою, ніж вугільна і сірководнева кислоти. У той же час при 100–420 °С розчини діамонійфосфату піддаються досить сильному гідролізу, що і призводить до десорбції.

Таким чином, з точки зору мінімальних витрат на закупівлю абсорбента, його регенерацію та мінімізацію екологічних наслідків у вигляді шкідливих викидів, оптимальною речовиною у якості абсорбенту є вода.

Підготовлено під керівництвом проф. Склабінського В. І.

СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФОСФОРНИХ ДОБРИВ

Табаченко І. О., студент; ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми

Прості фосфорні добрива – це кальцієві солі фосфорної (ортофосфорної) кислоти різного складу. У відмінності від калійних і азотних добрив фосфорні добрива мають різну розчинність, яка залежить від природи солі. По розчинності фосфорні добрива підрозділяються на: водорозчинні (група I), розчинні в органічних кислотах або засвоювані (група II), нерозчинні або розчинні тільки в сильних мінеральних кислотах (група III). По змісту живильного елемента фосфорні добрива діляться на концентровані (більш 30% P₂O₅) і неконцентровані (менш 30% P₂O₅). Сировиною для виробництва фосфорних добрив, фосфорної кислоти й елементарного фосфору є природні фосфатні руди: апатити й фосфорити. Апатити являють собою породи вулканічного походження, мають грубозернисту структуру й, крім фторгідроксилапатиту, містять нефосфатні мінерали, основним з яких є нефелін складу Na₂O(K₂O)Al₂O₃2SiO₂. Тому для виробництва фосфорних добрив використовується продукт попереднього збагачення апатитових руд – апатитовий концентрат, що містить до 40% P₂O₅, вихід якого становить близько 20% від маси апатитової - нефелінової руди.

Фосфорити – руди осадового походження, високодисперсні й містять фосфор у вигляді фторапатиту й апатитоподібних мінералів змінного состава. Зміст фосфору у фосфоритах коливається від 16 до 30% P₂O₅. Фосфати – солі ортофосфорної кислоти H₃PO₄ і поліфосфорних кислот. Ортофосфати зустрічаються в природі у вигляді мінеральних утворів (відомо близько 200), найважливіші з них – апатит і фосфорит. Фосфорити звичайно містять більше домішок аніж фторапатит. Природні фосфати утворюються в основному у верхній частині земної кори – на дні морів, озер, у болотах, ґрунтах і місцях вивітрювання; у зоні окиснення багатьох рудних родовищ. Їх використовують для виробництва таких мінеральних добрив, як суперфосфат, амофос.

Фосфати є єдиним значимим джерелом фосфору (P₂O₅). У сільськім господарстві для виробництва хімічних добрив і кормових добавок використовуються порядку 85% фосфатів, що добуваються. Інші 15% знаходять застосування в різних галузях промисловості, що ведуть позиції серед яких займає виробництво мийних засобів (12%). Близько 30% фосфатів, що добуваються, використовуються безпосередньо для виробництва кінцевого продукту, переважно добрив і кормових добавок (93%). Інші дві третини видобутку переробляються в проміжний продукт – фосфорну кислоту. Фосфорна кислота з різними концентраціями P₂O₅ використовується у виробництві добрив і кормових добавок з більш високим змістом фосфору й у промисловості.

Підготовлено під керівництвом проф. Склабінського В. І.

ЗАСТОСУВАННЯ ТРИКАМЕРНОГО МЕМБРАННОГО ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ ГАЛЬВАНІЧНИХ РОЗЧИНІВ

*Сердюк В. О. аспірант, кафедра ПОХНВ; Большанина С. Б. доцент,
зав. кафедри ТПХ; Склабінський В. І. професор, зав. кафедри ПОХНВ,
СумДУ, м. Суми*

З метою дослідження явища регенерації розчинів промивальних хромовмісних технологічних ванн, які знаходяться в технологічних лініях після ванн освітлення та пасивування процесів електрохімічного цинкування та кадмування, авторами застосований спосіб регенерації хромовмісних розчинів з використанням трикамерного мембранного електрохімічного пристрою [1, 2].

Регенерація та вторинне використання відпрацьованих технологічних розчинів відбувається за допомогою застосування іонообмінних мембран та постійного електричного струму. За допомогою електричного струму та відповідної іонообмінної мембрани відбувається проходження певного виду йонів через неї у концентраційну камеру. На цій властивості базується робота установок із застосуванням мембранного електролізу.

Для зменшення викидів важких металів та високотоксичних сполук шестивалентного хрому в стічні води авторами застосовано трикамерний електрохімічний електролізер. Електролізер складався з катодної та анодної камер занурених у розчин промивальної ванни. В катодній камері містився титановий катод (марка ВТ1-0). Катіонообмінна мембрана Relax CM-PES 11-66 встановлювалася таким чином, що утворювала одну зі стінок катодної камери спрямовану в бік анодної камери. Аналогічною за розмірами та об'ємом була анодна камера. Анод був зі свинцю (марка С2). Одна із стінок анодної камери, повернена до катодної камери, містила аніонообмінну мембрану Relax AM-PP. Електролітом в катодній та анодній камерах слугував 1 % розчин сульфатної кислоти.

Даний електрохімічний пристрій працює під дією постійного електричного струму силою струму 2–5 А та напругою 6–10 В. Під дією електричного струму катіони важких металів Cd^{2+} , Zn^{2+} та Fe^{2+} проходять крізь катіонообмінну мембрану до катодної камери, де відбувається процес їх відновлення на катоді. До анодної камери в цей час прямують хромат-аніони CrO_4^{2-} , які поступово акумулюються в ній та частково перетворюються на дихромат-аніони $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

Концентрований розчин суміші хромових кислот, утворений в анодній камері даного електрохімічного пристрою, періодично збагачує ванни освітлення та пасивації на основний реагент. При цьому значно зменшується концентрація шестивалентного хрому в промивальній воді, а також і в стічних водах гальванічної дільниці.

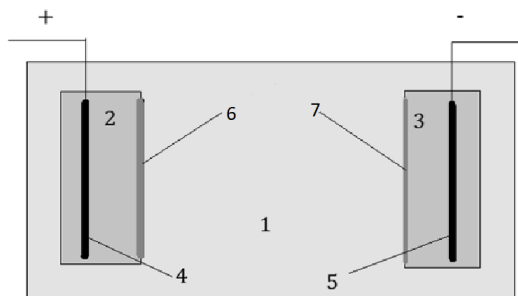


Рисунок 1 – Схема будови трикамерного електрохімічного модуля:
 1 – розчин промивної ванни; 2 – анодна камера; 3 – катодна камера; 4 – анод;
 5 – катод; 6 – аніонообмінна мембрана; 7 – катіонообмінна мембрана

За результатами роботи трикамерного модуля встановлено, що ефективність його роботи прямо пропорційна концентрації йонів металів та йонів шестивалентного хрому. Так експериментально встановлено, що при вмісті хромової кислоти в промивній воді близько 20г/л швидкість її переносу в анодну камери становила 0,019-0,036г/л-год. При сумарному вмісті важких металів в промивній ванні близько 3г/л ефективність відновлення металів на катоді складає 0,1-0,17г/год. Таким чином результатом роботи пристрою є вторинне використання хромових кислот в технологічному процесі, зменшення її вмісту в стічних водах та знесолення стічних вод завдяки вловлюванню йонів важких металів.

Список літератури

1. Кругликов С. С. Применение трехкамерного мембранного электролизера для удаления ионов цинка их технологических растворов / С. С. Кругликов, Д. Ю. Тураев, Н. С. Кузнецова // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2003. – Т. 11. – № 1. – С. 37
2. Патент РФ № МПК С02F1/46, 20.03.1997. Установка для регенерации хромсодержащих растворов / Николаев В.Н., Шишова О. А., Кондаков В.В. // Патент России № 2075448. 1998.
3. Пат. 109623 Україна, МПК (2006.01) С02F 1/46. Спосіб електролітичної регенерації хромовмісних розчинів/ Большанина С. Б., Аблеева І. Ю., Кириченко О. М., Алтуніна Л. Л., Кліманов О. Б., Сердюк В. О.; заявник та патентовласник Сумський державний університет. – № u 2016 02830; заявл. 21.03.2016; опубл. 25.08.2016, бюл. № 16. – 4 с.
4. Большанина С. Б., Сердюк В. А. Из опыта применения электрохимических модулей в процессах регенерации и очистки хромсодержащих растворов / Журнал «Мир гальваники», ISSN 2071-2464. – Т. 1 (35). – С. 6–11.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ВИДІЛЕННЯ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ ІЗ ГОЛОВНОЇ ФРАКЦІЇ

*Стороженко В. Я., проф. каф. ПОХНВ; Смирнов В. А., зав. навч. лаб.
ОЦ ТеСЕТ; Лось А. А., студент гр. ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми*

Відомі установки для виділення етилового спирту з ефіро альдегідної фракції (ЕАФ), що містять епюраційну колону для епюрації ЕАФ і звільнення спирту від решти маси головних домішок, декантатор для відділення концентрованої ЕАФ від флегми, що з'єднаний з епюраційною колоною. Недоліком відомих установок є те, що концентрат ЕАФ містить значну кількість етилового спирту, який разом з ним виводиться з установки. Тому витягання спирту з ЕАФ за допомогою розгінних колон в системі ректифікаційної установки зараз є найбільш раціональним способом утилізації цієї фракції. Витрати для отримання спирту з ЕАФ в 8–10 разів менше, ніж із сировини рослинного походження.



Рисунок 1 – Експериментальна установка для розділення ЕАФ

На лабораторній установці були проведені досліді з проведення екстрактивної ректифікації з використанням водної фракції ЕАФ в кількості $0,08 \text{ м}^3/\text{год}$, необхідну для доведення концентрації епюрата до 30 % об. Під дією низької концентрації етанолу домішки, ефіри, альдегіди, включно з компонентами сивушного масла, набувають летючість вище етилового спирту. Розгонку ЕАФ в суміші з водою проводили на колоні з високолегованої сталі діаметром 76 мм, яка складається з двох частин: нижньої з сітчатими тарілками і верхньої зі структурованою насадкою.

Було виділено близько 70 % спирту концентрацією 96 % об. Дослідження підтвердили відомий спосіб розділення ЕАФ, який можна використовувати у виробництві. Відповідні дослідження виконуються в рамках виконання проекту ДР № 0115U002551 на замовлення Міністерства освіти і науки України.

МЕТОД ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ В ГАЗО-РІДИННОМУ РЕАКТОРІ

*Стороженко В. Я., проф. каф. ПОХНВ; Смирнов В. А., зав. навч. лаб.
ОЦ ТеСЕТ; Полуйко Л. П., студент ХМ.м-81, СумДУ, м. Суми*

Для експериментальної оцінки розмірів диспергованих в газо-рідинне середовище бульбашок можуть використовуватися різні методи визначення розмірів. Найбільш поширений метод мікрофотографії проб, що відбираються безпосередньо з реактора. Метод дозволяє оцінити розмір бульбашки дисперсної фази і потім встановити розподіл останніх за розміром. До недоліків методу мікрофотографування проб слід віднести неможливість створення монодисперсного шару бульбашок, що викривляє їх дійсні розміри, особливо проб з розміром 0,25–0,5 мкм.

Для достовірного визначення розподілу диспергованих бульбашок застосовується високоефективний метод дослідження, який використовує датчик Каутлера. У ході вимірювання спеціальним чином підготовлена проба пропускається через калібрований канал датчика, при цьому з виміру електричного опору в момент проходження бульбашки роблять висновок про її об'єм. Завдяки великій швидкості аналізу значного числа частинок метод вирізняється достовірністю результатів. Для розрахунку характеристик розподілу в цьому випадку може бути використана електронна обчислювальна машина, в яку надходить перетворений сигнал від датчика.

На лабораторній моделі об'ємного газо-рідинного апарата були проведені експериментальні дослідження по визначенню об'ємного газовмісту з використанням системи повітря-вода та стробоскопа. Під час роботи об'єм газу в середовищі визначався за рівнянням, м³/с:

$$V_{га} = \Delta H \pi D^2 / 4$$

де ΔH - різниця рівнів середовища до та після подачі газу, м; D - внутрішній діаметр апарата, м.

Для визначення середнього часу перебування газу в робочому середовищі рекомендовано наступне рівняння:

$$\varphi = \tau V_{г} / V_{а}$$

де φ - питомий газовміст, частка об.; τ - середній час перебування газу в об'ємі апарата, с; $V_{г}$ – витрата газу, м³/с; $V_{а}$ – об'єм газорідинного середовища, м³.

Отримані результати свідчать про те, що середній час перебування в об'ємі залежить практично від висоти середовища над мішалкою та фізичних параметрів системи. Такі дані дозволяють розрахувати площу поверхні контакту фаз. Безсумнівно, вдосконалення експериментальних методів дослідження характеристик дисперсного газо-рідинного середовища з урахуванням коалесценції бульбашок в свою чергу дозволяє приступати до розробки методів розрахунку та оптимізації процесу диспергування газу в рідині, а також обчислювати масообмінні процеси з урахуванням кінетики.

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ БАРАБАННИХ СУШАРОК

*Гончаренко В. П., студент ХМ-51; Грудинін В. Б., студент ХМ.м-81;
Юхименко М. П., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми*

Барабанні конвективні сушарки знаходять широке використання у хімічній промисловості для сушіння кускових, кристалічних та зернових матеріалів, як правило, у великотоннажних виробництвах. Сушильний процес у цих сушарках протікає достатньо економічно, тому що сушильний агент із високою температурою рухається паралельно із матеріалом. Барабанні сушарки є надійними у експлуатації. Барабанні сушарки застосовуються для сушки кускових, кристалічних та зернових матеріалів (соли, солей, добрив, отрутохімікатів, сировини), як правило у виробництвах із великою продуктивністю. Сушильний агент – повітря або димові гази, які рухаються прямотечною із потоком матеріалу. Матеріал, що висушується, через дозатор подається в приймальну камеру, а з неї – на приймально-гвинтову насадку. Лопаті насадки піднімаються і при обертанні барабану скидають матеріал. Тобто для барабанних сушарок важливою конструктивною частиною є насадка, яка забезпечує контакт між частинками вологого матеріалу та газовим потоком.

Інтенсифікація барабанних сушарок забезпечується удосконаленням конструкції внутрішньої насадки з метою збільшення кількості матеріалу, який пересипається і активно перемішується у робочому об'ємі барабану. Для великих шматків і матеріалів, здатних до налипання, використовується лопатева насадка, для сипких – розподільна, для пилоутворюючих матеріалів – перевалочна із закритими комітками. Так розподільна насадка, яка утворює кілька поперечних зав'яз, збільшує коефіцієнт насадки (як відношення об'єму матеріалу, який зсипається, до повного об'єму матеріалу у апараті) від 0,1 до 0,3. А це дозволяє зменшити довжину барабану у 2-2,5 рази. Також важливою характеристикою барабанної сушарки є коефіцієнт заповнення матеріалом робочого об'єму сушарки. Чим вище цей коефіцієнт, тим більша поверхня частинок вологого матеріалу бере участь у тепло- масообміні із сушильним агентом і тим ефективніше використовується робочий об'єм барабану. Тобто треба підбирати певний тип насадки із оптимальним значенням коефіцієнту заповнення. На практиці цей коефіцієнт дорівнює 0,15-0,35.

У барабанній сушарці можливо забезпечити двухходовість. При цьому сушарка уявляє собою два барабана – внутрішній та зовнішній. Вихідний матеріал подається у сушарку через внутрішній барабан, куди подається сушильний агент. Потім матеріал надходить у зовнішній барабан для остаточного сушіння. Такий принцип дозволяє забезпечити більш глибоке сушіння вологого матеріалу за рахунок збільшення часу перебування його у барабані чи зменшити витрати сушильного агента. Перспективна барабанна сушарка із поперечною продувкою шару матеріалу сушильним агентом, що дозволяє такі сушарки працювати при більш низьких температурах газів.

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОХОЛОДЖУВАЧІВ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ У ВИРОБНИЦТВІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

*Давиденко В. В., студент ХМ-51-7; Мірошніченко О. В., студент гр. ХМ.м-81;
Юхименко М. П., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми*

У виробництві гранульованих мінеральних добрив продукт після гранулювання піддають розділенню на механічних решетах для виділення товарної фракції та подальшого її охолодження у апаратах псевдозрідженого шару. При транспортуванні товарної фракції від місця отримання гранул у БГС до їх охолодження у апараті киплячого шару утворюються дрібні частинки. Охолоджувачі псевдозрідженого шару не можуть забезпечити достатній виніс дрібної фракції за рахунок ефекту активного перемішування частинок у шарі. Тому у діючих виробництвах необхідно використовувати контрольну класифікацію на решетах. При цьому джерела пиловиділення розосереджені по всьому технологічному ланцюжку, так як продукт, що містить дрібні фракції, безперервно переміщується. Все це вимагає застосування громіздких і багатоступневих систем очищення викидних газів, що призводить до завищених енерговитрат.

Одним із шляхів збільшення ефективності винесення дрібних фракцій із псевдозрідженого шару є поділ сепараційного простору охолоджувача на окремі секції, що збільшує локальні швидкості газового потоку в цих зонах і, тим самим сприяє виносу дрібних частинок.

Так установка по центру сепараційного простору апарата із циліндричним корпусом внутрішнього конусу обумовлює підвищення швидкості газового потоку у кільцевому просторі між конусом та корпусом. Це сприяє більш ефективному виносу дрібної фракції із киплячого шару, яка потім осідає у простір внутрішнього конусу та виводиться із апарата в нижній його частині.

Інший варіант стосується розділення сепараційного простору над псевдозрідженим шаром на серію зигзагоподібних каналів. При цьому за рахунок повороту потоку газу виникають відцентрові сили, що забезпечує більший контакт фаз і підвищує ефективність розділення та виносу дрібної фракції. Також можливо установлювати контактні елементи у вигляді пластин на шарнірах, які утворюють зигзагоподібні канали. Це дає можливість регулювати витрати газового потоку у окремих каналах.

Одним із варіантів конструктивної модернізації є організація у сепараційному просторі серії вертикальних каналів, всередині яких встановлюються перфоровані полиці, які направлені назустріч газовому потоку. Інтенсивність контакту фаз значно підвищується при установці в апараті перфорованих полиць, що забезпечує місцеве збільшення швидкості та турбулентності потоку. Тому такі апарати забезпечують вищу ефективність вивільнення дрібної фракції, яка становить 80–85 % при розділенні сипких матеріалів за граничним розміром частинок 0,06–7 мм.

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СУШАРОК ЗВАЖЕНОГО ШАРУ

*Гаджівєв М. М., студент ХМ-51; Глінкін В. С., студент ХМ-51;
Юхименко М. П., доц. каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми*

У різних галузях промисловості значно поширене сушіння зернистих матеріалів у завислому й псевдозрідженому станах. Інтенсивний контакт між сушильним агентом і поверхнею частинок, що висушуються, простота обладнання й обслуговування дозволяють досягти в таких сушарках високих техніко-економічних показників. Із цього класу сушарок найбільш широко застосовуються пневмотранспортні сушарки (труби-сушарки), які завдяки простоті устаткування та високої інтенсивності процесу видалення вологи витісняють із ряду галузей промисловості сушарки із псевдозрідженим шаром, барабанні сушарки та інші апарати. Так у зоні дозування матеріалу у трубу-сушарку корпус труби виконується звуженим, що створює розрідження, яке полегшує дозування апарата порошкоподібним висхідним продуктом. При цьому скорочуються питомі енергетичні витрати. Таких звужень може бути декілька по висоті апарата. У місцях звужень збільшуються відносні швидкості потоків газу та частинок матеріалу, останні добре перемішуються, у результаті чого теплообмінні та масообмінні процеси інтенсифікуються. Для збільшення часу перебування частинок матеріалу у зваженому стані та глибини сушіння комбінують пневматичну трубу-сушарку із аерофонтанними ділянками. За допомогою розподільувачів потоку створюють вихрові потоки матеріалу та газу і багатократну циркуляцію потоків у робочому об'ємі аерофонтанних ділянок, завдяки чому інтенсифікуються чого теплообмінні та масообмінні процеси.

Найбільш перспективними є поличні пневматичні сушарки. При однаковій інтенсивності сушіння час перебування матеріалу в поличних сушарках більший, ніж у трубах-сушарках. Дрібні частинки виносяться потоком нагору, а великі частинки та грудки падають назустріч потоку. Грудки поступово підсихають і руйнуються. Кут нахилу кожної нижчерозміщеної полки та відстань від її кінця до стінки поступово зменшуються; зменшується й живий переріз полиць. На нижній полиці створюється режим завислого шару. Її живий переріз 5–10 %, відстань до стінки становить 0,10–0,15 від довжини прямокутного перерізу апарата, кут нахилу до горизонту 15–20°. У міру нагромадження частина циркулюючого гарячого матеріалу випадає через розвантажувальний простір у бункер, де збирається крупна фракція продукту, що висушується. Падаючий зверху на циркулюючий шар ("подушку") ще вологий матеріал втягується у циркуляцію та швидко підсушується. Грудки в циркулюючому шарі, підсихаючи, розбиваються. Для підвищення інтенсивності сушіння в циркулюючий шар вводять інертні частинки. Кут нахилу полки при цьому збільшують, а розвантажувальний простір перекривають знизу сіткою, яка пропускає висушений матеріал, але затримує інертні частинки.

ОПТИМІЗАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МОДУЛЬНИХ СЕПАРАЦІЙНИХ ПРИБОРІВ У БАГАТОФАЗНИХ РОЗДІЛЮВАЧАХ

Ляпощенко О. О., доц. каф. ПОХНВ; Маренок В. М., науковий співробітник каф. ПОХНВ; Дем'яненко М. М., аспірант каф. ЗМіДМ; Старинський О. Є., аспірант каф. ПОХНВ; Ковтун В. В., студент ХМ.м-81; Голохвост О. О студент ХМ-61, СумДУ, м. Суми

Як відомо у нафтогазовій і хімічній промисловості широко розповсюджене сепараційне обладнання, що як і більшість технологічних об'єктів у даних галузях потребують вдосконалення. Одним із можливих варіантів вдосконалення є застосування модульних сепараційних пристроїв (МСП), які дозволяють підвищити ефективність та інтенсивність процесів розділення за рахунок одночасного використання декількох способів сепарації, до яких газодинамічні, інерційно-фільтруючі, вібраційно-інерційні та ін. Необхідно зазначити, що однією із переваг є даного способу можливість встановлення МСП у різні за конструкцією та призначенням фазні розділювачі змінюючи лише їх основні лінійні розміри, в чому і полягає задача оптимізації.

Об'єктом дослідження обрано МСП, а саме шнековий елемент, який пропонується розглянути у об'ємі SPR-сепаратора, що застосовується для очищення мастила від води та твердих домішок. Задачами дослідження є визначення гідродинамічних показників МСП та оптимізація основних лінійних розмірів за допомогою CFD-методів обчислювальної гідродинаміки. На сьогоднішній день найбільш поширеними програмними комплексами, які дозволяють вирішувати задачі такого роду є ANSYS, FlowVision, COMSOL Multiphysics та ін.

Проведене числове моделювання шнекового елемента у об'ємі SPR-сепаратора. Для моделювання було використано модель нестискаємої рідини та модель часток, вхідні та граничні умови задані у відповідності до технічних характеристик блоку циркуляційного мастила, створена адаптована розрахункова тривимірна сітка з врахуванням особливостей геометрії апарату. Отримані результати моделювання візуалізовано у вигляді траєкторій руху дисперсних часток, заливок за значеннями розподілу полів тиску та концентрації дисперсних фаз, векторів швидкості суміші, заливою за значенням модуля швидкості. Отримані гідродинамічні показники, а саме розподіл та напрямки швидкостей суцільної та дисперсної фаз, а також розподіл їх концентрацій підтверджують підвищення ефективності та інтенсивності розділення багатофазної суміші у SPR-сепараторі.

Робота виконана за підтримки МОН України (ДР № 0117U003931 «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання») під керівництвом д-ра техн. наук, гол. наук. співробітника Ляпощенко О. О.

МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ПОВЕРХНІ КОНТАКТУ ФАЗ ПРИ СЕПАРАЦІЇ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ ІЗ СУПУТНИМ ТЕПЛОМАСООБМІНОМ

*Павленко І. В., доц., каф. ЗМ і ДМ; Ляпоценко О. О., доц., каф. ПОХНВ;
Старинський О. Є., аспірант, каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми*

Процес тепло- і масоперенесення відбувається через поверхню контакту фаз, утворену поверхнями дисперсних частинок газу/рідини у суцільній фазі. При цьому, площа поверхні контакту фаз є основним гідродинамічним показником і визначальною характеристикою під час проектування тепломасообмінного та сепараційного обладнання. Розрахунок технологічних режимів масообмінних і сепараційних процесів, лінійних розмірів окремих контактних і сепараційних секцій, їх кількості та, відповідно, основних габаритних розмірів апаратів базуються на саме цій величині. У науковій літературі пропонується визначати питому поверхню контакту фаз a на одиницю об'єму залежно від діаметру дисперсних часток d_v і газовмісту φ за такою залежністю:

$$a = 6\varphi / d_v. \quad (1)$$

Слід зазначити, що значення величини діаметру часток d_v , як правило, визначається емпірично, тому значення поверхні контакту фаз, розраховане за наведеною залежністю, має також емпіричний характер, що не дозволяє з достатньою точністю розраховувати сучасне технологічне обладнання. Тому для створення достовірних методів розрахунку сепараційного і масообмінного обладнання запропонована математична модель для визначення поверхні контакту фаз при сепарації багатокомпонентних двофазних систем. При розробці цієї моделі визначено, що сумарна поверхня розділу фаз залежить від об'єму середовища і концентрації дисперсної фази у ньому, та напряму не залежить від розміру частинок, а лише від закону їх розподілу. Також встановлено універсальний вираз для визначення сумарної площі поверхні розділу фаз у скінченному об'ємі:

$$S = \alpha V_0^{2/3} = \alpha (cV)^{2/3}, \quad (2)$$

де S – площа поверхні розділу фаз, м²; α – безрозмірний коефіцієнт поверхні розподілу фаз; c – об'ємна концентрація дисперсної фази; V – об'єм середовища, м³; V_0 – об'єм дисперсної фази.

Додатково запропоновано залежність для визначення коефіцієнта поверхні розділу фаз і встановлені значення цього коефіцієнта для різних законів розподілу частинок за їх розмірами.

Робота виконана за підтримки МОН України (ДР № 0117U003931 «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання») під керівництвом д-ра техн. наук, гол. наук. співробітника Ляпоценко О. О.

ПОКРИТТЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ ДРІБНОДИСПЕРСНИМИ ПОРОШКАМИ

*Кононенко М. П., старший науковий співробітник, каф. ПОХНВ;
Покотило В. М. провідний фахівець, каф. ПОХНВ, СумДУ, м. Суми*

Отримання гранул з покриттям із мілко дисперсних порошків має велике значення та попит для металургійної, електротехнічної та хімічної галузей промисловості при виробництві нових продуктів з заданими властивостями, що дає змогу економити матеріали, зокрема, електролітичну мідь, азотні добрива.

При реалізації різних способів отримання гранул з покриттям стадії цього процесу можуть відбуватись одночасно, тобто паралельно, або послідовно. Дослідження проводились на основі тарілчастого гранулятора. В якості початкового матеріалу були взяті гранули карбаміду діаметром 2, 5 та 7 мм, в якості мілко дисперсного порошкоподібного матеріалу - трикальційфосфат (ТКФ), а в якості в'язучої рідини - аміачно-фосфатне рідке добриво. До складу лабораторної установки по дослідженню процесу нанесення покриття входили: тарілчастий гранулятор, пневматична форсунка, дозатор гранул, дозатор порошкоподібного матеріалу, ємність для в'язучої рідини, компресор, вібраційний лоток.

При виконанні досліджень були виявлені наступні закономірності:

Одночасна подача на таріль гранул карбаміду, трикальційфосфату та розпорошення з пневматичної форсунки в'язучої рідини приводила до виникнення конгломератів злиплих гранул та утворення часток з мілко дисперсного порошкоподібного матеріалу;

Послідовне розділення процесів нанесення в'язучої рідини на гранули на вібруючому лотку з наступною їх подачею та трикальційфосфату до тарілчастого гранулятора дало змогу отримувати частки з оболонкою;

При послідовному розділенню процесів нанесення в'язучої рідини та порошкоподібного матеріалу відбувається обмеження по товщині оболонки, що наноситься;

Збільшення діаметру гранул, що покриваються, приводить до зменшення відсотка злиплих часток. Одночасна подача на таріль гранул карбаміду, трикальційфосфата та розпорошення з пневматичної форсунки в'язучої рідини на частки діаметром 7 мм давало змогу отримувати гранули з покриттям, при цьому обмежень по товщині оболонки покриття не відбувалось;

Гранули по радіусу мали наступний склад: карбамід – карбамід + в'язуча рідина – карбамід + в'язуча рідина + ТКФ – в'язуча рідина + ТКФ.

Гранули мали чітко виражену перехідну зону зі зниженою адгезією між ядром та оболонкою.

Проведені дослідження дали змогу відпрацювати механізм процесу нанесення порошкового покриття на гранули добрива.

РЕЗУЛЬТАТИ ОБСТЕЖЕННЯ ДИСПЕРГАТОРІВ РОЗПЛАВУ У ВИРОБНИЦТВІ СКЛАДНИХ ДОБРІВ

*Кононенко М. П., старший науковий співробітник кафедри ПОХНВ,
СумДУ, м. Суми*

Аміачна селітра є найбільш ефективним і поширеним в світі азотним добривом. Обмеження в її використанні, що пов'язані з потенційно вибухонебезпечністю речовини, привели до необхідності введення в розплави добавок або організації виробництва комплексних добрив на основі аміачної селітри. Досвід експлуатації цих виробництв показав швидкий вихід з ладу диспергаторів (приллерів) розплаву. У виробництві комплексних добрив перфорована оболонка відцентрового диспергатора має 6 поясів по 7-8 рядів отворів в кожному поясі. Розміри отворів в поясах, починаючи з верхнього, змінюються від 4,6, до 3,6 мм з кроком по діаметру 0,2 мм. Підведення розплаву на розпорощення з приймальної камери здійснюється окремо до кожного поясу отворів за допомогою розподільника розплаву, який складається з встановлених на загальному фланці порожнистих усічених конусів.

В результаті обстеження було встановлено, що отвори перфорованої оболонки відцентрового диспергатора, розподільник розплаву і його регулювальне кільце виходять з ладу в результаті ерозійного впливу на поверхню цих деталей частинок, що знаходяться в розплаві добрив. Основним фактором впливу є частинки хлористого калію, кількість якого складає 11–16 % мас., а розмір основної фракції становить 0,20–0,63 мм; нерозчинні включення дикальційфосфату і трикальційфосфату, які утворюються в технологічній лінії виробництва і мають розмір часток від 2 до 5 мм. За результатами вимірів діаметрів отворів у відцентрових диспергаторів відзначається нерівномірний знос отворів по периметру. Найменший знос отворів відбувається в напрямку по утворюючій конічній стінки перфорованої оболонки і становить 2–10 % за рік. Найбільший знос відбувається в дотичному напрямку до стінки і становить 6–17 % в рік. Найбільшому зносу піддається внутрішня поверхня перфорованої поверхні диспергатора. Середня величина ерозійного зносу в напрямку утворюючої конічній стінки становить 1,3–1,5 мм за рік, а по ряду отворів 2–3 мм за рік. Більшому зносу схильна протилежна по ходу обертання перфорованої поверхні відцентрового диспергатора сторона. Значного зносу піддається кромка кожного конуса розподільника плаву, розташована на рівні перемичок між поясами. Зменшення кромки конусів становить 0,5–1,5 мм в рік, що призводить до нестабільності подачі розплаву по секторам і гранулометричного складу.

Проведені обстеження диспергаторів розплаву у виробництві складних добрив дали змогу виявити причини погіршення гранулометричного складу продукту, що виробляється, та провести заходи по модернізації грануляційного обладнання.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ І АПАРАТУРНОГО ОФОРМНЕННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОГО ВІДДІЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

*Никоненко О. І., студент ХМ.м-81; Михайловський Я. Е., доц. каф. ПОХНВ,
СумДУ, м. Суми*

Етиловий спирт найчастіше застосовується в харчовій промисловості при виготовленні лікєро-горілочаних виробів та плодово-ягідних вин, приготування оцту, харчових ароматизаторів і парфюмерно-косметичних виробів. У медичній промисловості та медицині спирт використовується для виготовлення препаратів і ліків, як дезінфікуючий засіб.

Ректифікацією можна отримати етанол високої міцності і чистоти. Брагоректифікаційне відділення є одним з основних у виробництві етилового спирту. У ректифікаційній колоні зміцнюють спирт, концентрують вищі спирти (сивушні масла) і пастеризують спирт. Для проведення ректифікації у промисловості використовують два типи колон: тарілчасті та насадкові.

При розрахунку ректифікаційних колон необхідно мати на увазі, що ректифікація є складним процесом протитечного тепломасообміну між рідкою і паровою фазами в умовах ускладненої гідродинамічної обстановки. Такий спосіб математичного опису розрахунку процесу розвивається через застосування електронних обчислювальних машин (ЕОМ).

Відповідно до вибраного апаратурного оформлення процесу розділення багатокомпонентної спирто-водної суміші застосовуються в основному два види математичного опису.

У тарілчастих колонах процес ректифікації описується системою алгебраїчних рівнянь, в які входять балансові та рівноважні співвідношення для поділюваних компонентів. У систему рівнянь можуть бути додані рівняння теплових балансів матеріальних потоків на кожній тарілці. Це залежить від повноти прийнятого математичного опису. В останньому випадку рішення системи рівнянь математичного опису дозволяє разом з розподілом складів по тарілках колони отримати і картину зміни кількостей пара і рідини по висоті колони.

У насадкових колонах ректифікація описується диференціальними рівняннями масопередачі. Така форма опису використовується також для деяких специфічних випадків розділення в тарілчастих колонах так, наприклад, при ректифікації сумішей компонентів з невеликою відносною летючістю, в колонах з великим числом тарілок.

Був проведений аналіз роботи спиртової ректифікаційної колони з різними контактними елементами, в результаті чого виявлені відмінності таких важливих показників, як діаметр колони, уточнювальна робоча швидкість пари, число робочих тарілок, висота колони, повний гідравлічний опір ректифікаційної колони. При цьому зроблений висновок, що більш доцільним для заданих умов є використання колони з ситчастими тарілками.

МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШЕЙ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ І АПАРАТУРНЕ ОФОРМЛЕННЯ ГАЗОФРАКЦІОНУЮЧИХ УСТАНОВОК

Аларкон К. С. М., студентка ХММ-82р, СумДУ, м. Суми

На газофракціонуючих установках (ГФУ) в різних поєднаннях комбінуються процеси розділення суміші газів на індивідуальні компоненти при цьому застосовуються такі технологічні процеси: ректифікація, компресія, конденсація, абсорбція, адсорбція тощо.

Установка для розділення вуглеводневих газів може складатися з блоку очищення, блоку осушення, компресорного блоку, блоку абсорбції (або адсорбції) та ректифікації.

Блок очищення призначений для очищення жирного газу від кислих компонентів (сірководню, вуглекислого газу тощо).

Блок осушення призначений для вилучення надлишкової водяної пари з природних газів або попутних вуглеводневих газів нафтовидобутку.

Компресорний блок призначений для компримування газу.

Блок абсорбції призначений для вилучення цільових компонентів з газу з подальшим розділенням його за фракціями на блоці ректифікації.

Сировиною є жирний газ і нестабільний бензин каталітичного крекінгу. На виході отримуються: газовий бензин, рефлюкс, сірководень і сухий газ.

Схема абсорбційної газофракціонуючої установки і послідовність виділення окремих компонентів залежать від складу вихідної суміші, необхідної чистоти продуктів і кількості одержуваних фракцій.

На газопереробних заводах ректифікацію, абсорбцію і десорбцію проводять в апаратах тарілчастого і насадкового типів. При наявності технологічного контуру «абсорбер – десорбер» поглинання з газу відповідних компонентів відбувається в абсорбері, а виділення їх – в десорбері. Витягнуті з насиченого абсорбенту вуглеводні отримують з верхньої частини десорбера, а регенований абсорбент відводять з його нижньої частини і подають в абсорбер для повторного використання.

Процес поглинання газоподібних компонентів вуглеводневих сумішей супроводжується виділенням тепла, тому температура в нижній частині абсорбера трохи вище, ніж у верхній. Наприклад, при абсорбції природного газу (з вмістом метану 85–95 %) різниця між температурами верхньої та нижньої частини абсорбера становить 5–8 °С, а при абсорбції заводських газів ця різниця збільшується в кілька разів.

Регенерація абсорбенту в десорбері або ректифікація зрідженої суміші вуглеводневих газів супроводжується підведенням тепла в апарат, тому різниця між температурою верхньої та нижньої частини десорбційної або газофракціонуючої колони становить кілька десятків градусів.

Робота виконана під керівництвом доц. каф. ПОХНВ Михайловського Я. Е.

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЯ

Ведмідь Н. О., студент, гр. ХМдн-54р; Острога Р. О., ст. викладач, каф. ПОХНВ,

Дуже важливим аспектом, який необхідно враховувати при оцінюванні доцільності використання ріпаку для виробництва моторних палив, є можливість помітного зниження токсичності відпрацьованих газів дизелів. Це пояснюється тим, що кисень, який міститься у кількості близько 10 % у молекулі метилового ефіру, позитивно позначається на характері проходження робочих процесів дизеля. Наявність окисника, безпосередньо в молекулі палива, дозволяє інтенсифікувати процес згоряння і забезпечити вищу температуру в циліндрі дизеля, що, з одного боку, сприяє підвищенню індикаторного й ефективного ККД двигуна, а з іншого – призводить до деякого збільшення оксиду азоту NO_x у відпрацьованих газах. Менша частка вуглецю (близько 77 %) в молекулі біодизельного палива призводить до зменшення його нижчої теплоти згоряння на 13–15 % та необхідності збільшення годинної і питомої ефективних витрат палива.

Біодизель виробляють із ресурсів, які швидко відновлюються (наприклад, запаси нафти є практично не відновлюваними). До того ж він не має бензолового запаху, його виготовляють з олії, сировиною для якої є рослини, що покращують структурний і хімічний склад ґрунтів у системах сівозміни. Сировиною для виробництва біодизеля можуть бути різні рослини олії: соняшникова, ріпакова, соєва, арахісова, пальмова, бавовняна, льняна, кокосова, кукурудзяна, гірчична, касторова, конопляна, кунжутна, відпрацьовані олії (використані, наприклад, під час приготування їжі), а також тваринні жири.

При згорянні біодизеля у повітря потрапляє набагато менше шкідливих газів: біодизель порівняно з мінеральним аналогом майже не містить сірки (менше 0,001 %, тоді як мінеральне дизпаливо – близько 0,2 %). Очевидні переваги біодизеля і за показниками продуктів згоряння, серед них: монооксид вуглецю, неспалені вуглеводні, оксиди азоту, сажа.

Порівняно з мінеральним маслом, один літр якого здатний забруднити 1 млн л питної води і привести до загибелі водної флори і фауни, біодизель при попаданні у воду не зашкоджує ні рослинам, ні тваринам. Крім того, він піддається практично повному біологічному розкладанню: у ґрунті або у воді мікроорганізми за місяць переробляють 99 % біодизеля, що дозволяє говорити про мінімізацію забруднення річок та озер при переведенні водного транспорту на альтернативне паливо.

Під час роботи двигуна на біодизелі одночасно виробляється мастило, унаслідок чого збільшується термін служби самого двигуна і паливного насоса на 60 %. При цьому немає необхідності модернізувати сам двигун.

Для біодизеля значення точки запалювання перевищує 150 °С, що дозволяє назвати біопаливо відносно безпечною речовиною.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

*Тодерюк І. В., студент, гр. ХМ.м-81; Острога Р. О., старший викладач,
каф. ПОХНВ,*

В умовах тривалої економічної кризи виробництво та раціональне використання добрив є надзвичайно актуальними для агропромислового комплексу, а для аграрної науки – поштовхом для пошуку енерго- і природозберігаючих технологій виробництва та використання добрив. Реально зменшити напруження щодо забезпечення рослинництва мінеральними добривами можна за рахунок перероблення та використання відходів сільськогосподарського виробництва. Саме тому для підвищення енергетичної ефективності виробництва продукції сільського господарства потрібне розроблення енергозберігаючих та екологічно-безпечних технологій із максимальним використанням вторинних і відновлюваних джерел енергії (біогаз), які можна отримати з відходів тваринництва, птахівництва, рослинництва та переробної промисловості. Лише в сільському господарстві країни за 1 рік накопичується понад 60 млн т сухої речовини відходів, з яких можна отримати 12 млрд м³ біогазу, що еквівалентно 10 млн т умовного палива та 10 млн т органічних добрив, або переробити їх на 45 млн т сухої речовини нових видів.

Практичною реалізацією поставлених завдань є створення дієвих конкурентоспроможних установок ефективної внутрішньогосподарської утилізації вторинних продуктів тваринництва, рослинництва і комунального господарства. До них відносять як суто біогазові установки, так і установки для комплексної утилізації органічних відходів різного походження.

Добрива, що одержані після анаеробного зброджування мають безсумнівні переваги, але при цьому мають місце і проблеми, які виникають із використанням цього добрива. Справа у тому, що одержане добриво не може постійно вноситися на поля впродовж усього року, а лише у визначені терміни, відмінні для різних культур. На ефективність внесення добрив істотно впливають кліматичні умови та водний режим, який, у свою чергу, залежить від фізичних властивостей ґрунту.

Біогазові установки, якими б досконалими не були, не дають можливості одержувати сучасні гранульовані добрива. Нові види розроблених органо-мінеральних добрив доцільно випускати в гранульованому вигляді, тобто в тому вигляді, в якому випускається більша кількість мінеральних добрив і до якого пристосована існуюча сільськогосподарська техніка.

Тому необхідне комплексне перероблення рідких органічних відходів, що передбачає не лише ферментацію субстрату з одержанням рідких біодобрив, а й подальше їх перероблення з отриманням сухих гранульованих біодобрив, які мають переваги як органічних, так мінеральних добрив.

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БРИКЕТУВАННЯ СОЛОМИ

Сірий А. Ю., студент ХМЗ-41с; Якушко С. І., канд. техн. наук;

Острога Р. О., старший викладач, каф. ПОХНВ, Технологія брикетування соломи ґрунтується на хімічних і механічних властивостях матеріалу. Брикетування відбувається за рахунок спікання лігніну, який виділяється із рослинних клітин при нагріванні їх під тиском. При цьому брикети утворюються без використання будь-яких присадок, зв'язувальних або смол.

Усі види пресів можна розділити на три категорії:

1. Малопотужні – вирішують проблему утилізації обмежених об'ємів відходів (зазвичай власного виробництва). Зважаючи на малу потужність, пресують не всі види сировини.

2. Преси середньої потужності (250–300 кг/год) можуть використовуватися у товарному виробництві. При цьому щільність брикетів нижча, зберігаються гірше, мають менший попит.

3. Потужні преси (400 кг/год) забезпечують товарне виробництво. Можуть виробляти високоякісний брикет із відповідними характеристиками.

Технологія шнекового пресування існує ще з ХІХ століття. Пресування відбувається в екструдері методом жорсткого формоутворення в системі гранованих філь'єрів. Подання вихідної сировини виконується конічним шнеком, що обертається. При цьому на тверду масу створюється тиск, достатній для спікання сировини, без додавання зв'язувальних компонентів. Зв'язувальним є лігнін, що міститься в сировині. Процес спікання відбувається безперервно за температури 170–220 °С. Температура пресування задається залежно від характеристик початкової сировини і досягається як за рахунок примусового підігрівання зони пресування, так і за рахунок самого процесу.

Такий спосіб брикетування простий в експлуатації, запускається і функціонує в простих умовах і забезпечує отримання високоякісної продукції.

Технологія виробництва паливних брикетів принципом шнекового пресування складається з наступних етапів:

1. Подання сировини в бункер екструдера.

2. Транспортування сировини в зону попереднього пресування циліндровим шнеком.

3. Формування брикета за рахунок зменшення об'єму камери пресування і підвищеного тертя матеріалу об поверхню конусного шнека.

4. Спікання лігніну в поверхневому шарі сформованого брикета за рахунок зовнішнього нагрівання.

5. Вихід готового брикета з подальшим різанням та утилізацією диму.

СТРУКТУРА ЗВАЖЕНОГО ШАРУ У ВИХРОВОМУ ГРАНУЛЯТОРІ: ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ ГРАНУЛ ЗА ВИСОТОЮ АПАРАТУ

*Ольховик А. І., студент ХМ-51; Потапов Д. Р., студент ХМ-51,
СумДУ, м Суми*

Обертювий (закручений) рух двофазного потоку «газ-тверде» у вихровому грануляторі здійснюється із застосуванням різноманітних конструкцій направляючих елементів (завихрювачів). Вихровий шар гранул за висотою робочого простору пристрою змінює свою структуру за рахунок різної інтенсивності зниження складових швидкості руху закрученого газового потоку. При цьому безпосередньо над завихрювачем (так звана «активна» зона, де тепломасообмін відбувається з максимальною інтенсивністю) переважним рухом гранул є рух навколо вісі пристрою. Зі збільшенням висоти робочого простору пристрою відбувається зміна траєкторії руху гранул за рахунок зміни напрямку вектора результуючої швидкості їх руху (рис. 1).

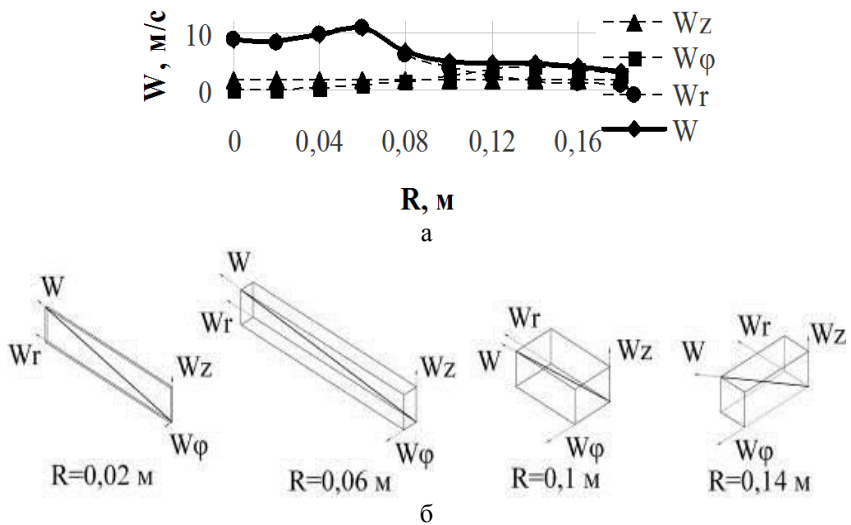


Рисунок 1 – Розрахунок сумарної швидкості руху гранул (а) і напрямку векторів швидкості гранул (б) при $Q = 0,63\text{ м}^3/\text{с}$, $\varphi = 13^\circ$, $z = 0,8\text{ м}$

Результати досліджень покладені в основу методики інженерного розрахунку апаратів вихрового типу для здійснення тепломасообмінних процесів в системі «газ-тверде», зокрема, грануляційних пристроїв.

Робота виконана під керівництвом доц. Артюхова А. Є.

МЕТОДИ УНІФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРИЧНОГО РЯДУ ВІЛЬНОВИХРОВИХ НАСОСІВ

*Міхеєв Ю. Ю., студент ХМ-61-8; Яхненко С. М., доц. каф. ПОХНВ,
СумДУ, м. Суми*

Одним із основних показників ефективності роботи підприємства-виробника є собівартість готової продукції. Даний показник безпосередньо залежить від серійності, уніфікації, та номенклатури виготовляємої продукції і енергоефективності обладнання. На підприємствах які використовують у своїх технологічних процесах насосне обладнання вартість за частин, комплектуючих та висока вартість енергоресурсів перекладається на собівартість продукції. Щоб підняти конкурентноспроможність продукції підприємству необхідно модернізоване насосне обладнання з підвищеною енергоефективністю та з високим рівнем уніфікації. Одним із основних засобів для цього є модернізація проточної частини насосів.

Найбільш ефективним методом удосконалення проточної частини насоса є використання уніфікованих опорних кронштейнів і корпусних деталей та робочих колес (РК) різного конструктивного виконання. Незмінність габаритних розмірів корпуса забезпечує мінімальні інвестиційні витрати на модернізацію існуючих відцентрових та вільновихрових насосів. Удосконалення параметричного ряду вільновихрових насосів пропонується шляхом підвищення їх енергоефективності та уніфікації корпусних деталей.

Внаслідок впровадження запропонованих змін досягнуто підвищення к.к.д. вільновихрового насоса на 4 – 5 %. Це створило передумови для удосконалення параметричного ряду вільновихрових насосів. В результаті роботи запропоновано удосконалений параметричний ряд вільновихрових насосів з підвищеними показниками енергоефективності. Енергоефективність обладнання та систем значно впливає на собівартість одиниці готової продукції підприємства-виробника.

Вільновихрові насоси (ВВН) мають декілька конструктивних схем. Найбільш поширені насоси типу "Turo" та "Seka". На основі проведеного фізичного експерименту зроблені висновки, що перехід від схеми "Turo" на конструктивну схему "Seka" дозволив підвищити к.к.д. насоса на 4%, напір - на 15%. Одержані результати пояснюються зміною структури течії рідини у проточній частині ВВН (рис. 1). Як видно із рис.1 робочий процес ВВН зі зміною положення РК також потерпає змін. При роботі насоса по схемі "Seka" зменшується складова циркуляційного потоку Q_c , а складова потоку протікання Q_{np} - збільшується, чим і пояснюється зростання ефективності насоса. Але перехід на схему "Seka" приводить до зменшення торцевого зазору між торцями лопатей РК та передньою стінкою відводу на ширину лопатей, що звужує функційні можливості насосу перекачувати рідини з великими твердими домішками.

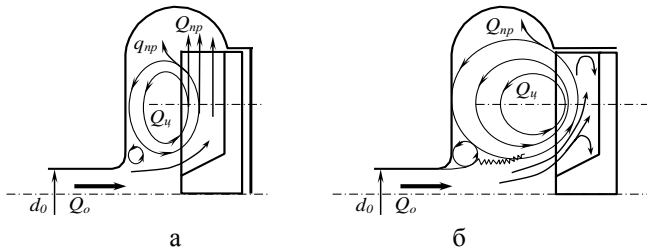


Рисунок 1 – Схема руху рідини у ВВН для різних положень РК:
а – за схемою “Turo”; б – за схемою “Seka”

Таким чином насоси типу "Turo" (рис. 2) мають більш універсальні властивості відносно середовищ які підлягють перекачуванню, бо мають більш ширшу вільно камеру чим насоси типу "Seka", що дозволяє їм перекачувати рідини з твердими домішками більшого розміру, фекальні рідини, рідини з волокнистими, абразивними або легкопошкоджуваними включеннями, високим вмістом повітря або газу та сумішей у яких можливе вільне виділення газів.

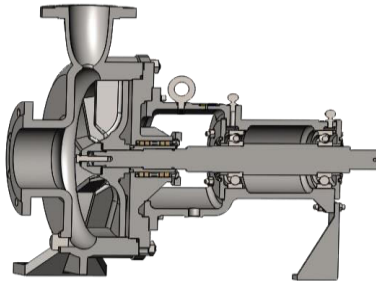


Рисунок 2 –Вільновихровий насос типу "Turo"

Залежно від виду і властивостей перекачуваномосередовища перехід із конструктивної схеми "Turo" на схему "Seka" проводиться за умови, що: -в якості базових параметрів приймаються ряди номінальних значень діаметра РК і подачі; -параметричний ряд напорів устанавлюється з урахуванням закономірностей зміни діаметрів РК і подачі;- розмірний ряд насосів забезпечує утворення конструктивного ряду лінійних і кутових розмірів форми проточної частини насосу на основі явищ подібності.

У даному випадку розглянуті можливості побудови уніфікованого параметричного ряду вільновихрових насосів для перекачування волокнистимас і газонасичених суспензій із використанням уніфікованих опорних кронштейнів та змінної задньої стінки, що виготовлена як одне ціле із вузлом ущільнення вала. Але можливі і інші варіанти переходу від схеми "Turo" на конструктивну схему "Seka".

ВПЛИВ ДРІДЖОВИХ ДОБАВОК НА ПРИГНІЧЕННЯ ПАТОГЕННОЇ МІКРОФЛОРИ ОРГАНІЗМУ ПТАХІВ

Тришина В. Ю. аспірант каф. хімічної технології неорганічних речовин;
Гуляев В. М., професор каф. хімічної технології неорганічних речовин,
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

Заражене м'ясо птиці вважається основним джерелом харчових отруєнь людини. Багато досліджень виявили що зараження відбувається не тільки через забрудненні контейнери для транспортування, не правильного зберігання готової продукції, а безпосередньо в організмі самих птахів під час їх росту. Метою проведення дослідження було виявлення впливу на організм курей-бройлерів дріжджових добавок які були включені до основного корму тварин. *Saccharomycesboulardii* – тропічний штам дріжджів, котрий використовують при комплексній терапії при лікуванні захворювань шлунку та кишкового тракту людей. Основним позитивним впливом дії дріжджів на організм вважають пригнічення патогенної мікрофлори шлунку а також є унікальним пробіотиком для організму тварин, який в змозі подавляти бактерії роду *Salmonella*. Представленні нижче данні вказують на те що використання дріжджів певних видів проявляє антимікробний вплив на організм птахів шляхом руйнації стінок клітин бактерій.

Для виявлення вмісту сальмонели використовували м'ясо курей, слину та шлунок птахів, попередньо вирощених курей з додаванням до корму дріжджових добавок. В ході досліді використовувалися бактеріологічні методи для виявлення збудників сальмонельозу у пробах продукції птахівництва та кормів. Бактеріальні дослідження проводили згідно методик Держстандарту, відбір проб було зроблено згідно правил відбору зразків патологічного матеріалу, крові, кормів, води та пересилання їх для лабораторного дослідження Державного департаменту ветеринарної медицини Мінсільгосппроду України [1].

У процесі фізіологічного росту птахів існує декілька критичних моментів пов'язаних з метаболічними змінами в організмі птахів. У такі періоди рекомендовано додавання біологічно-активних добавок до раціону птахів за для зменшення стресового впливу на організм а також для подавлення патогенної мікрофлори яка активно розмножується при критичних моментах росту птиці. Дріжджова бактерія *Saccharomycesboulardii* має високу температуру росту (37 °C), і тому може бути в змозі витримувати температуру тіла курей. Також було досліджено що дріжджові бактерії виживають при низькому рН та не втрачають своєї активності проходячи через травну систему тварин. Клітинні стінки дріжджів мають у своєму складі манозу, яка слугує приманкою для патогенних мікроорганізмів котрі для своєї життєдіяльності використовують вуглеводи. Це дає змогу вивчення дії дріжджових біологічно активних речовин у якості антагоніста ентеропатогенних мікроорганізмів тварин у сільському господарстві. В ході

досліді використовували курей у добовому віці які були поділені на три групи.

Птахів першої групи годували звичайним кормом для бройлерів, друга група мала звичайний корм але з додаванням дріжджової добавки з розрахунку 1грам на кілограм корму, третя піддослідна група мала корм з додаванням дріжджової добавки у розмірі 100 грам на кілограм корму. Усі групи птахів мали вільний доступ до корму та питної води. Світло та температура були виставленні згідно норм. Вирощували курчат до 16 тижнів (до цього періоду вони досягають забійної ваги). В період росту проводили облік маси тіла, та витрати корму на 1 кг живої маси. У віці 16 тижнів проводили мікробіологічні аналізи згідно стандартів, які показали що додавання в корм тропічного штаму дріжджів *Saccharomycesboulardii* дозі 1 гр на 1 кг готового корму дали позитивний ефект в боротьбі з бактеріями роду *Salmonella* та *Escherichia*. При годівлі кормом з додаванням 100 грам дріжджів на 1 кг корму спостерігалась значна смертність курей на 5–6 тижнів росту, птахи були не енергійними.

Третя група досліджуваних птахів загинула у віці 5–7 тижнів, тому була виключена з подальшого експерименту. Такі негативні показники говорять про те що надмірне споживання біологічно-активних добавок не дає покращення фізико-хімічних показників організму курей а навіть навпаки пригнічує всі біологічні процеси та призводить до смертності тварин. Тому не рекомендується для вигодовування курей-бройлерів додавання до основного, збалансованого корму дріжджової добавки з розрахунку 100 гр на 1 кг корму. В ході проведення досліді група птахів зі споживанням корму з додаванням 1 гр дріжджів на 1 кілограм корму показала позитивну динаміку приросту маси порівняно з контрольною групою. При цьому в перерахунку живої маси на масу спожитого корму було виявлено що контрольна група спожила корму на 15,6 % більше ніж група з дріжджовим кормом.

Висновки. Дане дослідження показало ефективність додавання до повноцінного, збалансованого корму дріжджової добавки на основі тропічного штаму дріжджів *Saccharomycesboulardii*. А також це може стати корисним інструментом контролю патогенної мікрофлори у сільськогосподарської птиці, підвищення продуктивності та економічної ефективності вирощування птиці у промислових масштабах. Включення дріжджової добавки до раціону птахів дасть змогу малим підприємствам бути конкурентоспроможними на ринку України.

Список літератури

1. Оцінка амінокислотного живлення сільськогосподарської птиці [Текст] : монографія / [Сичов М. Ю. та ін.] ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ : Компрінт, 2017. 141 с. : рис., табл. Бібліогр.: с. 136–139.

ВПЛИВ МАРКИ ГІПСОВОГО В'ЯЖУЧОГО НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕНЮ

*Чеканський Б. Б., асистенткафедра хімічної технології силікатів;
Луцюк І. В., професор, кафедра хімічної технології силікатів,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Останнім часом матеріали на основі гіпсової сировини набувають широкого застосування в будівельній галузі завдяки низьким виробничим енергозатратам та своїй екологічності [1], а введення до складу гіпсу негашеного вапна і пуцолан дає змогу підвищити його міцність та водостійкість.

Мета досліджень полягала у вивченні впливу гіпсу на характеристики каменю в системі “гіпс – негашене вапно – метакаолін”. Для отримання композиційного в'язучого у роботі було використано гіпс марок Г-4 Н-ІІ, Г-5 Н-ІІ і Г-10 Н-ІІІ, негашене вапно та метакаолін у кількості 5 %(мас.). Співвідношення гіпс : негашене вапно становило 1,5 : 1,0, а водотверде відношення (В/Т) – 0,80.

Результатами випробувань встановлено, що для зразків із гіпсом марок Г-4 і Г-5 притаманний приріст міцності та водостійкості порівняно з чистим гіпсовим каменем за його нормальної густоти. Камінь із гіпсом марки Г-10 характеризується погіршенням фізико-механічних показників (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристики каменю в віці 28 діб
(склад в'язучого, %(мас.): гіпс – 57, СаО – 38, метакаолін – 5)

Показник	Значення показника для каменю на основі		
	Г-4	Г-5	Г-10
Границя міцності при згині, МПа	3,26	3,95	3,00
Границя міцності при стиску, МПа	7,00	7,90	6,02
Водопоглинання за масою, %	39,4	41,3	46,5
Деформація усадки, мм/м	+1,3	+1,0	+0,6
Коефіцієнт розм'якшення	0,46	0,51	0,40

На основі проведених досліджень встановлено, що для системи “гіпс – негашене вапно – метакаолін” найбільш оптимальним є використання гіпсового в'язучого марки Г-5. Порівняно з гіпсовим каменем без добавок міцність каменю на основі композиційного в'язучого зростає до 50 %, а водостійкість в 1,4 рази.

Список літератури

1. Халиуллин, М. И., Гайфуллин, А. Р., Рахимов, Р. З. (2016). Комплексное влияние компонентов на основные свойства искусственного камня на основе бесклинкерных композиционных гипсовых вяжущих. Известия КГАСУ, 2 (36), 212–219.

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ НОВИХ КОМПОЗИТНИХ СОРБЕНТІВ «СИЛІКАГЕЛЬ – КРИСТАЛОГІДРАТ» ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Сергієнко Я. О., аспірант каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів; Коломієць О. В., асистент каф. енергетики; Беляновська О. А., доцент каф. енергетики; Сухий К. М., професор каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро; Губинський М. В., професор каф. промислової теплоенергетики, Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Перспективність систем акумулювання енергії на основі сорбційних явищ, полягає в їх високій енергетичній густині та їх незначній втраті тепла і повторюваності операцій акумулювання, а також в використанні екологічно безпечних робочих рідин при адсорбційному перетворенні тепла (АПТ), а також великому потенціалі до економії викопного палива. В той же час подальша комерціалізація технологій АПТ істотно ускладнена низьким рівнем властивостей традиційних адсорбентів, зокрема, низькою адсорбційною ємністю та високою температурою регенерації.

Метою роботи є створення інноваційних, ресурсо-енергоєфективних технологій, матеріалів та обладнання адсорбційного перетворення тепла для використання в енергетичній сфері, зокрема, в опаленні, гарячому водопостачанні, акумулюванні теплової енергії, вентиляції і кондиціонуванні повітря.

Технологічний процес виробництва композитних сорбентів складається з наступних стадій: приготування водного розчину силікатного скла та ПЧАС, утворення зародків силікатної фази, утворення кремній-кисневої матриці, сушка і фракціонування сорбенту.

Сорбційні властивості синтезованих композитних сорбентів "силікагель-кристалогідрат" не є лінійною комбінацією властивостей силікагелю і масивної солі, а швидкість процесу сорбції водивтричі вища. Такі композитні сорбенти характеризуються високими показниками сорбції води на рівні 0,42 – 0,65 г/г. Температура регенерації для композиту "силікагель – Na_2SO_4 " становить 90 °С, а для "силікагель – CH_3COONa " – 60 °С. Густина акумулювання теплової енергії синтезованими композитами складає 0,30 – 0,36 кВт-год/кг.

Таким чином, в роботі розроблено технологічні принципи отримання нового класу сорбційних композитних матеріалів "силікагель- Na_2SO_4 " та "силікагель- CH_3COONa " для застосування при адсорбційному перетворенні тепла.

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES FROM PLANT SOURCES

*Skiba M. I., Assistant; Ukrainian State Chemical Technology University, Dnipro;
Vorobyova V. I., Assistant, National Technical University of Ukraine "Igor
Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv; Vasilenko I. A., Associate Professor;
Mahinya A. I., Ukrainian State Chemical Technology University, Dnipro, Ukraine*

Nanotechnology, the study of matter at the nanoscale (i.e., between 1–100 nm), has opened up novel dimensions in the field of biotechnology and nanomedicine, along with various other important applications such as drug delivery, electronics, cosmetics, and biosensors. They exhibit novel and significantly improved physical, chemical and biological properties, phenomena and processes because of their size. Among the various metal nanoparticles, silver (Ag) nanoparticle has received substantial attention. Synthesis of AgNPs is generally carried out by various physical or chemical methods. Despite on success of these methodologies, they have many limitations. Green nanotechnology integrates the principles of green chemistry and green engineering to produce eco-friendly, safe nanoparticles, that do not use toxic chemicals during a synthesis protocol [2]. Green synthesis is defined as the use of environmentally compatible materials such as bacteria, fungi and plants to synthesis of nanoparticles.

In the present work dispersion of silver nanoparticles (AgNPs) were prepared by chemical reduction using plasma-chemically obtained grape pomace water extract (PC GPWE) as a natural reducing and stabilizing agent. A plasma-chemical-assisted extraction method have been employed as a novel, rapid and eco-friendly technique to obtain the water extract of grape pomace. Reducing power of PC GPWE was determined. AgNPs was characterized by UV-visible spectroscopy and scanning electron microscopy (SEM). The formation of AgNPs (from Ag^+ to Ag NPs) is confirmed by the observed surface plasmon resonance λ_{max} at 420–450 nm in UV-Vis spectra. The reaction conditions including time and content of silver nitrate were investigated. Data of dynamic light scattering (DLS) and scanning electron microscopy showed that presented method for AgNPs synthesis allow to obtain nanoparticles with size less than 50 nm. The antioxidant activity of the AgNPs was determined using the radical scavenging assay. The Ag nanoparticles enhanced antioxidant properties of suspension compared to the plant extract.

References

1. Beyene, H. D., Werkneh, A. A., Bezabh, H. K., Ambaye, T. G. Synthesis paradigm and applications of silvernanoparticles (AgNPs), a review. (2017). *Sustainable Materials and Technologies*, 13: 18–23.
2. Abdelghany, T. M., Al-Rajhi, A. M. H., Al Abboud, M. A., et al. (2018). Recent Advances in Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Applications: About Future Directions. A Review, *BioNanoSci*, 8(1): 5–16.

ОТРИМАННЯ КЕРАМІЧНИХ МІКРОФІЛЬТРАЦІЙНИХ МЕМБРАН НА БАЗІ ДІАТОМІТУ

*Кузьмінчук А. В., аспірант, хіміко-технологічний факультет;
Астрелін І. М., професор, хіміко-технологічний факультет, Національний
технічний університет України «Київський політехнічний інститут
ім. І. Сікорського», м. Київ*

Процеси мікрофільтрації сьогодні стають популярними в технологіях очищення питної води. Використання їх є доцільним в водоочисних засобах індивідуального вжитку, оскільки:

- при правильній технології синтезу фільтруючого матеріалу, вони дозволяють видаляти механічні частки та мікробіологічні забруднення, що включають в себе патогенні мікроорганізми розміром більше ніж 0,1–0,2 мкм, а саме E.Coli, Giardia, Cryptosporidium та ін.;
- низький перепад тиску (менше 2 атм.) в процесі мікрофільтрації дозволяє використовувати її в пристроях, де тиск створюється силою людського всмоктування, а також ручними насосами;
- в воду не вносяться реагенти, що викликають її вторинне забруднення.

До недоліків мікрофільтрації можна віднести низьку ефективність щодо часток вірусів, іонів важких металів, пестицидів, фенолів та ін. тому пристрої на базі таких елементів мають передбачати додаткові стадії очищення, для прикладу, сорбцію на активованому вугіллі.

Сьогодні велику популярність мають мембранні елементи на базі полих волокон, керамічних композиційних матеріалів, та ті, що отримані бомбардуванням полімерного полотна радіоактивними частинками із наступним травленням.

Велику цікавість викликає розробка керамічних елементів для мікрофільтрації, оскільки вони не потребують консервації на відміну від полих волокон, мають довгий строк придатності, можуть регенеруватися шляхом випалювання за температур 200 - 400 °С, а також мають не високу собівартість і складаються з екологічно-безпечних матеріалів.

Отримання керамічних мембран передбачає використання ряду компонентів.

1. Базові, що забезпечують механічні властивості, пористість, густину матеріалу(діатоміт, цеоліти) можуть складати від 50–90 % маси.
2. Складники, що надають матеріалу специфічні механічні властивості (стійкість до стирання, міцність, низьку крихкість та ін.) - каолін, природні та штучні силікати, кремнеземи, борвмісні сполуки - до 30% за масою.
3. Компоненти, що полегшують процеси термічної обробки - знижують температуру плавлення (MnO_2), зменшують усадку і запобігають розтріскуванню ($BaSO_4$) та ін. до 15 % за масою.

4. Пороутворювачі: (1) целюлоза, крохмаль та інша органічна сировина - утворюють пори за рахунок випалу в процесі термічної обробки, (2) карбонати (Li_2CO_3 , K_2CO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 , природна карбонатна сировина) - за рахунок виділення бульбашок газу при термічному спіканні). Розмір первинних пор в такому випадку визначається розміром часток органічної сировини чи розміром бульбашок, а зменшення їх досягається за рахунок регулювання тривалості та температури спікання. Можуть становити до 5 % за масою.

5. Бактерицидні компоненти (солі металів V–VII груп періодичної таблиці Д. І Менделєєва, іони яких мають властивість до олігодинамії).

6. Сировина, що полегшує формування маси - крохмалі, силікатний клей, карбоксиметилцелюлоза та ін.

Що стосується існуючих композитних мікрофільтраційних мембран, вони отримали широке розповсюдження в водоочисному обладнанні компанії Katadyn (Швейцарія).

На базі таких фільтрувальних елементів виготовляються як індивідуальні пристрої [1], так і установки для невеликих груп людей [2] (військових, альпіністів та ін.).

Також є дешеві рішення, що довели свою високу ефективність в умовах країн, що розвиваються.

На даному етапі досліджень отримано пласкі та циліндричні фільтрувальні елементи, що ефективно знижують мутність, що створюється частками діатоміту з розмірами 1–50 мкм.

Щодо процесу отримання матеріалу, попередня підготовка здійснюється шляхом мокрого формування. При мокрому методі необхідне подальше просушування у сушильній шафі за температури 100–120 °С.

Процес спікання проводиться у сушильній шафі за температур 900–1 300 °С впродовж 4–8 годин.

Отримані таким шляхом зразки задовольняють вимоги, що висуваються до фільтрувальних елементів індивідуальних водоочисних засобів.

На даний проводяться дослідження властивостей отриманих зразків на здатність видаляти мікробіологічні забруднення, стійкість до мікробіологічних обростань, реальний ресурс, ресурс після регенерації та ін.

Список літератури

1. Lonneman, A. (1996). U.S. PatentNo. 5,545,315. Washington, DC: U.S. PatentandTrademark Office.
2. KATADYN POCKET FILTER [Електронний ресурс] // Katadyn Group – Режим доступу до ресурсу: <https://www.katadyn.com/en/de/89-2010000-katadyn-pocket>.

РОЗРОБЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ФТОРКАУЧУКУ МАРКИ СКФ-26

Пасько Н. І., Дребезова Л. П.; Жуковська Н. В., заступник директора з наукової роботи; Пінчук Г. Ю., Державне підприємство «Науково-дослідний інститут «Еластик»

В даний час є актуальною розробка композиційних матеріалів на основі фторкаучуків, які мають такі унікальні властивості як висока термостійкість, стійкість до агресивного середовища, а саме, стійкість до дії озону, концентрованих кислот, азотної і сірчаної та нафтопродуктів.

Полярність і сильна міжмолекулярна взаємодія фторкаучуків обумовлює стійкість гум до набухання в вуглеводневих мастилах і розчинниках. Гуми на основі фторкаучука марки СКФ-26 можуть довго експлуатуватися при 200 °С, а короткочасно (до 100 годин) при 250–300 °С. Для них характерне мале накопичування залишкової деформації під час довгого перебування під напругою, причому кращі показники мають гуми на основі СКФ-26: 34 % при 200 °С протягом 24 год і 83 % протягом 240 год. Морозостійкість гум на основі фторкаучуків визначається їх високою температурою склування і нижня границя експлуатації складає мінус 20 °С. Наявність галогену в структурі полімеру визначає негорючість гум на їх основі, вони відразу перестають горіти при видаленні з полум'я [1].

Виключний комплекс властивостей гум на основі фторкаучуків визначає достатньо широке застосування їх у виробництві різних гумових деталей для машин і апаратів (ущільнень, клапанів), які працюють при високих температурах від дією агресивного середовища (концентровані сірчана та азотна кислоти) незважаючи на високу вартість і складність виготовлення виробів. Основними споживачами гум на основі фторкаучуків є літакобудування, космічна техніка, автомобільна, нафтогазова, хімічна, електротехнічна, металургічна галузі промисловості та інші. До недоліків фторкаучуків слід віднести складність переробки на технологічному обладнанні при виготовленні виробів та високу собівартість виробів.

Враховуючи унікальність фторкаучуків і потреби їх застосування в промисловості було розроблено рецептуру та технологію виготовлення виробів на основі фторкаучуку марки СКФ-26, який має меншу молекулярну масу в порівнянні з іншими марками СКФ-32, СКФ-260 і краще обробляється на обладнанні.

Були досліджені композиції, які містять наступні складові: полімерна основа фторкаучук марки СКФ-26, наповнювачі, вулканізуючі агенти, активатори вулканізації, спеціальні добавки [2].

Розроблені дослідні гуми на основі фторкаучуку марки СКФ-26 можуть застосовуватися в різних галузях промисловості для виготовлення формових виробів, які працюють при високих температурах під дією агресивного середовища.

INFLUENCE OF CHROMIUM OXIDE ON THE PROPERTIES OF SILICONE COLD CURING COMPOSITIONS

*Ilina K. Yu.; Zhukovskaya N. V., Vice Director of Scientific Work;
Yaremenko V. E., Director; Kulik A. A., State Research Institute "Elastic", Kyiv*

The effect of chromium oxide on the resistance of cold-curing silicone compounds to thermal aging, as well as on the physicochemical properties and dielectric characteristics has been studied. The various content of chromium oxide in cold-cured silicone compositions has been investigated, its optimal content in an amount of 2–5 mass at 100 mass. including low molecular weight rubber. Chromium oxide has been proven to improve the thermal stability of cold-cured silicone compositions. The development of modern technology contributes to the development of new materials with a specific set of useful properties. These include silicone elastomers, which have increased frost and heat resistance, good elasticity, high dielectric performance, atmospheric, moisture and ozone resistance, biological inertness. Along with hot-vulcanization silicone rubber based on high-molecular-weight silicone rubber, cold-curing compositions based on low-molecular-weight polyorganosiloxanes are increasingly used. These compositions are now widely used in electronics, mechanical engineering, space and rocket technology, medicine, etc. It is known that the use of chromium oxide in hot-vulcanization silicone rubber increases their thermal-oxidative resistance. Of considerable interest was the study of the effect of chromium oxide as a heat stabilizing additive in cold-curing compositions, which are made on the basis of low molecular weight polymethylsiloxane rubber. The effect on the physicochemical and dielectric parameters of silicone compositions has been studied. As the basis of the studied compositions used serial low molecular weight synthetic polymethylsiloxane rubber filled with silica filler, which was introduced chromium oxide in the calculation of 1-10 mass at 100 mass rubber. It was noted that with the introduction of chromium oxide in an amount of 10 mass at 100 mass. including rubber, within 3-5 days after the manufacture of the paste forms a hardly mixed sediment. As a control sample was taken silicone composition, not containing chromium oxide. During the curing of the test samples, the organotin catalyst Penta-21P manufactured by Penta-91 LLC Russia was used in an amount of 5 mass at 100 mass on the composition. This catalyst provides greater conventional strength and hardness of the silicone compositions, as well as a relatively fast course of the curing process at room temperature. After curing, the silicone compositions were kept at a temperature of 20-25 °C for 5 days until the properties were fully stabilized, after which tests were carried out according to physical and mechanical parameters in accordance with GOST 21751 on samples I with a thickness of 2 mm, according to Shore A hardness according to with GOST 263 and resistance to thermal aging at a temperature of 250 °C for 72 hours according to GOST 9.024. The research can be used in the development of new silicone compositions and cold-cured sealants.

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ПОРИСТОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ КОМБІНАЦІЇ ХЛОРОПРЕНОВОГО ТА БУТАДІЄН-НІТРИЛЬНОГО (СКН-18) КАУЧУКІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НЕФОРМОВИХ ВИРОБІВ

Пижова К. Д., Сорокопуд С.О.; Жуковська Н. В., заступник директора з наукової роботи, Державне підприємство «Науково-дослідний інститут «Еластик»

В останні роки потреба в пористих ущільнювачах безперервно зростає у зв'язку з розвитком таких галузей промисловості як автомобільна, авіа-, приладо- та суднобудування.

Крім цього, пористі ущільнювачі широко використовуються в сільгосптехніці, містобудуванні, для ущільнень, як в промислових спорудах, так і в житлових приміщеннях.

А саме, для гідроізоляції температурних швів будівель, паркінгів, для гідроізоляції фундаментних плит, блоків, перекриттів, для ущільнення збірних елементів під час прокладання тунелів, для ущільнення і гідроізоляції різномірних матеріалів, для герметизації деформаційних швів під час будівництва підземних, гідротехнічних та цивільних споруд, збірних залізобетонних і сталевих конструкцій.

На базі ДП «НДІ «Еластик» розроблено пористу композицію на основі хлоропренового та бутадієн-нітрильного (СКН-18) каучуків, яка має високі фізико-механічними властивості та має температурний інтервал працездатності від мінус 40 °С до 70 °С.

Гумова композиція може бути використана для виготовлення пористих ущільнювачів, які володіють необхідними вібропоглинальними, тепло-і звукоізоляційними властивостями.

Ущільнювачі мають високу стійкість до впливу різних кліматичних факторів, стійкість до багатьох кородуючих агентів: деяких кислот та лугів, виявляють стійкість до мінеральних масел на основі парафінів, води і водних розчинів, хладагентів.

Пористі ущільнювачі, виготовлені із гумової композиції, не горять і не пропускають вологу.

Пористі ущільнювачі, виготовлені із гумової композиції на основі комбінації хлоропренового та бутадієн-нітрильного каучуку (СКН-18), відрізняються високою міцністю в поєднанні з пластичністю і еластичністю, стійкістю до кисневого і озонowego старіння, мають добру масло- та бензостійкість і стійкість до дії хімічних речовин.

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»

КОЛЬОРОВІ РЕАКЦІЇ В КУРСАХ МЕДИЧНОЇ ТА БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Карпенко А. Л., студ. гр. МЦМ-805; Ліцман Ю. В., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії

Кольорові реакції – це реакції, ознакою перебігу яких є зміна забарвлення. Такі реакції широко використовуються для якісного та кількісного аналізу речовин в лабораторній практиці і, відповідно, є цікавим об'єктом вивчення певних хімічних дисциплін. З огляду на вище вказане, завданням нашої роботи було узагальнення й систематизація інформації про кольорові реакції, що розглядаються в курсах медичної та біоорганічної хімії, пошук та аналіз інформації про кольорові реакції за участю діючих речовин загальновідомих лікарських препаратів. Систематизацію інформації про кольорові реакції можна здійснити на підставі групування цих реакцій за такими критеріями як: 1) тема курсу, у якій розглядаються реакції; 2) навчальна мета використання (формування та розвиток знань про: способи добування речовин, хімічні властивості, хімічні процеси, якісне розпізнавання); 3) зміна ступеня окиснення (окисно-відновні за участю неорганічних сполук, окиснення та відновлення за участю органічних сполук; без зміни ступеня окиснення); 4) кількість та склад реагентів і продуктів.

Зауважимо, що у курсі медичної хімії кольорові реакції переважно ілюструють властивості речовин (поведінка комплексних сполук у реакціях обміну та окисно-відновних) та процеси, а - біоорганічної хімії більшість кольорових реакцій є якісними (на певний вид зв'язку, на функціональну групу) [1].

Аналіз інформації про будову діючих речовин деяких загальновідомих лікарських препаратів дозволяє використовувати певні кольорові якісні реакції на функціональні групи для їх розпізнавання. Наприклад, довести, що левоміцетин має дві гідроксильні групи як багатоатомний спирт можна за допомогою його взаємодії з купрум(II) гідроксидом [2].

Отже, розгляд кольорових реакцій в курсах медичної а біоорганічної хімії сприяє: підвищенню інтересу до об'єктів вивчення, покращенню запам'ятовування навчальної інформації; формуванню загальних компетентностей, зокрема здатності до аналізу та синтезу, використанню інформації у практичних ситуаціях. Доцільно використовувати інформацію про кольорові реакції для пропонування завдань проблемно-пошукового характеру, а інформацію про кольорові реакції лікарських речовин в якості індивідуальних завдань.

Список літератури

1. Біологічна і біоорганічна хімія : базовий підручник / Б. С. Зіменковський та ін. – Київ : ВСВ «Медицина», 2014. – 272 с.
2. Фармацевтична хімія : підручник для студ. вищ. фармацев. навч. закл. і фармацевт. ф-тів вищ. мед. навч. закл. III-IV акредитації; за заг. ред. П. О. Безуглого. – Вінниця : НОВА КНИГА, 2008. – 560 с.

ХІМІЯ АЦЕТИЛСАЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ

Самохвалова Є. І., студента групи МЦМ-805; Феденко Є. І., студента групи МЦМ-805; Ліцман Ю. В., доцент теоретичної та прикладної хімії

Ацетилсаліцилова кислота є діючою речовиною багатьох лікарських препаратів, а саме: аспірину, аспірину кардіо, кардіомагнілу, цитрамону, аскофену, кофіцилу та багатьох інших. Аспірин вже багато років залишається одним з найбільш широко відомих лікарських препаратів у світі. Проте ацетилсаліцилова кислота є цікавим об'єктом дослідження з хімічної точки зору. Саме тому завдання роботи полягало у відборі та перевірці наявних методик якісного й кількісного визначення та вивчення властивостей ацетилсаліцилової кислоти з метою подальшого їх використання у навчальному процесі. Ацетилсаліцилова кислота (2-ацетилоксibenзойна кислота) - біла кристалічна речовина, малорозчинна у воді за кімнатної температури, розчинна у гарячій воді, гарно розчинна у спирті, розчинах лугів, має температуру плавлення 135 °С.

Для саліцилової кислоти характерні властивості: фенолокіслот (зміна забарвлення кислотно-основних індикаторів, утворення солей за карбоксильною групою при взаємодії з лугами та карбонатами лужних металів, декарбоксилування), естерів (гідроліз), певні якісні реакції на продукти гідролізу (поява фіолетового забарвлення при додаванні до продуктів гідролізу розчину ферум(III) хлориду, виявлення продуктів кислотного гідролізу - етанової кислоти за запахом, саліцилової кислоти за появою рожевого забарвлення при взаємодії з реактивом Коберта).

Для кількісного визначення ацетилсаліцилової кислоти пропонуються методи як кислотно-основного титрування [1, с. 236] та окисно-відновного титрування (броматометрія, дихроматометрія) [2, с. 240], так і хроматографічні.

Отже аналіз та перевірка наявних методик визначення та дослідження властивостей ацетилсаліцилової кислоти свідчить, що досліди, які ілюструють розчинність ацетилсаліцилової кислоти, її хімічні властивості, якісне визначення та кількісне визначення за допомогою методів кислотно-основного титрування є доступними для застосування у навчальній практиці. Такі досліди можна використовувати під час вивчення певних хімічних дисциплін за спеціальностями «Медицина», «Стоматологія», «Педіатрія», «Хімія».

Список літератури

1. Мелентьева Г. А., Антонова Н. А. Фармацевтическая химия : учебник. 2-е изд, перераб. и доп. – Москва : Медицина, 1985. – 480 с.
2. Фармацевтична хімія: підручник для студ. вищ. фармац. навч. закл. і фармацевт. ф-тів вищ. мед. навч. закл. III-IV акредитації; за заг. ред. П. О. Безуглого. – Вінниця : НОВА КНИГА, 2008. – 560 с.

ВИЗНАЧЕННЯ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ У РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

*Мордань В., студент групи МЦМ-807; Щербак М., студент групи МЦМ-805;
Воробйова І. Г., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії*

Аскорбінова кислота (вітамін С) проявляє біологічну активність у вигляді L-форми, синтезується з глюкози або галактози та у водному розчині має кислотні властивості. Основна функція аскорбінової кислоти - участь в якості відновлюючого агента в реакціях гідроксилування, в ході яких відбувається включення кисню повітря в органічні субстрати, при цьому аскорбінова кислота окислюється з утворенням дегідроаскорбінової кислоти. Дегідроаскорбіновою кислотою також володіє вітамінна активність, так як дуже легко перетворюється в аскорбінову кислоту.

Вітамін С - потужний антиоксидант. Він грає важливу роль в регуляції окислювально-відновних процесів, бере участь в синтезі колагену і проколагену, обміні фолієвої кислоти та заліза, а також синтезі стероїдних гормонів і катехоламінів. Аскорбінова кислота також регулює згортання крові, нормалізує проникність капілярів, необхідна для кровотворення, має протизапальну і протиалергійну дію [1].

Аскорбінова кислота не синтезується організмами людини, мавпита морської свинки. Добова норма споживання вітаміну С для дорослих становить 90 мг/добу. Для дітей, в залежності від віку, добова норма може варіюватися від 30 до 90 мг/добу. Для курців або тих, хто піддається пасивному курінню, слід збільшити добову норму споживання вітаміну С на 35 мг/добу [2, 3].

Аскорбінова кислота дуже активно синтезується рослинами. Багаті аскорбіновою кислотою листя рослин, свіжі овочі, плоди і ягоди.

Метою даної роботи є визначення вмісту аскорбінової кислоти в овочах і фруктах.

Методи визначення аскорбінової кислоти в рослинній продукції засновані на її відновлювальних властивостях. Одним з них є йодатний метод. При визначенні вітаміну С цим методом проводиться реакція відновлення аскорбіновою кислотою йодату калію до вільного йоду, який фарбують при додаванні розчину крохмалю і кількісно оцінюють.

Наважку рослинного матеріалу 5 г розтирали у фарфоровій ступці з невеликою кількістю кварцового піску до отримання однорідної маси і кількісно переносили дистильованою водою в мірну колбу на 100 см³ (кілька разів споліскуючи ступку і товкач водою), доводили об'єм суміші в колбі до мітки і вміст колби ретельно перемішували. Потім отриману суміш фільтрували через сухий фільтр в конічну колбу на 100 см³. Фільтрат відразу ж використовували для подальшого аналізу.

Після цього піпеткою відбирали 10 см³ фільтрату і переносили в конічну колбу на 100 мл. Потім до фільтрату, який містить аскорбінову

кислоту, доливали 1 см³ 2 % розчину соляної кислоти, 0,5 см³ 1 % розчину калій йодиду, 2 см³ 0,5 % розчину крохмалю і 10 см³ дистильованої води. Отриману суміш перемішували і титрували з мікробюретки 0,001 н розчином калій йодату до появи синього забарвлення.

Одночасно з аналізованою пробою проводили титрування суміші використовуваних реактивів, в яку замість фільтрату, що містить аскорбінову кислоту, доливали 10 см³ дистильованої води [4].

1 см³ 0,001 н розчину калій йодату відповідає 0,088 мг аскорбінової кислоти.

Вміст аскорбінової кислоти розраховували за формулою:

$$X = \frac{(V_3 - V_4) 0,088 V_1 100}{m V_2}$$

Де X – вміст аскорбінової кислоти, мг в 100 г сировини; V_1 – загальний об'єм витяжки, см³; V_2 – об'єм витяжки, взятий на титрування, см³; V_3 – об'єм розчину калій йодату, який витратили на титрування дослідного зразка, см³; V_4 – об'єм розчину калій йодату, який витратили на титрування контрольного зразка, см³.

Отриманий результат порівнювали з теоретичними відомостями про вміст аскорбінової кислоти в різній рослинній продукції з урахуванням впливу на цей показник природно-кліматичних умов, режиму харчування рослин, способу і терміну зберігання продукції.

Список літератури

1. Романовский В. Е., Синькова Е. А., Витамины и витаминотерапия. Серия «Медицина для вас». - Ростов на Дону : «Феникс», 2000. – 320 с.
2. Гетман С. Искусственные и натуральные витамины // Исследовательская работа. - 2008. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://stgetman.narod.ru/vitamin01.html> (10.03.19).
3. Прием витаминов // Vitaminov.net Здоровый образ жизни: 2003–2009. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.vitaminov.net/rus-drugsafety-0-0-6352.html> (10.03.19).
4. Созина Е. Определение содержания витамина С в овощах и фруктах // Исследовательская работа. – 2011. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://do.gendocs.ru/docs/index-211100.html#5522408> (10.03.19).

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КОФЕЇНУ У ЗРАЗКАХ КАВИ РІЗНИХ ТОРГІВЕЛЬНИХ МАРОК

*Ярова Т. Ю., учениці 11 кл. КУ ССШ імені Д. Косаренка; Семиліт А. С.,
вчитель хімії КУ ССШ №2 ім. Д. Косаренка; Пономарьова Л. М., канд.
хім. наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії*

До напоїв харчового значення належать чай та кава, які є складовими раціону населення більшості країн світу, як продукти щоденного вжитку. Популярності каві надає перш за все її смак, аромат та високий вміст біологічно активних речовин, одним із яких є алкалоїд – кофеїн [1-3]. Ця речовина особливо корисна людям розумової праці, адже, збуджуючи нервові клітини, вона посилює їх сприйнятливість, допомагає зосередитися. Своєю популярністю кава створила нішу для виробництва кавоподібних напоїв, що у своєму складі містять замітники біологічно активних речовин, штучні барвники та ароматизатори. Особливо це стосується сублімованої розчинної кави [4].

Вміст кофеїну у зразках кави різних торговельних марок визначали титриметричним методом [5]. Всі досліджувані зразки кавових продуктів містять кофеїн; вміст кофеїну у меленій каві (середнє значення – 4,72 %) значно перевищує вміст кофеїну у розчинній (середнє значення – 2,57 %) (рисунок 1).

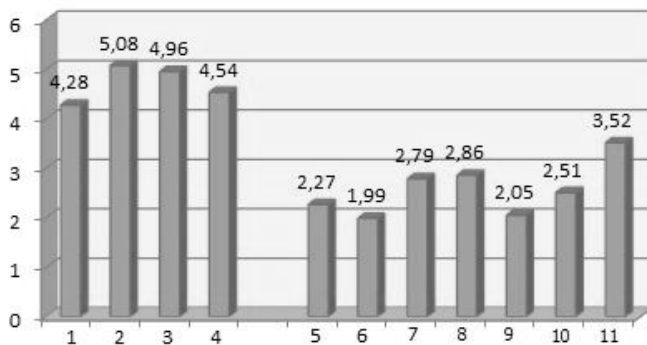


Рисунок 1 – Вміст кофеїну (масова частка, %) у зразках кави різних торговельних марок:

- 1 – Totti мелена; 2 – Vonka мелена; 3 – Molido мелена; 4 – Львівська мелена; 5 – Львівська розчинна; 6 – Baristi Французська розчинна; 7 – Baristi Віденська розчинна; 8 – Jacobsmonarch розчинна; 9 – Nescafe розчинна; 10 – Coffee gold розчинна; 11 – Jacobs Millicano розчинна

За результатами дослідження вміст кофеїну у зразках меленої кави складає від 4,28 % (Totti) до 5,08 % (Bonka). У той час для зразків розчинної кави значення вмісту кофеїну суттєво менші – від 1,99 % (Baristi Французька) до 3,52 % (Jacobs Milicano) відповідно.

Список літератури

1. Козярин И. П., Липкан Г. Н. Наш любимый напиток. Все о кофе / Біологія та фармація. – № 1. – 2011. – С. 60–64.
2. Нахмедов Ф. Г. Аминокислотный состав растворимыхкофейныхнапитков / Ф.Г. Нахмедов и др. // Вопр. питания. – 1982. – № 1. – С. 66–68.
3. Пенджиев А. М. Физико-химический состав кофейного напитка / Рациональноепитание, пищевые добавки и биостимуляторы. № 1, 2016. – С. 100–111.
4. Варламов А., Балестрино Д. Физикаприготовления кофе // Квант. – 2001. – № 4. – С. 3–7.
5. Кавопродукти. Методи визначання масової частки кофеїну: ДСТУ 4102:2002. – [Чинний від 2002-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2002. –12 с. – (Національні стандарти України).

АНАЛІЗ СУМАРНОГО ВМІСТУ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК
В БАД «ГІНГГО-БІЛОБА» З ВІТАМІНОМ С ТМ “ELIT-PHARM”

Сядриста Ю. О., студ. групи МЦ м.-803; Пономарьова Л. М., канд. хім. наук,
доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії

При втраті еластичності стінок судин, з тієї чи іншої причини, необхідно вдаватися до допомоги спеціальних препаратів. Кращим же засобом є вчасне профілактичне лікування за допомогою ліків, виготовлених на рослинній основі. Перевага таких препаратів полягає в тому, що вони: мають мінімальну кількість протипоказань; доступні та відпускаються без рецепта лікаря; ефективні при проведенні профілактичного лікування.

Екстракти листя *Ginkgobiloba L.* з лікувальною метою для поліпшення кровообігу використовували в 1960 роках у Німеччині, проте хімічний склад листя почали досліджувати лише у 1980-х роках. Встановлено, що антиоксидантні властивості препаратів Гінггобілоба обумовлені вмістом поліфенольних сполук – флавоноїдними глікозидами – проантоціаноїдам, кверцетину, кемпферолу, ізорамнетину [1] (рис. 1).

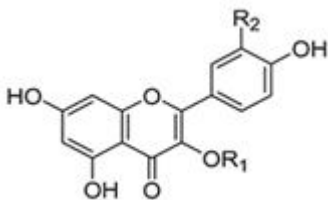


Рисунок 1 – Структурні формули основних флавонолглікозидів, що зустрічаються в *G. Biloba*: Кемпферол ($R_1 = H, R_2 = H$); Кверцетин ($R_1 = H, R_2 = OH$); Ізорамнетин ($R_1 = H, R_2 = OMe$)

Для аналізу було обрано біологічно-активну добавку Гінгго-білоба з вітаміном С ТМ Elit-Pharm, придбану без рецепта у місцевому супермаркеті. За інструкцією склад 1 таблетки масою 0,5 г: екстракт Гінггобілоба - 0,04 г, рутин - 0,015 г, аскорбінова кислота - 0,025 г; наповнювачі: крохмаль, лактоза (фруктоза, сорбіт), стеарат кальцію, МКЦ[2].

Таблетки препарату подрібнювали, відбирали точну наважку масою 0,5 г. Препарат розчиняли в 25 см³ очищеної гарячої води та нагрівали зі зворотним холодильником протягом 30 хв при періодичному перемішуванні. Вміст поліфенолів у розчинах визначали спектрофотометричним методом (спектрофотометр КФК-2МП) за методикою Фоліна-Чокальтеу, використовуючи як стандартний зразок розчин галової кислоти [3]. Встановлено, що сумарний вміст фенольних сполук в дослідженому препараті складає 1,69 %.

Список літератури

1. Teris A. Van Beeka, Paola Montoro. Chemical analysis and quality control of Ginkgobiloba leaves, extracts, and phyto pharmaceuticals // Journal of Chromatography A. 2009. Vol. 1216. P. 2002–2032.
2. Гінкгобілоба з вітаміном С № 40. Опис. <https://www.elit-pharm.com.ua/ua-uk/products/nervous/ginkgo-biloba40>.
3. Пономарьова, Л., Ярошук, Р., Коваленко, І., Гузь, О. Визначення сумарного вмісту фенольних сполук в екстракті з листя Ginkgobiloba L. // Scientific Works, 2019 Vol. 82(2), P. 68–73. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i2.1165>.

ОСНОВНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ Ca^{2+} , Na^+ , K^+ В БІОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Лобатюк М. Є., студентка групи МЦ.м-804; Манжос О. П., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії

У тезах проаналізовані основні методи визначення Ca^{2+} , Na^+ , K^+ в біологічних середовищах, наведені основні їхні переваги та недоліки. Основним критерієм нормальної життєдіяльності організму є гомеостаз, це відносна динамічна сталість внутрішнього середовища та деяких фізіологічних функцій організму людини і тварин (кровообігу, обміну речовин, терморегуляції тощо). Важливою частиною гомеостазу є водно-електролітний баланс, який при різних захворюваннях може варіюватися. Сучасні методи визначення електролітів у крові умовно поділяють на два види: *in vivo* (атомно-емісійна спектроскопія, хімічні методи, іонометрія з використанням іоноселективних електродів) та *in vitro* (неінвазивний метод визначення формули крові метаболічних і гемодинамічних показників гомеостазу [1]).

Метод атомно-емісійної спектроскопії оснований на термічному збудженні атомів, які перебувають в газоподібному стані, і реєстрації оптичних спектрів або вимірювання окремих спектральних ліній елементів, що визначаються.

Метод іонометрії з використанням іоноселективних електродів полягає у вимірах електрохімічного потенціалу у досліджуваному розчині шляхом занурення у нього іоноселективного електроду. Значення потенціалу іоноселективного електроду дозволяє визначити активність йонів: Кальцію, Натрію, Калію. Хімічні методи знаходження складу іонізованого або загального калію, натрію та кальцію у плазмі крові можна умовно виокремити в дві групи: колориметрія та турбідиметрія. Вони основані на вимірах інтенсивності світлового потоку пропущеного через дисперсний розчин [2]. Всі ці методи мають свої переваги та недоліки, однак дають можливість визначити Ca^{2+} , Na^+ , K^+ в біологічних середовищах, що є важливим для медичної практики. Нажаль більшість з цих методів є інвазивними і потребують втручання в гемодинаміку пацієнта, що несе загрозу інфікування і є незручними у використанні. Ті методи неінвазивного визначення потребують високоспеціалізованої та високовартісної апаратури, що знижує можливість їхнього застосування в медичній практиці.

Список літератури

1. «Дослідження вмісту йонів K^+ , Ca^{2+} , Na^+ у крові людини визначених вікових груп» Яковенко І. О., Клочко Т. Р., Леус О. О. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Приладобудування». – 2011. – Вип. 42. – С. 168–176.
2. Козлов А. В. Определения калия и натрия в крови: проблемы выбора метода / А. В. Козлов // Клиническая лабораторная диагностика. -2003. - № 10. - С. 6–12.

ЗУБНІ ПАСТИ НА ОСНОВІ ГІДРОКСИПАТИТУ З АНТИБАКТЕРІАЛЬНИМИ КОМПОНЕНТАМИ

*Бабич В. А., студент, група СМ-801; Яновська Г. О., канд. хім. наук,
ст. викл. кафедри ТПХ*

Відомо, що саме профілактика раннього карієсу є одним з найважливіших механізмів збереження здоров'я зубів і запобігання їх руйнуванню. Тому актуальним напрямком є розробка засобів гігієни ротової порожнини з лікувальним ефектом, задля запобігання станів, що вимагають складного і часто дуже недешевого лікування.

Зубна емаль на 95–96 % складається з неорганічних солей. Одним з головних компонентів емалі є апатити $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH}/\text{Cl}/\text{F})_2$, що формують емалеві призми. Мінеральні компоненти можуть вимиватися з емалі під дією кислот, що містяться в зубному нальоті, викликаючи ураження більш глибоких шарів. Необхідно постійно підтримувати потрібну концентрацію елементів в природному процесі мінералізації, який полягає в насиченні зуба неорганічними іонами. Через нестачу в слині потрібних компонентів, процес мінералізації може бути порушений. Тому ми вирішили зробити зубну пасту на основі гідроксиapatиту (ГА), використання якої забезпечить ремінералізацію, підвищить резистентність емалі до карієсу. В той же час ми відмовилися від деяких шкідливих речовин, які часто використовують в зубних пастах, наприклад, популярного детергента - лаурилсульфату натрію.

Так як причиною карієсу є дія каріозних бактерій, ми вирішили включити до складу паст антибактеріальні компоненти. Після аналізу наукових досліджень про антибактеріальні зубні пасту, ми вибрали кілька речовин, які найбільше підходили нам за критеріями ефективності, безпечності, вартості, смакових якостей і сумісності з ГА. Це були хлоргексидин, метронідазол, прополіс і сорбіт.

Хлоргексидину біглоконат це дихлор-похідне бігуанідів [1], є консервантом і антисептиком, чинить швидко виражену бактерицидну дію стосовно грампозитивних і грамнегативних бактерій, в першу чергу на *Streptococcus mutans* [2], активно застосовується в стоматології у вигляді плівки для лікування мікротравм і профілактики стоматологічних захворювань [1]. Метронідазол – це похідне імідазолу, що володіє антипротозойним і бактерицидними властивостями, застосовується для лікування запальних процесів пародонта і ефективний стосовно *P. gingivale*, *Prevotellaintermedia*, *E. Nucleatum*. Прополіс чинить протизапальну та протимікробну дію стосовно грампозитивних бактерій, а також має протисвербіжний і анагетичний ефект, прискорює процес регенерації та епітелізаціїраневих поверхонь [3].

Дослідження показують, що комплексні лікувально-профілактичні засоби в стоматології є більш ефективними і конкурентоспроможними на

ринку, ніж препарати з одним діючим компонентом [3]. Виходячи з усього сказаного вище, ми розробили і виготовили 5 варіантів зубних паст на основі гідроксиапатиту з різними комбінаціями і концентраціями активних і додаткових речовин. Дані представлені в *табл. 1*. Для утворення однорідної консистенції ми використовували 3% альгінат натрію або гліцерол, а для приємного смаку використовували харчові добавки «вишня» або «м'ята» і сорбіт. ГА був синтезований самостійно на базі лабораторії СумДУ з 0,1 М CaCl₂, 0,06 М Na₂HPO₄·12H₂O та 1 М NaOH, при pH=11.

$10\text{CaCl}_2 + 6\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 8\text{NaOH} = \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 20\text{NaCl}$
Осаджений Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ був профільтрований і використаний в дрібнодисперсному стані. Всі пасти вийшли потрібної консистенції, приємними на смак і запах, грудочки кристалів не відчувалися. Надалі планується провести аналіз стійкості фізико-хімічних властивостей (здатність утримувати вологу, зберігати консистенцію, колір і смак, утворення грубодисперсних кристалів і т.д) і експериментально довести наявність лікувально-профілактичних якостей.

Таблиця 1 – Склад зубних паст на основі апатиту

		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Гідроксиапатит, г		10 г	10 г	10 г	10 г	10 г
Натрію альгінат 3 %, мл		5 мл	5 мл	5 мл	5 мл	3 мл
Гліцерол (фарм), мл		–	1 мл	–	–	–
Прополіс 10 %, мл		0,2 мл	–	1 мл	–	–
Хлоргексидин (0,05 %), мл		–	0,2	–	–	0,5
Метронідазол (5 мг/мл), мл		–	–	–	1 мл	–
Сорбіт, г		0,1 г	0,4 г	1 г	1 г	1 г
Харчова добавка	м'ята	0,2 мл	–	–	–	0,3 мл
	вишня	–	0,3 мл	–	0,3 мл	–

Список літератури

1. Земляниченко, М. К. Использование хлоргексидинсодержащих средств для профилактики стоматологических заболеваний / М. К. Земляниченко, С. Н. Лебедева // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – № 1. – С. 311–312.
2. Латипова А. Д. Разработка состава лекарственных пленок для стоматологии / Латипова А. Д., Сысоева Е. В., Сысоева М. А. // Вестник технологического университета. – 2016. – № 22. – С. 168–171.
3. Кучумова Е. Д. Применение новых противовоспалительных средств в комплексе лечебно-профилактических мероприятий при заболеваниях пародонта / Кучумова Е. Д., Леонтьев А. А., Калинина О. В. и др. // Пародонтология. – 2008. – №1 – С. 83–86.

ВИКОРИСТАННЯ ФОСФАТІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

*Абусвеїлем Зіяд, студент, гр. У-2 ДМО;
Диченко Т. В., ст. викладач, кафедра ТПХ*

Фосфор – важливий елемент, що входить до складу усіх тканин організму людини. Фосфор необхідний для нормального функціонування серця, мозку, нервової системи. Потреба людини у фосфорі складає 0,9 г на добу. Обмін фосфору в організмі людини пов'язаний з обміном кальцію. Нормальне співвідношення кальцію і фосфору 1:1,5. Таке співвідношення елементів сприяє утворенню необхідних для людського організму сполук. Якщо це співвідношення порушується у бік фосфору, то відбувається його накопичення у організмі, що негативно впливає на роботу нервової системи, нирок, опорно-рухового апарату.

Фосфати – соліфосфатної кислоти. Вони використовуються для виробництва фосфорних добрив. Фосфати входять до складу синтетичних миючих засобів для зниження впливу твердості води на піноутворення під час прання. Натрій фосфат використовують у продуктах харчування як антиоксидант і консервант, він має властивості емульгатора і стабілізатора, є регулятором кислотності, розпушувачем тіста. Натрій фосфат також входить до складу послаблюючих медичних препаратів. Додаток кальцій фосфату до зубних паст поліпшує їхні полірувальні властивості. Калій фосфат застосовують як консервант і як компонент шампунів, рідких мил, для пом'якшення води.

Вплив фосфатів на організм людини та навколишнє середовище почав досліджуватися ще у другій половині минулого сторіччя. Було виявлено негативний вплив на людський організм миючих засобів до складу яких входять фосфати. Під час використання таких засобів порушується кислотно-основний баланс захисного шару клітини, що може привести до дерматологічних захворювань. Фосфати проникають через пори шкіри, попадають у кров, змінюють у ній відсотковий вміст гемоглобіну та густину сироватки крові, що порушує функції нирок, печінки і приводить до тяжких отруєнь та загострень хронічних хвороб. Сполуки фосфору взаємодіють з ліпідно-білковими мембранами клітин, проникають всередину клітин, проводять до глибоких змін у біохімічних і біофізичних процесах.

Фосфати негативно впливають на навколишнє середовище. Якщо вони попадають у водойми, то викликають розмноження сине-зелених водоростей. Так, один грам триполіфосфатів сприяє зростанню від п'яти до десяти кілограмів сине-зелених водоростей. Сине-зелені водорості покривають поверхню водойм плівкою яка не пропускає у воду кисень і сонячне світло. Розкладаючись, водорості виділяють у водойми велику кількість метану, амоніаку, сірководню. У результаті цього усе живе у водоймах гине. До теперішнього часу екологічні проблеми, пов'язані з фосфатами ще не вирішені.

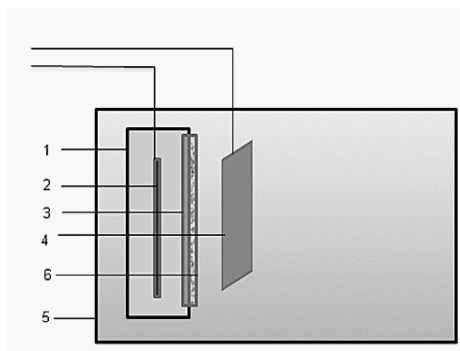
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕМБРАННОГО МОДУЛЯ З МЕТОЮ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗЧИНІВ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Зайцева К. О., Данилов Д. В., студенти групи ТС-71; Білоус О. О., студент групи ТС-81; Большаніна С. Б., канд. техн. наук, зав. каф. ТПХ

В останні роки доволі гострими постали проблеми, пов'язані з забрудненням навколишнього середовища, зокрема, водних об'єктів. Постійні викиди токсичних речовин шкодять навколишньому середовищу та всім живим істотам, що мешкають на забрудненій території.

Гальванічне виробництво характеризується значним споживанням води, а його стоки та відходи вважаються найбільш токсичними і шкідливими. Висока агресивність розчинів на основі шестивалентного хрому в стічних водах гальванічних виробництв створює значну екологічну небезпеку, оскільки виявляють мутагенну і канцерогенну дію на живі організми. Джерелами таких забруднень є не тільки промивні води, але й відпрацьовані концентровані розчини технологічних ванн.

Для вирішення даної проблеми було створено електромембранний погрузний модуль, який методом електродіалізу спроможен вилучати шкідливі компоненти з технологічних розчинів та регенерувати його.



- 1 – корпус катодної камери;
- 2 – внутрішній електрод - катод;
- 3 – йонообмінна мембрана;
- 4 – зовнішній електрод - анод;
- 5 – камера із хромовмісним розчином;
- 6 – фільтрувальна тканина

Рисунок 1 – Схема мембранного електролізера із зовнішнім анодом

Дослідження електролізу хромовмісних розчинів з використанням мембранного модуля показали, що даний процес дозволяє регенерувати ці системи шляхом вилучення йонів металів, що його забруднюють. Вивчений метод вирішує проблему очистки технологічних ван гальванічного виробництва, не вимагаючи великих фінансових внесків або впровадження великогабаритної техніки. Залучення модуля до виробництва значно покращить його ефективність та зробить його екологічно безпечним.

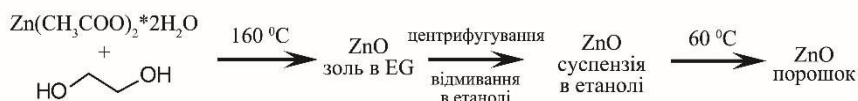
СИНТЕЗ ТА СТРУКТУРА НАНОРОЗМІРНОГО ZnO

Богатир О. М., студент групи ЕЛ-81; Гузенко О. І., аспірант кафедри електроніки і комп'ютерної техніки; Пшеничний Р. М., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії

Наноструктурний оксид цинку та тверді розчини на його основі є перспективними матеріалами для використання в багатьох сферах сучасної науки і техніки, таких як виготовлення сонячних елементів, каталізаторів, оптоелектронних приладів, транзисторів тощо.

Метою даної роботи було дослідити вплив концентрації розчину та тривалості синтезу на розмір та структуру оксиду цинку.

Одержання ZnO проводили методом поліольного синтезу з використанням $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ та етиленгліколю як реакційного середовища. Синтезовано зразки ZnO з різною концентрацією солі (0,5; 1,0; 1,5 моль / л) та тривалістю синтезу 30, 60, 120, 180 хв. Схематично процес одержання оксиду цинку можна представити наступним чином:



Результатами РФА підтверджено, що при синтезі в усіх випадках утворюється нанокристалічний оксид цинку гексагональної модифікації (пр. гр. P63mc) рис. 1.

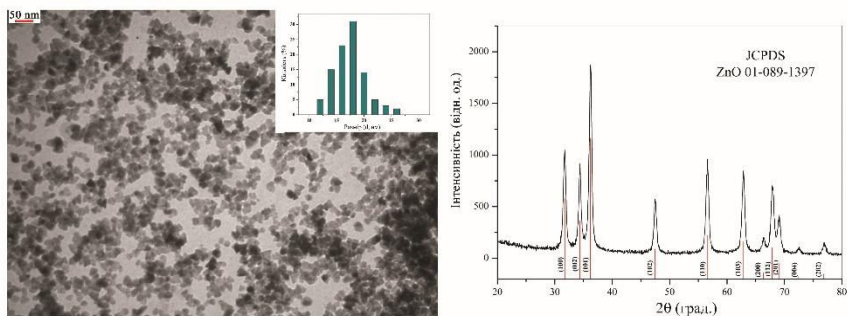


Рисунок 1 – ПЕМ зображення та дифрактограма синтезованого ZnO

Аналіз ПЕМ зображень показав, що утворені наночастинки ZnO мають сферичну форму та розміри 10 – 30 нм (рис. 1). Розраховані за рівнянням Шеррера розміри ОКР, для зразків з різною концентрацією солі, знаходяться в межах 20 ± 2 нм. На основі одержаних даних встановлено, що чим більша концентрація солі, тим менші розміри наночастинок ZnO та чим більший інтервал синтезу, тим більшого розміру утворені частинки.

ВОЛЬТ-АМПЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕМБРАННОГО ЕЛЕКТРОЛІЗУ ГАЛЬВАНІЧНИХ РОЗЧИНІВ

Кириченко О. М., завідувач лабораторіями кафедри ПТХ

Процеси мембранного електролізу знаходять своє застосування в занурених електрохімічних модулях. Особливість процесів, які протікають в цих апаратах, полягає в тому, що розділення компонентів відбувається за допомогою аніонообмінних чи катіонообмінних мембран в складі електролітичного модуля. В якості основного методу дослідження електровідновлення йонів металів, в мембранних модулях з катіонітовою мембраною, використаний метод вольтамперометрії з лінійним розгортанням потенціалу. Вольтамперограми записували в гальванодинамічному режимі з допомогою імпульсного потенціостату ПИ-50-1.1 та мультиметра Victor VC88C. Для вимірювання потенціалу на електродах використовували хлорсрібний електрод порівняння. Результати проведених вимірювань показали, що при збільшенні сили струму, потенціал аноду змінювався незначно (не більше 0,1–0,2 В).

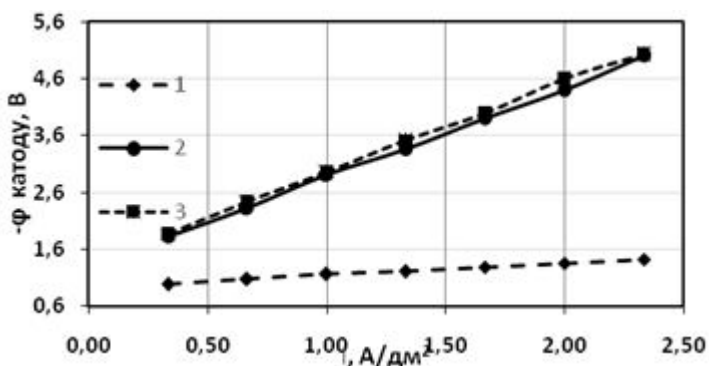


Рисунок 1 – Вольтамперограми електровідновлення металів на катоді при їх міграції через катіонообмінну мембрану при температурі електроліту 14 °С:

1 - аноліт містить йони Zn^{2+} (2,5 г/л); 2-анодит містить йони Cd^{2+} (2,5 г/л);

3 - аноліт містить йони Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} (по 2,5 г/л кожного)

На рисунку 1 представлені вольтамперограми для електролітів, що містять окремо катіони цинку (1) і кадмію (2) та одночасної присутності йонів Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} (3). Як бачимо, наявність йонів кадмію в розчині аноліту призводить до значної поляризації катоду. Ця ж закономірність спостерігається і при одночасній присутності Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} в складі аноліту (Рис. 1, крива 3). Це можна пояснити тим, що проходить адсорбція йонів катіонообмінною мембраною, причому йони кадмію адсорбуються мембраною найсильніше.

ГІДРОДИНАМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МЕМБРАННОГО ЕЛЕКТРОЛІЗЕРА

Большанина С. Б., канд. техн. наук, зав. каф. ТПХ; Сердюк В. О., аспірант

У даній роботі вивчався вплив гідродинамічних умов на роботу мембранного електролізера. Процес електролізу проводили в модулі, що включає анодний і катодний камери, розділені катіонообмінною мембраною. Анодна камера була заповнена розчином натрієм дихроматом в присутності сульфатної кислоти у співвідношенні (г/л): $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - 50, H_2SO_4 - 10. Додатково в розчин були введені сполуки, що містили 2,5 г/л іонів Zn^{2+} , Cd^{2+} . Катодна камера, об'ємом 1 дм^3 заповнювалася католітом- 1% розчином сульфатної кислоти. Для вивчення впливу примусового перемішування на процес виділення металів на катоді, застосовували механічну пропелерну мішалку шириною 20 мм, висотою 60 мм та товщиною 1 мм з частотою обертання 2,7 об/с. Результати проведених досліджень представлені на Рис. 1.

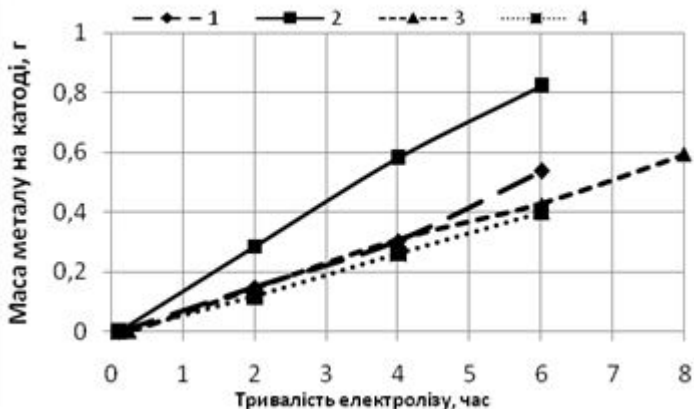


Рисунок 1. Вплив перемішування на електровідновлення металів на катоді при їх міграції через катіонообмінну мембрану при температурі електроліту $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 1 -аноліт з перемішуванням, містить Cd^{2+} ; 2 -аноліт без перемішування, містить йони Cd^{2+} ; 3 -аноліт без перемішування, містить йони Zn^{2+} ; 4 -аноліт з перемішуванням, містить йони Zn^{2+}

Як бачимо, наявність примусового переміщення в аноліті, що містить йони кадмію призводить до більш ефективного процесу відновлення даного металу на катоді. Однак, на процес міграції іонів цинку з наступним відновленням на катоді, перемішування не впливало. Це можна пояснити тим, що катіонообмінна мембрана вибірково утримує в своїй структурі йони кадмію, і наявність примусового перемішуванню сприяло більш активній міграції іонів Cd^{2+} крізь мембрану.

FORMATION OF OXIDE COATINGS BY ELECTROLYTIC OXIDATION

Gusiev D., MSc student, group EM.m-81; Yanovska A., PhD, Lecturer of the Department of Theoretical and Applied Chemistry; Nahornyy D., PhD, Researcher, Institute of Applied Physics, NAS of Ukraine; Ivchenko V., PhD, Department of Therapy, Pharmacology, Clinical Diagnostics and Chemistry, Sumy National Agrarian University, Ukraine

In modern medicine the use of titanium and zirconium for creation of bone implants is widespread due to their anticorrosive properties. They don't change physical properties in the body, have sufficient mechanical strength, easily processed, cheap and well sterilized. All alloys used for the manufacture of implants have the property to form oxide films, which provides them excellent biocompatibility. Despite the peculiar ceramic boom associated with the introduction of ceramic implants, metal implants are widely used. Among the studied alloys, the most perspective are the following: Ti-6Al-4V, Ti-6Al-7Nb, Ti-13Nb-13Zr, Ti-50Nb [2]. The aim of this work was obtaining of porous surface layers with high surface area by anodic oxidation. By varying of current density, anodising voltage and process duration, as well as type of electrolyte different types of surface morphology were obtained.

Initially the samples were rinsed sequentially with ethanol solution and distilled water before anodization. They were anodized in a two-electrode cell. Pb was taken as cathode and our sample was an anode. Anodization was performed in solution of 0.5 M H₂SO₄ at various periods of time: 10 min and 30 min and constant voltage 229 V. Experimental conditions are given in the Table 1.

Table 1 – Experimental conditions of the anodization process

<i>t</i> = 10 min, <i>U</i> = 229 V														
Sample	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14
<i>I</i> , mA	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
<i>t</i> = 30 min, <i>U</i> = 229 V														
Sample	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10				
<i>I</i> , mA	4	12	20	28	36	44	52	60	65	70				

The best surface morphologies with uniform oxide layers were obtained at current density 44, 60 or 70 mA in 30 minutes. Various electrolyte types, time periods and biocompatibility of obtained samples will be checked in future works.

References

1. Simka W. Preliminary investigations on the anodic oxidation of Ti-13Nb-13Zr alloy in a solution containing calcium and phosphorus. *Electrochimica Acta* 56 (2011) 9831–9837.

**СЕКЦІЯ «ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ
І ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ»**

ВПЛИВ ПУЛЬСАЦІЙНИХ ЯВИЩ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІЛЬНОВИХРОВИХ НАСОСІВ ЗА УМОВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗАБРУДНЕНИХ РІДИН

Жуков А. М., студент; Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми

Функціонування вільновихрових насосів тісно пов'язане з транспортуванням рідин, що містять тверді, волокнисті та іншого типу включення.

Так при використанні насосів даного типу для транспортування промислових відходів суттєвим недоліком є засмічення міжлопатевих каналів робочого колеса продуктами відходів, вологими серветками, тощо, у результаті чого інтенсивність взаємодії його робочого колеса з потоком знижується. Як наслідок, напір і ККД насоса у процесі експлуатації зменшуються, а сам насос потребує ревізії з метою очистки поверхні його проточної частини.

Для уникнення засмічення міжлопатевих каналів деякі сучасні виробники насосного обладнання виконують робоче колесо вільновихрового насоса з наявністю подвійного кроку лопатей (робоче колесо F-max корпорації Wilo, рис. 1).

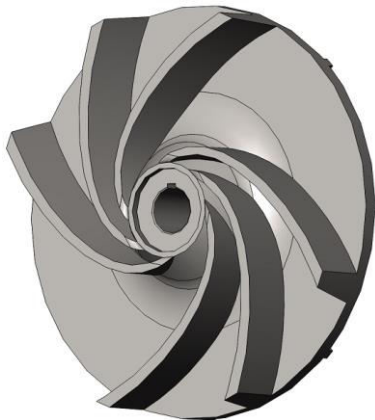


Рисунок 1 – Робоче колесо з нерівномірним кроком лопатей

Така конструкція дозволяє створити напір у каналі, що має подвійний крок, дещо менший, ніж у каналі з одинарним кроком, що спричинює наявність пульсаційних процесів у вільній камері насоса. У результаті, тверді та волокнисті включення виштовхуються у вільну камеру і надходять до відводу насоса без засмічення міжлопатевих каналів робочого колеса.

ПІДВИЩЕННЯ НАПІРНОСТІ ВІЛЬНОВИХРОВОГО НАСОСА ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ЙОГО ЛОПАТЕВОЇ РЕШІТКИ

Свтушенко Ю. В., студентка; Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми

Вільновихрові насоси типу СВН використовуються для перекачування рідин із твердими абразивними домішками, рідин із волокнистими або легкоушкоджуваними речовинами, сумішей із піском, рідин із високою в'язкістю (до 50 сПз) та високим умістом повітря чи газу, суспензій тощо.

Використання циліндричних лопатей з криволінійним профілем у робочих колесах вільновихрових насосів з малим кутом установки лопаті на вході β_1 і виході β_2 з робочого колеса призводить до збільшення стиснення потоку в його міжлопатеких каналах, особливо поблизу входу в нього. У результаті спостерігається зниження ККД насоса у цілому.

Для уникнення даного явища рекомендується зменшити число лопатей робочого колеса до 6, що дозволяє зменшити стиснення потоку в результаті збільшення площі міжлопатеких каналів робочого колеса на вході.

Однак, використання робочих коліс з малим числом лопатей призводить до зниження напору, що створюється вільновихровим насосом, як результат менш інтенсивної їх взаємодії з потоком рідини.

Одним з наслідків такого явища є необхідність збільшення радіальних розмірів елементів проточної частини насосів, що проектуються. Окрім того, модернізація раніше впроваджених у промисловість насосів шляхом заміни робочого колеса з прямими лопатями на аналогічне з циліндричними лопатями з криволінійним профілем видається недоцільною у зв'язку з неможливістю досягнути заявлені параметри при збереженні радіальних розмірів проточної частини насоса.

Розробка двоярусних робочих коліс з криволінійними циліндричними лопатями дозволяє підвищити напірність насоса у результаті збільшення числа їх лопатей до 10–12. Як наслідок, напірність вільновихрових насосів підвищується до 8–10 % у зв'язку зі збільшенням інтенсивності взаємодії лопатей робочого колеса з потоком рідини.

Конструкція укорочених лопатей дозволяє уникнути критичного збільшення стиснення потоку, оскільки найбільший ефект від його появи спостерігається на вході в робоче колесо. Вхідна кромка укорочених лопатей знаходиться на дещо більшому діаметрі, що дозволяє уникнути появи додаткових втрат поблизу входу в робоче колесо. При цьому внаслідок наявності деякої дифузорності міжлопатеких каналів натікання рідини на укорочені лопаті відбувається плавно без появи відриву потоку поблизу їх вхідних кромки.

Запропонована конструкція робочого колеса дозволяє підвищити напірність вільновихрового насоса на 8–10 % при досягненні високого значення його ККД.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО РЯДУ ВІЛЬНОВИХРОВИХ НАСОСІВ ТИПУ СВН ШЛЯХОМ РОЗРОБКИ НАСОСА СВН 125-20 З ДОТРИМАННЯМ ОСНОВНИХ ВИМОГ УНІФІКАЦІЇ

Волошин С. Д., студент; Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми

При проектуванні насосів розробляється не один конкретний виріб, а широкий асортимент насосів одного типу, що зводиться до так званого параметричного ряду.

Параметричний ряд насосів одного типу покриває широкий діапазон параметрів (насос, подача), що дозволяє задовольнити потреби кінцевого споживача з досягненням максимального показника енергетичної ефективності, – ККД насоса.

На сьогоднішній день існує широкий параметричний ряд вільновихрових насосів типу СВН, що дозволяє покрити діапазон подач від 5 до 300 м³/год при досягнення напорів від 15 до 50 м (рис. 1).

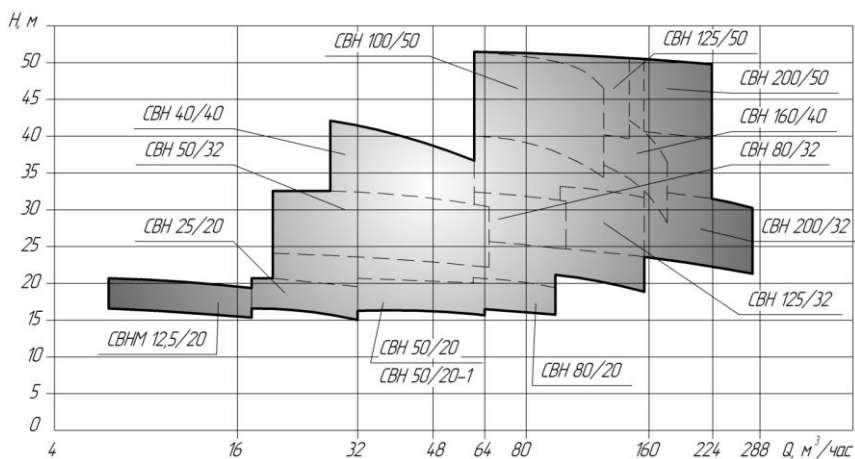


Рисунок 1 – Параметричний ряд вільновихрових насосів типу СВН

Однак, існуючий параметричний ряд не дозволяє підібрати насос з високим ККД на параметри: подача – 125 м³/год, напір – 20 м. При цьому доводиться використовувати насоси СВН 80-20, або СВН 125-32, що призводить до значного збільшення вартості життєвого циклу насосної установки, а також до зниження її надійності.

Для задоволення потреб споживачів запропоновано розробити насос СВН 125-20. При цьому визначено основний аспект уніфікації, як збільшення різноманітності класів насосів при забезпеченні мінімального збільшення складових елементів.

ДОСЛІДЖЕННЯ КЛАПАНІВ ПОРШНЕВИХ НАСОСІВ

Куліков О. А., студент, гр. ГМ.м.-81; Ігнат'єв О. С., доцент, СумДУ, м.Суми

Клапан – один з найбільш відповідальних вузлів у поршневному насосі. Вони поперемінно з'єднують і роз'єднують робочу камеру насоса з усмоктувальними і напірними трубопроводами, та забезпечують чітку роботу насоса. Клапани бувають автоматичні (автоматичні) і примусової дії (керовані). У поршневих насосах найбільшого поширення набули автоматичні підйомні кулькові та тарілчасті клапани із пружинним навантаженням. Ці клапани відкриваються під дією перепаду тиску протікання через них рідини, а закриваються - під дією пружної сили, створюваної пружиною, і ваги тарілки клапана і пружини, або кульки клапана і пружини. Клапан примусової дії приводиться в рух від вала насоса через передавальний механізм. Зазвичай використовують вище перелічені клапани. Але в світі є й багато інших клапанів: у вигляді конуса, трапеції, півкулі та ін., які мають унікальні характеристики (гідравлічний опір, обтікання, інерційні властивості).

Робочі клапани повинні відповідати таким основним вимогам:

- забезпечувати герметичність в закритому стані;
- мати малий гідравлічний опір при проходженні робочої рідини;
- своєчасно відкривати і закривати отвори через які рідина надходить в робочу камеру насоса;
- бути досить міцними і зносостійкими;
- забезпечувати плавне (без ударів) закриття.

Сучасні напрями рішення поставлених питань знаходять в удосконаленні конструкцій вихідних вікон клапана, ущільненні місць контакту клапана з сідлом та зниження швидкості посадки клапана на сідло. Наприклад зробити в кульковому клапані бокові отвори для виходу рідини тим самим зменшуючи обтікання робочого органу й гідравлічні втрати. Для ущільнення конусного клапана використати резинове кільце у вигляді тора, яке посаджене на сідло. А для забезпечення довговічності роботи можна амортизувати удари робочого органу об сідло поставивши демпфер. Потрібно також звернути увагу на обтікання різних робочих органів клапанів, порівнянню та виявленню переваг та недоліків конструкцій, їх особливостей, та області застосування. Але по при різноманітність робочого органу цей вплив на рідину різний. Тому до клапанів можна віднести їх універсальність, оскільки вони можуть застосовуватися для найрізноманітніших середовищ (рідких, паро- і газоподібних). Також можна виділити можливість застосування клапанів для середовищ з екстремальними температурами, в насосах високого та надвисокого тиску, компресорах. Відмінно себе показують клапани і при роботі з агресивними середовищами, а також у вакуумі при відносно малих габаритах.

ВІЛЬНОВИХРОВИЙ МОНОБЛОЧНИЙ НАСОС ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Переваруха М. Ф., студентка; Забіцький Д. В., аспірант;
Герман В. Ф., доцент, СумДУ, м. Суми*

Список використовуваних речовин для виробництва синтетичних лікарських засобів містить багато сотень найменувань різних з'єднань (кислоти, луги, бензол, фенол, спирт, ефір і інші мінеральні з'єднання й органічні речовини). Завантаження реакторів для одержання лікарських препаратів рідкими продуктами в цехах фармацевтичної промисловості частково проводиться відцентровими насосами. Часто в реакціях беруть участь агресивні речовини, що піддають корозії внутрішні стінки насосів, або агресивні реагенти, що виділяють пари і гази або приводять до кристалізації продукту, що перекачується. Це може приводити до зупинки відцентрових насосів для їхнього очищення й знижує їхню надійність і довговічність. Недоліком відцентрових насосів є те, що вони не можуть перекачувати рідини при вмісті повітря більш ніж 15 %. Зарубіжний та вітчизняний досвід показав, що для перекачування рідин з включеннями, газомістких і кристалоутворюючих рідин можна використовувати вільновихрові насоси (ВВН). Головною особливістю цих насосів є наявність вільного простору між передньою стінкою корпусу й робочим колесом, розташованим у ніші корпусу

ВВН є одним з пріоритетних видів насосного обладнання, яке широко використовується в багатьох галузях промисловості для перекачування забруднених рідин, зокрема кристалічних суспензій, в'язких зносомістких середовищ, забруднених смол, стічних вод, каналізаційного мулу, фармацевтичних продуктів і т. п. Недоліками ВВН є обмежені напори і відносно невеликі значення коефіцієнта корисної дії (ККД) 35 – 58 %. Однак ресурс роботи цих насосів в порівнянні з відцентровими значно вище. У ВВН типу «Туго» в інтервалі робочих подач ККД мало змінюється зі зміною подачі, що також є додатковою перевагою цих насосів.

Одним з різновидів конструктивного виконання насосів типу ВВН є моноблочна схема. Моноблочні насоси мають компактну конструкцію, менші габарити і невисоку ціну.

Виходячи з цього, розроблена конструкція вільновихрового моноблочного насоса СВНМ 10-11,2 типу «Туго», який можна використовувати для перекачування рідин в технологічному процесі виробництва лікарських препаратів у фармацевтичній промисловості на параметри: $Q = 10 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 11,2 \text{ м}$. Критерієм високої якості цього насоса є мінімальне подрібнення перекачуваного продукту, здатність надійно працювати на газорідних сумішах зі вмістом газу до 45 %, простота промивання внутрішньої поверхні насоса, матеріал проточної частини і використання ущільнення торцевого типу.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ БАГАТОДВИГУННИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИНХРОННОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН

*Гавриленко О. М., магістр, здобувач, СумДУ, м Суми;
Кулініч С. П., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м Суми*

Синхронізація переміщення декількох робочих органів з метою забезпечення точного руху робочого елемента машини є актуальною проблемою для широкого кола процесів: пресове обладнання, обладнання для кування, підйомно-транспортні пристрої, пристрої для створення вібрації, землерийні машини тощо. Незважаючи на достатньо широкий перелік робіт, що присвячені опису закономірностей функціонування гідравлічних моторів багатодвигунних систем, на даний час відкритим залишається питання створення надійної математичної моделі для оптимізаційного розрахунку робочого процесу синхронного переміщення ланок гідродвигуна. Відсутність універсального підходу до опису робочого процесу синхронного переміщення робочого органу є причиною компіляції даних теоретичних та експериментальних досліджень подібних процесів для подібних за принципом дії машин.

Для обґрунтування раціонального методу синхронізації руху гідравлічних двигунів в багатодвигунному гідравлічному апараті проаналізовано відомі методи та обрано оптимальну схему для подальшого детального створення на базі обраної фізичної моделі математичного апарату опису робочого процесу.

В даній роботі на базі аналізу схем синхронізації гідродвигунів та оцінки факторів впливу на узгодження руху вихідних ланок двигунів запропоновано математичну модель, яка прогнозує зміну динамічних характеристик гідравлічного приводу для синхронних переміщень, робочими органами якого є гідравлічні циліндри, з двохпоточним дільником дросельного типу. Модель побудована на основі силового аналізу руху елементів гідравлічного приводу та оцінки ступеню впливу на робочий процес, зокрема, величини й характеру робочих навантажень, величини переміщень, швидкості й прискорення вихідної ланки двигуна. Умовою абсолютної синхронізації є пропорційність переміщення (лінійних переміщень або кутів повороту) гідродвигунів за часом.

За результатами обрахунку робочих характеристик руху елементів вихідних ланок системи поставлені подальші задачі по технологічному і конструктивному вдосконаленню процесу синхронізації руху гідравлічних двигунів у багатодвигунному гідравлічному агрегаті. Проведені дослідження також встановили можливість вдосконалення процесу синхронізації гідравлічних двигунів в гідравлічному приводі за рахунок застосування регульованих дроселів в дільнику потоку робочої рідини.

XXI СТОЛІТТЯ – СТАРІ ТА НОВІ ПРОБЛЕМИ ДЛЯ НАУКОВЦІВ ТА ІНЖЕНЕРІВ

*Павленко С. С., студент, гр. ГМ-61; Ковальов І. О., професор,
завідувач кафедри ПГМ, СумДУ, м. Суми.*

21-століття отримало від попередніх століть величезну науково-технічну спадщину. Але разом із нею йому прийшло і більшість проблем, на базі яких формуються нові. У доповіді дається їх огляд і основні питання, які стоять перед науковцями і спеціалістами в галузі техніки.

1. Подальше зростання чисельності і населення до 10÷12 мільярдів та його урбанізація загострюють питання продовольчої бази, створення більш потужної техніки для її виробництва, енергозабезпечення, транспортування, будівництва житла, доріг, тунелів, трубопроводів і т. д.
2. Зростання енергоспоживання і погіршення стану екології вимусить більш інтенсивно відходити від традиційної енергетики спалення до „Зеленої енергетики ” на базі невичерпних джерел, та одночасно переходити на нову ядерну енергетику .
3. Вичерпність органічних та мінеральних ресурсів планети вимагатиме прискорення створення принципово нових машин і механізмів для розвідки, видобування та транспортування ресурсів із дна Світового Океану. Одночасно продовжують дослідження та освоєння ближнього та далекого космосу.
4. Очевидно, стан вже сьогоднішньої екології буде ще в більшій мірі викликати негативні наслідки і потрібно буде їх терміново ліквідувати.
5. Не викликає сумніву, що всі вище названі потреби зумовлять відповідний розвиток фундаментальної і прикладної науки і техніки.

СВІТОВИЙ ОКЕАН ПОКИ ЩО ЧЕКАЄ

Кучеренко Н. В., студент, гр. ГМ-61; Ковальов І. О., професор, завідувач кафедри ПГМ, СумДУ, м. Суми

Сьогодні досить часто науковці нагадують, що традиційні енергоресурси людства (вугілля, газ, нафта) є вичерпні, і їх запаси в 21 ст. дійдуть кінця. Та і енергетика на їх базі є край шкідливою для екології (хімічне та промислове забруднення).

Проте значно рідше піднімаються питання про таку ж вичерпність і багатьох мінеральних ресурсів планети, необхідних людству (залізо, нікель, мідь, кобальт, марганець і т.д.). Зустрічаються навіть прогнози по знаходженню цих ресурсів із далеких від нас планет чи їх супутників. Хоча навіть сьогодні наші знання про Світовий Океан (72% поверхні Землі) дозволяють стверджувати, що людство у майбутньому (не так вже і далекому) вимушене буде добувати собі мінеральні і органічні ресурси саме із води і земної кори на дні Океану. Зокрема, сьогодні відомі неторкнуті поклади сульфідних руд та залізо-марганцевих конкрецій на глибинах до 6000 метрів. Та для їх розробки і видобування невеликого досвіду нафтовидобувальників явно недостатньо.

Тому, як нам здається, назріла проблема розробки принципів конструювання та промислового виробництва різноманітних розвідувальних, видобувних та транспортуючих машин для надійної і продуктивної роботи в глибоководних умовах. Очевидно такі машини будуть суттєво відрізнятись від звиклої для нас техніки.

Деякі із цих принципів готові запропонувати і декілька наших кафедр. Зокрема- повне гідростатичне розвантаження, гідротурбінне забезпечення енергією, підшипники на морській воді.

НЕВИКОРИСТАНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАКРУЧЕНИХ ТЕЧІЙ РІДИНИ

*Ворона В. О., студент, гр. ГМ-61; Ковальов І. О., професор,
завідувач кафедри ПГМ, СумДУ, м. Суми*

Вихрові або закручені течії газів або крапельних рідин відомі людству вже давно, але наукове вивчення почалося лише в середині 19-го століття. Цільове практичне використання – ще пізніше. Хоча добре відомо, що більшість природних явищ та процесів в техніці здійснюється або супроводжується саме таким видом руху рідких середовищ.

Нагадаємо відому «Трубу Ренна-Хілша», в якій за рахунок спеціально сформованого у відрізьку труби вихрового руху повітря здійснюється його енергорозподілення на кінцях труби.

Ще більш цікаві процеси відбуваються або можуть відбуватися в трубі із водою в яку з одного кінця через тангенціальний підвід у кільцеву камеру більшого за трубу діаметра подається від насоса вода під тиском $P \gg P_{ат.}$. У результаті в трубі формується інтенсивний вихровий рух води, енергія якої (механічна і теплова) на виході може бути значно більшою, ніж на вході – тобто, ККД такої установки може бути значно більшим за 1. Звідки береться додаткова енергія? Як стверджують автори, крім відомої роботи дотичних сил в таких течіях мають місце ще три фактори:

- 1) пружне стиснення зовнішніх шарів від відцентрованих сил;
- 2) спеціально організована кавітація з виділенням тепла;
- 3) навіть протікаюча “холодна” термоядерна реакція між атомами дейтерію, що завжди є в природній воді.

В підтвердження цього механізму автори наводять численні експериментальні дані (γ – випромінювання, зменшення кількості дейтерію, фіксацією виходів нейронів). Додаються до цього численні фотографії діючих таких теплогенераторів.

ВПЛИВ РЕБЕР ТА КАНАВОК РОЗМІЩЕНИХ НА СТІНКАХ ОСЬОВОГО ПІДВІДНОГО ПРИСТРОЮ НА КАВІТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСОСУ

*Молошній О. М., аспірант; Сотник М. І., д-р техн. наук, доцент,
СумДУ, м. Суми*

Кавітація в проточній частині насосу є негативним явищем. Її поява призводить до підвищення пульсації тиску, виникнення вібрації та шуму. При збільшенні зон кавітації знижується напір і енергоефективність роботи насосу. Наслідком довготривалого процесу кавітації є руйнування матеріалу конструктивних елементів проточної частини. Відповідно, її прояви впливають на надійність експлуатації та вартість життєвого циклу насосу.

В даній роботі розглянуто вплив ребер та канавок на стінках осьового підвідного пристрою (ОПП), що обертається, на кавітаційні характеристики та процес протікання кавітації в поточній частині насосу.

Об'єктом дослідження є відцентровий моноблочний насос з номінальною подачею $16 \text{ м}^3/\text{год}$, номінальним напором 10 м , швидкістю обертання ротору 1450 об/хв , коефіцієнтом швидкохідності (n_s) 64 . ОПП являє собою порожнистий вал моноблочного насосу. ОПП містить нерухомий конус, який є частиною корпусу, прямолінійну ділянку та дифузор, також обтічник сферичної форми, що обертаються з частотою обертання валу. Довжина ОПП 260 мм , ділянки, що обертається, 207 мм . Довжина конуса та дифузора відповідно становлять 33 мм та 51 мм . Діаметри на ввіді в конус, циліндричної ділянки та на виході з дифузора відповідно становлять 65 мм , 40 мм та 63 мм . Висота ребер або глибина канавок становлять 2 мм , ширина 3 мм . Кількість ребер у випадку розташування вздовж осі обертання 4 шт , закручених по спіралі 8 шт , а каналів 8 шт . На циліндричній ділянці розташовані ребра, а на дифузори – ребра і канавки.

За результатами числового моделювання течії двофазного середовища в проточній частині насосу в програмному комплексі ANSYS CFX визначено кавітаційні характеристики насосу та розподіл зон кавітації за номінальної подачі. Результати порівнювалися з базовим варіантом без канавок або ребер. Величина критичного кавітаційного запасу ($\Delta h_{\text{кр}}$) становить $0,8 \text{ м}$ для всіх розглянутих варіантів, крім варіанту з прямими ребрами на циліндричній ділянці, для якого $\Delta h_{\text{кр}} = 0,95 \text{ м}$. Перші прояви кавітації в робочому колесі за номінальної подачі спостерігаються при $\Delta h = 4 \text{ м}$, а в ОПП в діапазоні $1,4 \dots 1,0 \text{ м}$. В ОПП без ребер кавітація майже одночасно з'являється в двох зонах. Перша зона – на початку циліндричної ділянки (після конуса), яка потім зростає вздовж стінки. Друга зона – на початку дифузору. При наявності ребер на стінках циліндричної ділянки на них в першу чергу з'являється зони кавітації. Ребра або канавки на стінках дифузору не впливають на форму кавітаційної зони.

Таким чином, процес виникнення кавітації, розподіл її зон та кавітаційні характеристики досліджуваного насосу не змінюються при наявності ребер або канавок на стінках дифузору, на відміну від циліндричної ділянки ОПП.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗАЗОРУ МІЖ РОБОЧИМ КОЛЕСОМ І ЯЗИКОМ ВІДВОДУ, ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ НАСОСА ТИПУ Д

*Строкіт О. О., аспірант, СумДУ, м. Суми;
Сотник М. І., д-р техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми*

Значний інтерес для досліджень становить гідравлічний процес у початковій частині спірального відводу насосів типу Д – його горловині поблизу язика (перетин 1). Взаємодія язика з потоком рідини призводить до місцевого збільшення швидкості потоку та інших гідродинамічних процесів, які досить важко дослідити аналітично. Складність течії не дозволяє теоретично визначити характер її руху та втрати у елементах відводу. Для цього використовуються результати експериментальних даних, отриманих при дослідженні відводів насосних агрегатів, які зараз експлуатуються.

Якщо розглянути процес руху рідини у спіральному відводі в плані зниження втрат, а значить і підвищення енергоефективності роботи насосного агрегату у складі системи мережі водопостачання, необхідно звернути увагу на фактори, які впливають на енергоефективність. Їх можна поділити на дві групи: конструктивні та режимні [1].

Відцентровий насос з однозавитковим спіральним відводом, розроблений відповідно до закону збереження імпульсу. Коли цей насос працює у номінальному розрахунковому режимі, кут відхилення потоку на виході з робочого колеса співпадає з кутом вигину горловини спірального відводу. Уповільнення потоку відповідає, закону моменту кількості руху, а тиск розподіляється рівномірно, окрім місцевого збурення, що виникає внаслідок руху потоку рідини поблизу язика.

Якщо ж насос працює з навантаженням меншим від номінального, то перетини спірального відводу у різних точках не відповідатимуть робочому режиму. Абсолютна швидкість рідини, що виходить з робочого колеса, зменшується до середнього значення швидкості у спіралі. Рідина надходить до горловини спірального відводу з малим кутом атаки, що продукує місцеве розрідження порівняно з середнім тиском на виході із колеса. Статичний тиск збільшується від найменшого значення за язиком до найбільшого значення, яке досягається у вхідній частині відповідно до уповільнення потоку [2].

Нерівномірний потік за часткового навантаження викликає сильне коливання статичного тиску по колу колеса, а це у свою чергу, призводить до того, що значення радіальної сили збільшується. У результаті відриву потоку, відновлення тиску за язиком спірального відводу менш значне, ніж у спіралі. Це має наслідком те що, радіальна сила направлена в бік області низького тиску.

У режимі перевантаження перетин спірального відводу звужений для потоку рідини. Тож цей потік прискорюється за робочим колесом. У

відповідь йому, статичний тиск зменшується по колу від найбільшого значення (тиск гальмування) поблизу горловини спірального відводу. Кут атаки у цьому випадку буде занадто великий, що призведе до відриву потоку в напірному патрубку. За язиком спірального відводу міститься точка гальмування швидкості та область високого тиску. Вектор результуючої радіальної сили спрямований від неї [3].

Вище викладене свідчить про наявність проблеми особливостей робочого режиму відцентрового насосу залежно від значення його навантаження і принципу проектування спірального відводу. Тож розробка рекомендацій для підвищення енергоефективності експлуатації насосного агрегату в різних робочих режимах потребує глибокого наукового дослідження з урахуванням конструктивних та режимних факторів для насосів типу D.

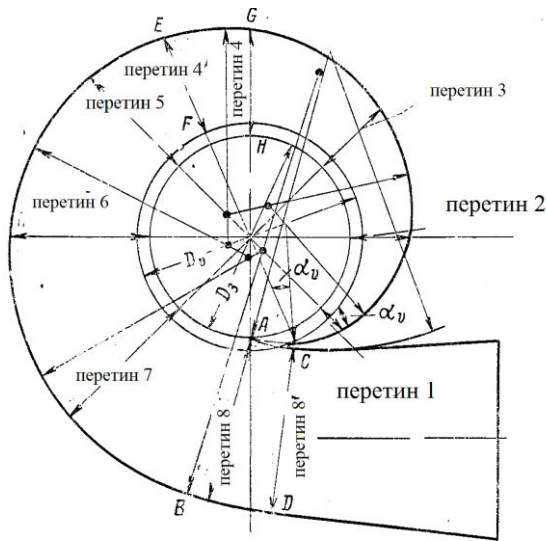


Рисунок 1 – Робоче колесо та спіральний відвід насоса

Список літератури

1. Степанов А. Відцентрові та осьові насоси, теорія, конструювання і застосування / А. Степанов. – Москва : ГНТИМЛ, 1960. – 240 с.
2. Пфлейдерер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов / К. Пфлейдерер. – Москва : Машгиз, 1960. – 683 с.
3. Gulich J. Centrifugal Pumps. Springer Heidelberg Dordrecht / J. Gulich. – London, New York, 2010. – 964 p.

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ТА ТИСКУ У СПІРАЛЬНОМУ ВІДВОДІ НАСОСУ ТИПУ Д

*Черноброва А. К., аспірант СумДУ, PhD-72;
Сотник М. І., д-р техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми*

Спіральний відвід відіграє важливу роль у гідродинамічних процесах, які мають місце у робочих режимах відцентрових насосів. На даний час існує розбіжність поглядів дослідників стосовно сталості середньої швидкості рідини у спіральному відводі.

Згідно з теорією А. Степанова [1] спіральні відводи насосів необхідно розраховувати виходячи із сталості середньої швидкості рідини в усіх перетинах спірального відводу. На його думку площі перетину відводу повинні збільшуватись пропорційно збільшенню кута, під яким розташований перетин відносно язика відводу.

Протилежну думку має К. Пфлейдерер [2], який стверджує, що тиск у спіральному відводі має підвищуватись від вхідного перетину до виходу, а швидкість рідини – відповідно зменшуватись.

Комбінацією цих поглядів має Й. Гюліх [3], згідно яких оптимальним рішенням може бути:

а) проектування спірального відводу при коефіцієнті швидкохідності $n_s < 90 \dots 130$ для постійної швидкості потоку рідини;

б) проектування спірального відводу для коефіцієнті швидкохідності $n_s > 90 \dots 130$ залежно від збереження кутового моменту.

Метою роботи є визначення способу модернізації насосів типу Д2000-100 з коефіцієнтом швидкохідності $n_s = 61$, виходячи з думок зазначених авторів за різних умов функціонування насосу (різних значень подачі і напору).

Для дослідження робочого процесу насосу Д2000 з діаметром робочого колеса D_2 850 мм була побудована його математична модель в програмному середовищі ANSYS 14.0 та визначено енергетичні параметри потоку у взаємно перпендикулярних перерізах (рис.1). Дослідження проведено за подачі $0,9Q_{\text{ном}}$.

При заданій подачі відбувається зменшення швидкості руху рідини від перерізу S1 до перерізу S3 (рис. 2). Після перерізу S3 відбувається стабілізація швидкості потоку. Різне зростання тиску відбувається з перерізу S1 до S2 (рис.3), після перерізу S2 тиск рідини стабілізується.

Нерівномірність розподілу швидкості і тиску вказує на можливе вихроутворення, яке має спричиняти додаткові втрати енергії при переміщенні рідини у відводі. Така ситуація вказує на необхідність додаткового дослідження особливостей робочого процесу у спіральному відводі у проміжку між перерізами S1 та S2 за визначеної подачі $0,9 Q_{\text{ном}}$, а також системного дослідження течії з метою визначення енергоефективності робочого процесу та чинників, що на нього впливають.

Вважається доцільним провести подальше дослідження руху рідини за режимами подачі: $0,5Q_{\text{ном}}$, $0,75Q_{\text{ном}}$, $1,1Q_{\text{ном}}$, $1,2Q_{\text{ном}}$.

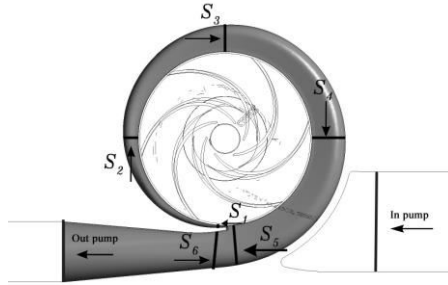


Рисунок 1 – Розташування перерізів в яких відбувається дослідження потоку

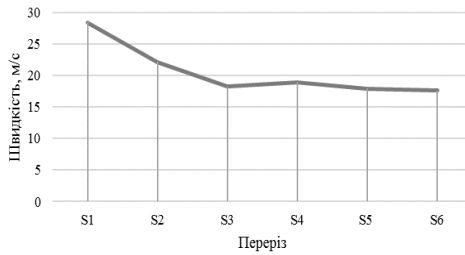


Рисунок 2 – Зміна швидкості руху рідини

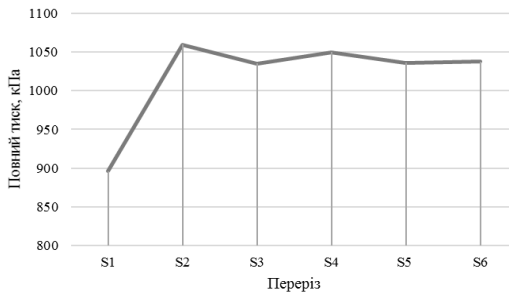


Рисунок 3 – Зміна повного тиску

Список літератури

1. Степанов А. Відцентрові та осьові насоси, теорія, конструювання і застосування / А. Степанов. – Москва : ГНТИМЛ, 1960. – 240 с.
2. Пфлейдерер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов / К. Пфлейдерер. – Москва : Машгиз, 1960. – 683 с.
3. Gulich J. Centrifugal Pumps. Springer Heidelberg Dordrecht / J. Gulich. – London, New York, 2010. – 964 p.

ПРО ДЕЯКІ ДОДАТКОВІ РЕЗЕРВИ ПОДАЛЬШОГО ПІДВИЩЕННЯ ККД НАСОСІВ

Пузік Р. В., аспірант; Ковальов О. І., професор, СумДУ, м. Суми

На сьогоднішній день перед людством дедалі гостріше постає питання зниження енерговитрат у промисловості. Це пов'язано із постійним підвищенням цін на енергоресурси та значним забрудненням навколишнього середовища.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є підвищення ефективності роботи насосного обладнання. Витрати на електроенергію характеризуються значенням к.к.д. насосної установки.

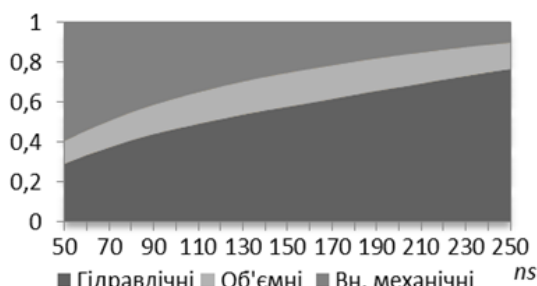


Рисунок 1 – Частка втрат енергії у відцентровому насосі

При розробці насосного обладнання найбільшу увагу приділяють зменшенню гідравлічних втрат. Тим не менше на рис. 1 показано, що, особливо у відцентрових ступенях із малим коефіцієнтом швидкохідності, найбільшу вагу мають внутрішні механічні втрати енергії. В цей же час частка об'ємних втрат залишається практично незмінною, а частка гідравлічних постійно зменшується зі зменшенням коефіцієнту n_s .

Значний вплив на об'ємний та внутрішні механічний к.к.д. насоса мають гідродинамічні процеси, що відбуваються у бічних пазухах (осьові зазори між статорними поверхнями корпусу і дисками робочого колеса).

Через це з'являється необхідність більш ретельно дослідити простір навколо ротора відцентрового насоса. Основними завданнями такого дослідження є:

- розрахунок витрат енергії $\Delta h = f(n_s)$;
- розробка диференційного балансу енергії ступеня насоса;
- визначення складових балансу енергії та їх залежності від кінетичних і геометричних параметрів;
- гідродинамічні розрахунки течії в бічних пазухах.

ВИДИ ПОДІБНОСТІ В ЛОПАТЕВИХ НАСОСАХ

*Колісніченко Е. В., доцент, СумДУ; Луговий О. Л., студент, СумДУ;
Ракітянський М. М., студент, СумДУ, м. Суми*

Процеси протікання рідини у лопатевих насосах описуються достатньо складними математичними залежностями, що значно ускладнює їхнє використання під час проведення розрахунків та не дозволяє отримувати результати достатньої точності. Тому під час проектування проточних частин лопатевих насосів використовують методи математичного моделювання, тобто розрахунок конкретного насоса ведуть з урахуванням відомих параметрів іншого насоса, подібного першому. Повна гідродинамічна подібність насосів можлива за умов виконання геометричної, кінематичної та динамічної подібності.

Геометрична подібність означає, що відношення подібних геометричних розмірів повинно бути постійним для модельованого об'єкту та моделі. Умови геометричної подібності записують у вигляді $l/l_m = d/d_m = \alpha_l$, де l , d – це лінійні розміри (довжина, діаметр); α_l – коефіцієнт геометричної подібності; індексом «м» позначені параметри моделі.

Кінематична подібність означає, подібність полів швидкостей або осереднених швидкостей. Причому спосіб осереднення може бути будь-яким, важливо, щоб він був однаковим для модельованого об'єкту та моделі. Для руху рідини у обертових каналах кінематична подібність означає подібність трикутників швидкостей.

Для потоків в колесах лопатевих машин умови кінематичної подібності записують у вигляді:

$$\frac{V_n}{V_m} = \frac{U_n}{U_m} = \frac{W_n}{W_m} = \frac{V_{u_n}}{V_{u_m}} = \frac{V_{m_n}}{V_{m_m}} = \alpha_c$$

де α_c – коефіцієнт кінематичної подібності; V , U , W , V_w , V_m – абсолютна, колова, відносна, тангенційна та меридіанальна швидкості; «н», «м» – індекси, що відповідають натурній та модельній характеристиці.

Динамічна подібність означає подібність силових полів або осереднених сил. Вона дотримується при рівності безрозмірних комплексів, що являються критеріями подібності – чисел Струхаля (Sh), Ейлера (Eu) та Рейнольдса (Re):

$$Sh = \frac{f \cdot l}{V}; \quad Eu = \frac{\Delta p}{\rho \cdot V^2}; \quad Re = \frac{V \cdot d}{\nu},$$

де f – частота вихреутворення; l – характерний розмір; Δp – перепад тиску; ρ – густина робочої рідини; d – діаметр; ν – кінематична в'язкість рідини.

Використання елементів теорії подібності та безрозмірних критеріїв геометричної, кінематичної і динамічної подібності дають можливість отримати рівняння подібності для двох насосів:

$$\frac{Q_H}{Q_M} = \lambda^3 \cdot \frac{n_H}{n_M}; \quad \frac{H_H}{H_M} = \lambda^2 \left(\frac{n_H}{n_M} \right)^2;$$

$$\frac{N_H}{N_M} = \lambda^5 \left(\frac{n_H}{n_M} \right)^3 \cdot \frac{\rho_H}{\rho_M}; \quad \eta_H \approx \eta_M$$

де λ – масштаб геометричної подібності, який дорівнює відношенню схожих розмірів подібних машин; Q , H , N , η – подача, напір, потужність, ККД насоса.

По даному рівнянню можна перерахувати результати випробувань модельного насоса та отримати робочі характеристики натурального насоса при $\lambda < 2$, та $n_2/n_1 < 2$.

Для порівняння насосів використовують критерії, які відображають подібність конструкції і режимів роботи насоса. В практиці насособудування приймають декілька таких критеріїв, до яких належать питома частота обертання, коефіцієнт швидкохідності та ін.

Питома частота обертання $n_{y\partial}$ – частота обертання еталонного насоса (геометрично подібного насосам даного типу і працюючого на однаковій рідині), котрий при подачі $1 \text{ м}^3/\text{с}$ розвиває напір 1 м при максимальному значенні ККД:

$$n_{y\partial} = n \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Коефіцієнт швидкохідності (n_s) – це частота обертання еталонного насоса, що працює на воді ($\rho = 1000 \text{ кгс/м}^3$) з корисною потужністю 75 кгм/с при напорі 1 м та максимальному значенні ККД:

$$n_s = 3,65 \cdot n \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

В практиці вітчизняного насособудування переважне розповсюдження отримав коефіцієнт швидкохідності n_s , який, в першу чергу, характеризує ККД, форму проточної частини, відношення геометричних розмірів а також форму характеристик насосів.

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ РОБОТИ НАСОСІВ ПРИ НЕРОЗРАХУНКОВИХ РЕЖИМАХ

*Лугова С. О., доцент, СумДУ; Дегтярьов В. В., студент, СумДУ;
Маківський О. С., студент, СумДУ, м. Суми*

При зміні характеристики мережі, насос починає працювати на режимах, менших чи більших від оптимального. При цьому ефективність його роботи знижується. Крім того, при роботі на режимах, більше оптимального, насос не створює в системі необхідного тиску, а при роботі на режимах, менше оптимального, залишковий напір доводиться дроселювати. Це приводить до необґрунтованих додаткових витрат. Крім того, робота насоса на режимах $(0,3-0,5) \cdot Q_{\text{опт}}$ приводить до появи низки проблем, пов'язаних зі збільшеною вібрацією насоса, виникненням значних нестационарних осьових і радіальних сил, що може привести до виходу із ладу вузлів підшипників і торцевих ущільнень. Виникає питання про заміну робочих насосів на нові. Але термін служби корпусів насосів зазвичай не вичерпаний і заміна насосів на нові веде до збільшення експлуатаційних витрат. Набагато дешевше замінити в існуючому корпусі насоса проточну частину (робоче колесо, або робоче колесо і напрямний апарат), які проєктуються на нові параметри.

Таким чином у вітчизняному насособудуванні було запропоновано створення нового класу нафтових магістральних насосів з комбінованим відводом, що складається з напрямного апарату і спірального відводу. В такій конструкції одночасна заміна робочого колеса та напрямного апарата забезпечує високу надійність і економічність насоса практично на будь-якому нерозрахунковому режимі від $0,3Q_{\text{ном}}$ до $1,25Q_{\text{ном}}$. Це забезпечено тим, що спіральний корпус розраховується на максимальну подачу, а робоче колесо та напрямний апарат – на заданий режим (рис.1).

При проведенні аналізу та оптимізації основних геометричних параметрів, які впливають на роботу робочого колеса на подачах, менших $0,5Q_{\text{опт}}$, таких як: коефіцієнт входу в робоче колесо, зовнішній діаметр, число лопатей, кути встановлення лопатей на вході і виході, ширина робочого колеса на виході і радіальний зазор між робочим колесом та відводом, були спроектовані та виготовлені спеціальні робочі колеса для нафтових магістральних насосів для роботи на режимах, менших $0,5Q_{\text{опт}}$. Випробування на місці експлуатації показали досить гарну збіжність з прогнозуючою характеристикою.

Ще одна сфера насосного обладнання, де застосовуються змінні проточні частини – це секційні насоси типу ЦНС. При збереженні корпусних деталей секції та кришок, були спроектовані нові напрямні апарати та робочі колеса, котрі збільшили ефективність роботи даних насосів на подачах $0,25-0,5Q_{\text{опт}}$.

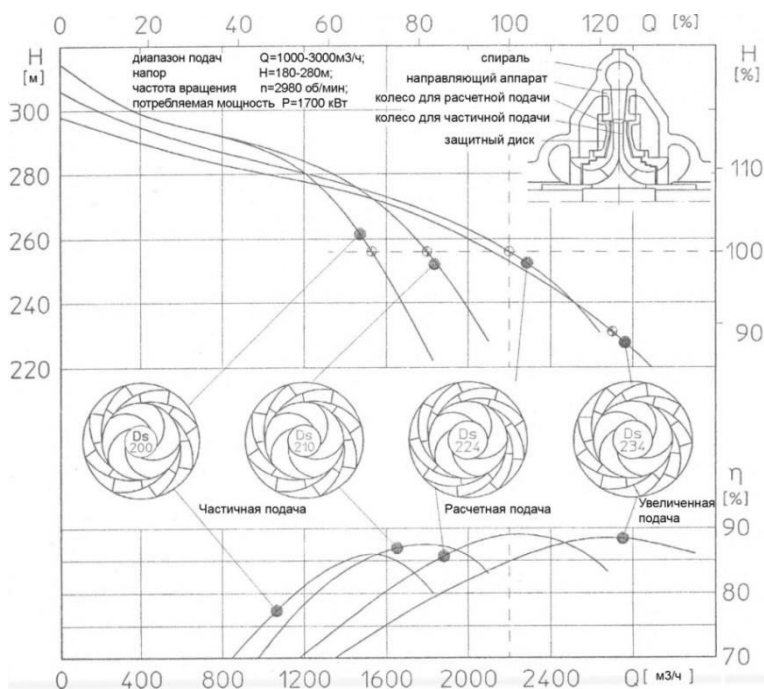


Рисунок 1 – Вплив заміни проточних частин на параметри насосу

В результаті експериментів були отримані змінні проточні частини з коефіцієнтами швидкохідності $n_s = 30-50$, які мали коефіцієнти корисної дії $\eta = 56-67\%$ (рис. 2).

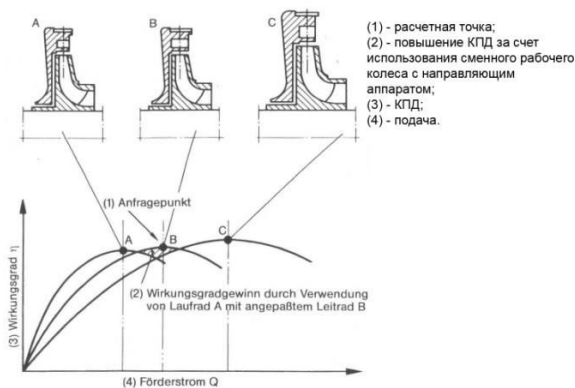


Рисунок 2 – Змінні проточні частини секційного насосу

**СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ
(ПРИКЛАДНА ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА)»**

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ОФІСНОЇ БУДІВЛІ

*Токарєв К. О., студент групи ЕМ.м-81; Хованський С. О., доцент,
Сумський державний університет, м. Суми*

Оскільки Україна є енергетично дефіцитною країною, то основною задачею повинно бути енергоефективне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Об'єктом дослідження роботи є офісне приміщення в багатоквартирній будівлі. Метою роботи є проведення енергетичного обстеження систем опалення, водопостачання, електропостачання, визначення технічного стану будівлі, визначення обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів, запровадження енергозберігаючих заходів для раціонального використання всіх видів енергії. Для цього був проведений аналіз споживання води, теплоенергії та електроенергії протягом трьох років, який показав, що у зимовий період обсяги електроспоживання збільшуються, це обумовлюється більшим використанням штучного освітлення та використанням електричних обігрівачів. Споживання води та теплової енергії більш стабільне. На об'єкті енергетичного обстеження для обліку електричної енергії використовують електронний лічильник НІК 2102-04 М2В, 5(50)А, 1ф, (однотарифний). Для обліку кількості використання води застосовують лічильник води Sensus E-T 1,5.

Наступним кроком були проведені розрахунки теплового балансу будівлі по її дійсному стану, де було визначено тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції, у відсотках. Найбільші втрати теплової енергії становлять через стіни 75 %, 21 % втрати становлять через вікна та 3% через двері. Для визначення температури повітря в приміщенні та зовні використовували універсальний вимірювач температури Testo 605-N1. Результати вимірювання показали, що температура не відповідає нормам.

Проаналізувавши дані, що були отримані під час інструментального обстеження будівлі, візуального обстеження та розрахунку тепловтрат, було запропоновано впровадження наступних енергозберігаючих заходів: утеплення зовнішніх стін, встановлення автоматичного опалення. Для утеплення зовнішніх стін було запропоновано використати пінополістирольні плити, шириною 100 мм, а для встановлення автоматичного опалення газовий котел Житомир М 7СНВ потужністю 7 кВт. Після проведення фінансового аналізу запропонованих енергозберігаючих заходів, враховуючи економію за рахунок скорочення теплових втрат та капітальні витрати на впровадження заходу, було отримано прості терміни окупності по всім заходам: утеплення зовнішніх стін – 1,8 року, встановлення автономного опалення – 1,3 року. Згідно до розрахунків, річна економія після встановлення газового котла, буде складати – 12 467 грн/рік, а після утеплення стін пінополістирольними плитами – 7 304 грн/рік.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНУ МОДЕЛІ 48-060 З КОМБІНОВАНОЮ СИСТЕМОЮ ОПАЛЕННЯ

*Богданюк О. С., студент групи ЕМ-51; Хованський С. О., доцент
Сумський державний університет, м. Суми*

Проблема енергоефективного використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) перетворилася в одну з найважливіших загальнолюдських проблем. Актуальним напрямом енергозбереження є широко розповсюджений в Україні залізничний транспорт, який в свою чергу являється значним споживачем енергоресурсів. За призначенням пасажирські вагони діляться на вагони далекого, міжобласного та приміського сполучення, а по плануванню - спальні, купейні, не купейні, вагони-ресторани, багажні, поштові, поштово-багажні та спеціальні.

Для забезпечення комфортабельних умов пасажирам, вагони обладнуються пристроями опалення, вентиляції та освітлення. У пасажирських вагонах застосовується водяне або електричне опалення, а у сучасних вагонах застосовується комбіноване водяне опалення (нагрів води здійснюється за допомогою електронагрівачів або твердим паливом). Вагони обладнуються припливною примусовою вентиляцією (підігріте і очищене повітря подається по спеціальному повітряному жолобу в усі відділення вагона) і установками призначеними для кондиціонування повітря. Такі установки забезпечують певну вологість і температуру повітря при тиску, який в кілька разів перевищує атмосферний, що в свою чергу запобігає потраплянню зовнішнього повітря в вагон через негерметичні з'єднання. Данні системи повинні забезпечувати середню температуру повітря в пасажирських приміщеннях 22–20 °С при температурі зовнішнього повітря до –40 °С, а система охолодження підтримувати в пасажирських приміщеннях температуру повітря 24–20 °С при температурі зовнішнього повітря до +40 °С. Для забезпечення зазначених вище комфортних умов використовується значна кількість енергоресурсів.

Об'єктом дослідження роботи є вагон моделі 48-060 призначений для перевезення пасажирів. Метою роботи є підвищення ефективності використання теплової енергії у пасажирських вагонах з комбінованою системою опалення на основі аналізу їх теплових режимів.

В результаті виконаної роботи за допомогою програмного забезпечення SolidWorks була побудована тривимірна модель області повітря пасажирського вагону моделі 48-060, з його реальними габаритними розмірами, та вже існуючою системою опалення, яка включає в себе радіатори з нагрівальними трубами та калорифери. Розрахунок здійснювався у програмному продукті ANSYS CFD, були отримані дані про зміну температури по об'єму вагону, наявність вихроутворень та дослідили вплив нестационарних процесів у внутрішньому об'ємі пасажирського вагону на його загальний тепловий стан.

ТЕПЛОВИЙ КОМФОРТ У БУДІВЛІ

*Гончаров О. М., студент групи ЕМ-71/7; Хованський С. О., доцент,
Сумський державний університет, м. Суми*

Тепловий комфорт – це показник, який характеризує ступінь задоволеності людини умовами температурного середовища та теплового середовища. Мається на увазі безліч чинників і умов, які є комфортними для більшості людей відчувають себе комфортно. За даними різних досліджень, тепловий комфорт займає майже перше місце серед найважливіших умов, що підвищують рівень комфорту і задоволеності мешканців умовами всередині приміщень.

Тепловий комфорт залежить від шести чинників [1], таких як:

1. Температура повітря – традиційна складова теплового комфорту; схильна до впливу джерел пасивного і примусового обігріву та охолодження.
2. Середня радіаційна температура – середня температура всіх відкритих поверхонь в приміщенні. Разом з температурою повітря вона дає можливість визначити розрахункову комфортну температуру, яка найбільш важлива у понятті теплового комфорту.
3. Швидкість повітряного потоку – кількісна характеристика швидкості і напрямку руху повітря в приміщенні. Мінливість (швидка зміна) швидкості повітряного потоку стає причиною протягів і викликати скарги.
4. Рівень теплоізоляції людини (одяг) – товщина теплоізоляційного шару людського тіла, тобто кількість одягу в якому знаходиться людина. Високий рівень теплоізоляції знижує «комфортну» температуру для людини.
5. Вологість повітря – це відносний вміст вологи в повітрі. Дуже висока або дуже низька вологість можуть викликати дискомфорт.
6. Метаболічне тепловиділення або рівень фізичної активності людини – впливає на кількість теплоти, яка виділяється з тіла людини і, як наслідок, впливає на сприйняття навколишнього середовища як теплою або ж холодною.

Наслідки теплового дискомфорту є: відволікання уваги на будь-які подразники; порушення спокою; зниження концентрації [2]. В результаті комбінації перерахованих вище факторів можна отримати усереднену оцінку комфорту. Але в деяких випадках не вдається досягти умов теплового комфорту, які однаково влаштовують усіх мешканців будинку, в силу їх індивідуальних особливостей.

Список літератури

1. Frontczak M. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments / M. Frontczak, P. Wargocki. – Building and Environment, 2011. – Vol. 46. - P. 922–937.
2. Rage N. Experimental and theoretical study of the influence of acoustic panels on the heat exchange between Thermo-Active Building Systems (TABS), the occupants and the room : MSc thesis / N. Rage. – Technical University of Denmark, 2015.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНУ КУПЕЙНОГО ТИПУ З КОМБІНОВАНОЮ СИСТЕМОЮ ОПАЛЕННЯ

*Лазаренко А. А. студент групи ЕМ-51; Хованський С. О., доцент,
Сумський державний університет, м. Суми*

Для України питання досягнення енергетичної незалежності є одним з першочергових завдань. Для цього необхідно зменшити використання паливно-енергетичні ресурсів. Важливо звертати увагу не лише на найбільш енергозатратні галузі, а й на решту. Саме це допоможе досягти максимально ефективного використання енергоресурсів.

За підрахунками департамент енергоменеджменту ПАТ «Укрзалізниця», резерв енергозбереження у галузі – 16,7 тис. т палива в умовному обчисленні, що в грошовому еквіваленті майже на 160 млн грн і майже 1% від витрат на придбання паливно-енергетичних ресурсів ПАТ «Укрзалізниця».

Метою роботи є визначення оптимального температурного режиму в вагоні купе моделі 61-817 з комбінованою системою опалення (водяне та повітряне) для зменшення витрат електроенергії, шляхом порівняння та аналізу їх теплових режимів.

Першим етапом роботи було відтворення повітряного простору, радіаторів та повітряної системи обігріву купе згідно з його реальними розмірами за допомогою програмного комплексу Solid Works. Наступним кроком була побудова розрахункової сітки в програмному забезпеченні ANSYS CFD. На цьому етапі задається граничні умови для кожної поверхні. Після виконання основних етапів моделювання задається температура навколишнього середовища та тепловий потік кожному елементу систем опалення.

Шляхом варіювання температури навколишнього середовища та теплових потоків приладів опалення отримали залежність температури всередині купе від параметрів системи опалення та температури навколишнього середовища. Під час розрахунку визначений мінімальний необхідний час для прогрівання купе. Температури навколишнього середовища варіювалась в діапазоні від +8 °C до -24 °C, а для опалювальних приладів тепловий потік змінювався від 50 до 1 000 Вт/м². Згідно цих даних був побудований графік, відповідно якому наглядно видно який тепловий потік повинен бути в купе при різних температурах навколишнього середовища для оптимального використання електроенергії.

За допомогою програмного забезпечення ANSYS CFX у роботі було змодельований повітряний простір купе вагону моделі 61-817, отримано дані про рух повітряних мас та загальний тепловий стан при змінній теплового потоку на обігрівачах та температур навколишнього середовища, згідно яких був побудований графік залежності цих величин для енергоефективного використання ресурсів.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИНТЕЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ БУДІВЛІ

*Медвідь С. А., студентка гр. ЕМ-51, СумДУ, м. Суми;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми*

Будівлі всіх типів є найбільшими споживачами енергії, на їх експлуатацію витрачається до 40 % всіх енерговитрат в Україні. Задля грамотного вирішення даної проблеми необхідно проводити комплексні обстеження будівлі для визначення місць найбільших тепловтрат і шляхів їх скорочення.

Одним із найбільш значущих етапів енергетичного обстеження будівлі є розрахунок її теплової потужності. Саме на цій стадії вдається виявити найбільш проблемні місця та звернути найбільшу увагу на їх усунення. Для детального аналізу необхідно провести ряд розрахунків, що вимагають певних затрат часу. Існуючі методики визначення теплової потужності будівель є досить розгалуженими та мають певні особливості, що обумовлені конструктивним виконанням і призначенням будівель та споруд.

Метою роботи було створення алгоритму автоматизованого розрахунку теплової потужності будівлі, що дозволить не тільки враховувати як можна більшу кількість факторів, але й дасть можливість скоротити тривалість оброблення інформації.

Вихідними даними до розрахунків можуть слугувати результати енергетичного обстеження будівлі. Основою алгоритму є диференційований розрахунок за нижченаведеною формулою (1). Так, тепла потужність приміщення та будинку в цілому визначається як різниця між сумарними тепловтратами ($\Sigma Q_{\text{втр}}$) та сумарними теплонадходженнями ($\Sigma Q_{\text{тн}}$):

$$\Delta Q = \Sigma Q_{\text{втр}} - \Sigma Q_{\text{тн}} \quad (1)$$

Залежно від розміщення будівлі, її будівельних характеристик, призначення приміщення, умов його експлуатації та наявності інших факторів розрахункові формули $\Sigma Q_{\text{втр}}$ та $\Sigma Q_{\text{тн}}$ можуть різнитися. Окрім цього, наступні розрахунки мають ряд параметрів, які регламентуються певними нормативними документами, що також враховується в даному алгоритмі.

Даний метод дозволяє враховувати особливості кожного приміщення та отримати не лише узагальнений результат, а й проміжні значення розрахунку по кожному приміщенню будівлі окремо. Саме це дає можливість виявити найбільш проблемні зони та усунути їх безпосередньо у місці їх виникнення.

Використання автоматизованого алгоритму синтезованого розрахунку дозволяє врахувати достатню кількість параметрів та змінних, що не тільки підвищуємо точність проведених розрахунків та зменшити затрати часу на отримання їх результатів, а й підібрати максимально ефективні заходи по усуненню виявлених недоліків, як по будинку в цілому, так і для кожного приміщення окремо.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ КРИТОЇ СПОРТИВНОЇ СПОРУДИ

*Науменко В. В., студент гр. ЕМ.м-81; Хованський С. О., доцент,
Сумський державний університет, м. Суми*

Україна має дефіцит власних енергоресурсів, тому проблема енергозбереження для неї є найбільш гострою. Головним чинником ефективності енергозбереження в будівлях є рівень збереження та ефективного використання теплової енергії.

Об'єктом дослідження є термодинамічні параметри теплового стану спортивного комплексу СумДУ з водяною системою опалення. Метою роботи є підвищення ефективності використання теплової енергії приміщень з водяною системою опалення на основі аналізу їх теплових режимів. Для проведення чисельного експерименту моделі теплового стану спортивного комплексу була створена тривимірна модель споруди за допомогою програмного продукту SolidWorks. При створенні тривимірної моделі у якості опалювальних приладів було спроектовано радіатори опалення.

Для виконання чисельного дослідження була побудована розрахункова сітка. На кожній поверхні були задані граничні умови: розрахований опір теплопередачі; температура зовнішнього середовища, що встановлювалась в діапазоні від $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$; середнє арифметичне відхилення профілю (Ra) складало 25 мкм; Для радіаторів опалення був заданий діапазон теплового потоку від 50 Вт/м^2 до 400 Вт/м^2 .

Для проведення комп'ютерних розрахунків використовувалась комплексна програма CFX-Solver Manager. Дана програма представляє собою ітеративний обраховувач, який вирішує задані в розрахунковій моделі рівняння методом поступових наближень.

В результаті розрахунку отримали термодинамічні параметри в кожній точці розрахункової сітки. Проведено візуалізацію розподілу температури та швидкості руху повітря по об'єму приміщення.

В даній роботі було проведено факторний експеримент з трьома факторами: тепловий потік від радіаторів опалення (футзал), температурою зовнішнього середовища та тепловий потік від радіаторів опалення (тенісні корти).

За допомогою факторного експерименту було отримане рівняння яке описує вплив теплового потоку від радіаторів опалення та температури зовнішнього середовища на температуру повітря в приміщенні, що дозволяє визначити оптимальний режим роботи системи водяного опалення. Була побудована геометрична інтерпретація залежності температури в середині приміщення від теплового потоку радіаторів опалення.

В результаті виконаної роботи була побудована тривимірна модель спортивною споруди, проведено моделювання процесів аеродинаміки та тепломасообміну, отримано рівняння, що описує оптимальний режим роботи системи опалення.

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ДОШКІЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

*Матус С. В., студент групи ЕМ-51; Хованський С. О., доцент,
Сумський державний університет, м. Суми*

В умовах постійно зростаючого попиту на різні види енергоресурсів найпершим завданням енергоменеджменту є розроблення і впровадження якнайменше витратних енергозберігаючих заходів.

Метою проведення енергетичного обстеження дошкільного навчального закладу № 8 «Космічний» є виявлення проблем, що стосуються неефективного використання енергетичних ресурсів та вибір шляхів їх подолання, які зможуть привести до економії енергетичних ресурсів.

Більш детальний огляд будівлі дає змогу точніше з'ясувати стан будівлі та її функціонування. Насамперед, слід ознайомитись з об'єктом, провести візуальний огляд приміщення, вивчити технологічні можливості, техніко-економічні показники обладнання, динаміку споживання паливно-енергетичних ресурсів за останні 3 роки.

Під час проведення робіт на об'єкті, було з'ясовано стан системи тепlopостачання, водopостачання, проведено візуальний огляд огорожyючих конструкцій, виконано перевірку документації щодо обліку теплової енергії, холодної і гарячої води, електричної енергії. На основі отриманих даних, усі засоби обліку енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування.

Одним із головних складових проведення обстеження є визначення динаміки споживання паливно-енергетичних ресурсів. Слід зазначити, що у будівлі ДНЗ №8 встановлений не один лічильник теплової енергії для обліку теплової енергії від теплоносія, яка іде на опалення та на підігрів гарячої води. Такий факт допомагає провести точний аналіз споживання теплової енергії на опалення і на підігрів води окремо.

Після усіх етапів проведення енергетичного обстеження, складається план рекомендацій щодо економії паливно-енергетичних ресурсів у дошкільному навчальному закладі.

Проведені роботи з енергозбереження ДНЗ (ясла – садок) №8 «Космічний» за 2015–2017 рр., а саме: встановлення тепловідбивних екранів за радіаторами., частково заміною старі дерев'яні вікна з однокамерним склінням на пластикові з двокамерним склінням, теплоізоляція покрівлі будівлі, впровадження локальної припливно-витяжної вентиляції з рекуператором, часткова заміна ламп розжарювання в кількості 200 шт, теплоізоляція зовнішніх стін, тепла ізоляція розподільчих трубопроводів систем опалення дають змогу значно зменшити використання енергетичних ресурсів. Саме тому рекомендації стосуються в раціональному використанні водних ресурсів на власні потреби та зниженні використання електроенергії.

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ДИТЯЧОГО НАВЧАЛЬНО-ВІХОВНОГО КОМПЛЕКСУ № 11 М. СУМИ

*Літвін Є. І., студент групи ЕМ-51; Хованський С. О., доцент,
Сумський державний університет, м. Суми*

В умовах кризи та постійно зростаючого попиту на всі види енергоресурсів та зростання цін на них, питання підвищення енергоефективності на підприємствах та установах України набуває першочергового значення. Енергозбереження на сьогодні особливо актуальне в бюджетній сфері та житловому-комунальному господарстві, так як під час упровадження енергоефективних заходів досягається максимальна економія енергоресурсів.

В даному випадку було проведено обстеження Сумського навчально-виховного комплексу «загальноосвітня школа I ступеня - дошкільний навчальний заклад № 11 «Журавонька» (НВК № 11), який знаходиться за адресою: Сумська область, м. Суми, вул. Харківська, 66. Данна установа має складну просторову форму. Будівля двоповерхова з плоскою кривлею, містить технічне підпілля.

Метою роботи було підвищення енергоефективності будівлі та зменшення обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів, що дасть змогу зменшити обсяг навантаження на міський бюджет. Першим кроком було проведено візуальне та інструментальне обстеження системи опалення, стану будівлі, освітлення та водопостачання, а також збір документації щодо споживання закладом енергоресурсів та їх поставників.

Наступним кроком був зроблений розрахунковий аналіз досліджуваних енергосистем в НВК № 11 «Журавонька», що дало змогу виявити основні фактори які впливають на втрату теплоенергетичних ресурсів закладу. Найбільші тепловтрати були виявлені через дах та стіни даного об'єкту. Після чого був проведений аналіз енергетичних систем та розрахунок введення енергоефективних заходів та термін їх окупності закладу що дозволило нам перейти до наступного етапу.

Після збору інформації та розрахункового аналізу енергосистем закладу було розраховано енергозберігаючі заходи, такі як, утеплення стін та даху даного об'єкта, це дозволить зменшити об'єм споживання тепла. Заміна ламп розжарювання на світлодіодні лампи дасть змогу економії на електроенергії. А також була проведена роз'яснювальна робота з персоналом щодо економії та енергоефективного використання енергоресурсів.

Було проведено енергетичний аудит комунальної установи НВК № 11, визначено всі недоліки даного об'єкту та створено заходів щодо їх усунення. В результаті проведеної роботи були зменшені обсяги споживання тепла і електроенергії на об'єкті, та відповідно фінансові затрати на них. Показники даного об'єкту було приведено до нормованих значень.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГІДРОТЕХНО-ЛОГІЧНОЇ СПОРУДИ ДЛЯ ЗАНЯТЬ ВОДНИМИ ВИДАМИ СПОРТУ

*Романюк В. А., студент групи ЕМ.м-81; Хованський С. О., доцент,
Сумський державний університет, м. Суми*

Україна – це держава, яка має дефіцит власних енергоресурсів, тому проблема енергозбереження для неї є найбільш гострою, оскільки низька енергоефективність стала одним з основних чинників кризових явищ в українській економіці. Таким чином, проблема енергозбереження для України є однією з визначальних і від її вирішення залежить ефективне функціонування національної економіки. Розпочати вирішення даної задачі необхідно з громадських будівель, а саме закладів охорони здоров'я, комунального господарства, споруд спортивного призначення, а також освіти, культури і мистецтва.

Об'єктом дослідження роботи є приміщення басейну Сумського державного університеті. Метою роботи є підвищення ефективності використання теплової енергії приміщень з повітряною системою опалення на основі аналізу їх теплових режимів. Для цього за допомогою програмного забезпечення SolidWorks було побудовано тривимірну модель області повітря приміщення заданого об'єкту, з його реальними габаритними розмірами, та вже існуючою системою опалення, яка складається з радіаторних панелей.

Наступним етапом роботи була побудована розрахункова сітка, та на кожній поверхні були задані граничні умови. На огорожуючі конструкції задана температура в діапазоні від $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ та розрахований опір теплопередачі. Для опалювальних приладів задано тепловий потік $100\text{--}700\text{ Вт/м}^2$ кожного радіатору, а для води температурний критерій варіюється в межах $18\text{--}26\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В результаті роботи були отримані термодинамічні параметри в кожній точці приміщення. Як і передбачалось швидкість руху повітря та температура в кожній точці приміщення є різною, оскільки при вільній конвекції модель гравітації супроводжується вихровими утвореннями тепломасопереносу.

За допомогою факторного експерименту було отримана функція відліку, отримані коефіцієнти регресії, які були перевірені на значимість за критерієм Ст'юдента та отримали рівняння яке привели до натуральних показників. Це рівняння описує вплив температури зовнішнього середовища, температури води татеплового потоку від радіаторів на температуру повітря в приміщенні.

В результаті проведення даної роботи було: побудовано 3D-модель області повітря спортивної споруди, а саме басейну Сумського державного університету; проведено моделювання процесів аеродинаміки та тепломасообміну; досліджено вплив нестационарних процесів у внутрішньому об'ємі приміщення на його загальний тепловий стан.

ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДІВЛЯХ

*Антоненко С. С., доцент каф. ПГМ, СумДУ, м. Суми;
Кошель К. І., студентка гр.ЕМ.м-81, СумДУ, м. Суми*

Розумне споживання природних ресурсів і зниження впливу на екологію – тема, актуальна на даний момент. В Україні висока вартість енергоресурсів змушує задуматися про їх економію. Теплопостачання багатоквартирного будинку з використанням теплових насосів дозволяє підвищити надійність роботи системи та істотно знизити витрати мешканців на опалення.

Об'єктом наукового дослідження є двоповерхова багатоквартирна житлова будівля, яка знаходиться в місті Шостка. Загальна площа якої становить 507,15 м². З них опалювальна площа 361,9 м², а опалювальний об'єм складає 904,75 м³. Матеріал зовнішніх стін силікатна цегла, товщина кладки 51 см. Будівля не має зовнішнього утеплення та не має цокольного поверху. Перекриття даху залізобетонні плити покриті прошарком з керамзиту та трьома шарами руберойду. Будівля не приєднана до системи централізованого теплопостачання. В кожній квартирі встановлено автономні газові котли для опалення та нагріву води.

Метою наукового дослідження є розробка заходів з модернізації системи теплопостачання будинку для зменшення витрат на опалення житлових приміщень. За допомогою встановлення загальнобудинкового теплового насоса планується зменшити час використання газових котлів на обігрів приміщень, шляхом перемикання системи опалення на тепловий насос. Такий захід був запропонований через те, що ціни на енергоносії постійно зростають (у нашому випадку це природний газ), і це спричиняє збільшення витрат на опалення будівлі.

Першим етапом модернізації є загальне утеплення будівлі 100 мм шаром мінеральної вати. Також утеплення потребує дах. Матеріалом для утеплення було обрано пінополіуретан. Запропонована реновація огорожувальних конструкцій будівлі забезпечить зменшення їх теплопровідності та допоможе зберегти тепло в приміщеннях. Наступним кроком в роботі буде підбір необхідного обладнання для встановлення теплового насосу та самого теплового насосу. Вибір проводитиметься за отриманим результатом розрахункової теплової потужності будівлі.

В результаті проведеної роботи буде визначено діапазон температур зовнішнього середовища при якому тепловий насос буде підтримувати комфортні умови у приміщенні без використання газових котлів.

Аналіз результатів розрахунку можливого строку окупності на встановлення теплового насосу та утеплення будівлі дасть відповідь на питання економічної доцільності використання зазначеної технології у багатоповерховому житловому будинку.

УМОВИ РОЗМІЩЕННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ НА КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТАХ БУДІВЛІ

*Литвиненко М. А., студент групи ЕМ-51, СумДУ, м. Суми;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми*

Результати проведених досліджень та спостережень за функціонуванням сонячної електростанції встановленою потужністю 10,2 кВт у кліматичних та географічних умовах м. Суми (середня річна генерація електроенергії близько 9 800 кВт·год./рік) показують, що оснащення її автоматизованою системою корегування кута нахилу дозволить додатково згенерувати близько 1 700 кВт·год./рік. Сумарна середня річна генерація електроенергії може сягнути 11 500 кВт·год./рік. Такий результат можливо отримати за умови «альбомного» розташування сонячних панелей, тобто довша сторона панелі має розташовуватися горизонтально. Ця умова має виконуватися, з метою підвищення коефіцієнту використання площі покрівлі під розміщення панелей. Коефіцієнт використання площі K_s розраховується, як відношення площі розміщених сонячних панелей S_p до загальної площі ділянки їх розміщення S на покрівлі, або стінах будівлі: $K_s = S_p/S$, і характеризує потенціал величини встановленої на визначеній площині потужності електростанції. Звісно, за умови щільного стаціонарного розташування панелей однією площиною, паралельною покрівлі, значення K_s буде близьким до одиниці. Тобто, площа покрівлі буде використовуватися максимально корисно. При оснащенні панелей треком, який змінює кут їх нахилу до обрію та його функціонуванні разом з поворотом панелей створюються тіньові зони, що значно знижують генерацію електроенергії на затінених ділянках панелей. Для усунення проблеми необхідно розташовувати сонячні панелі одна від одної на відстані, яка дозволяє уникати тіньових зон. Розрахунок показує, що розміщення панелей з дотриманням такої умови зменшує значення коефіцієнта використання площі на 18 %. Це тягне за собою зменшення кількості сонячних панелей і, як наслідок, зниження встановленої потужності сонячної електро-станції за умови її розташування на тій же площі покрівлі. Нескладні розрахунки показують, що за цієї ситуації середня кількість згенерованої електроенергії сонячною електростанцією за рік має становити близько 9 450 кВт·год. Порівняння результату функціонування електростанції за умови стаціонарного кріплення панелей на визначеній площі покрівлі однією площиною (за умови кута нахилу панелей 25°) та за умови використання трекерної установки, яка відслідковує кут нахилу панелей у відповідності до зміни кута розташування Сонця до обрію показує, що збільшення обсягів генерації електроенергії не компенсує втрати можливості генерації через зменшення встановленої потужності електростанції. При встановленні сонячних панелей на покрівлях будинків індивідуальної забудови основну увагу треба звертати на розташування площини їх встановлення відносно сторін обрію (переважно на південь) та на дотримання оптимального для даної місцевості кута нахилу сонячної панелі відносно горизонту. За дотримання цих умов обсяги річної генерації електроенергії в основному будуть залежати від площі розташованих на покрівлі сонячних панелей. Тому застосування трекерів не завжди є виправданим з технічної точки зору.

РОЗМІЩЕННЯ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА СТІНАХ БУДІВЕЛЬ

*Сороколіт А. О., студент групи ЕМм-81, СумДУ, м. Суми;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми*

Чинна в Україні законодавча база щодо регламентації розташування та функціонування сонячних електростанцій приватних домогосподарств вказує на розміщення сонячних панелей на покрівлях та стінах будівель, не згадуючи можливість їх відокремленого від будівлі розміщення. Збільшення обсягів генерації електричної енергії можна досягти шляхом додаткового розміщення сонячних панелей на стінах будівлі. Ефективність реалізації такого заходу пов'язана з визначенням кута нахилу сонячних модулів, коефіцієнтів використання площі K_s та генерації електроенергії k_e , розрахункові числові значення яких можуть бути критерієм її оцінювання. Розміщення панелей на стінах будівлі обмежується переважною орієнтацією розташування зовнішньої поверхні стіни на південь та її площею, простором можливого монтажу панелі, який обмежується «захисним» габаритом відступу від поверхні стіни кінцевої лінії покрівлі. Цей габарит для більшості будинків у середньому становить не більше 700 мм. Він дозволяє розташувати панель у «журнальному» варіанті з кутом нахилу не менше 45° . У години максимальної добової активності Сонця, а, отже, і максимальної генерації електроенергії, середня потужність генерації електростанції при розташуванні сонячних панелей з кутом нахилу 45° на стіні будівлі становитиме 0,704 від максимально можливої, однак тіньові зони на площині стіни зменшують коефіцієнт використання площі стіни до 0,58. Тобто, за таких умов 42 % площі не може бути використана для розміщення сонячних панелей, а загальна установлена потужність розташованих на стіні сонячних панелей буде меншою майже на 42 % відносно варіанту розміщення панелей вертикально однією площиною на стіні. За умови розміщення панелей вертикально однією площиною коефіцієнт використання площі стіни може бути підвищено майже до одиниці, що відповідає додатковому збільшенню площі розташування сонячних панелей майже на 42 %. Однак, при цьому у години максимальної добової активності Сонця кут відхилення площини панелі від оптимального становитиме близько 63° , а, отже, і середня потужність генерації електростанції становитиме 0,344 від максимально можливої. Хоча в інші періоди світлового дня цей кут буде наблизитися до оптимального, значну роль у зміні потужності генерації буде відігравати зміна кута азимуту. Загальну установлену потужність можна збільшити, використавши резерв площі «тіньових зон» для розміщення додаткових панелей. Такий захід може підвищити загальну установлену потужність, збільшивши потужність генерації до 0,488 від максимально можливої. Однак, як видно з порівняння результатів розрахунків такий захід не компенсує зниження потужності генерації. Розміщення сонячних панелей на стіні будівлі за варіантом їх розташування під кутом близько 45° дає приріст потужності генерації електроенергії у години максимальної добової сонячної активності на майже 30 % у порівнянні з варіантом розміщення панелей вертикально однією площиною на стіні навіть за умови підвищення коефіцієнта використання площі стіни до майже одиниці.

ВПЛИВ КОНФІГУРАЦІЇ ТА ОРІЄНТАЦІЇ БУДІВЛІ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Сороколіт А. О., студент гр. ЕМм-81, СумДУ, м. Суми

Архітектурне проектування нових та експлуатація наявних шкільних будівель в Україні потребують істотних змін, зумовлених законодавчо закріпленими вимогами реформування національної освіти. Удосконалення потребують будівлі існуючого шкільного фонду (близько 22 тис.), переважна більшість яких фінансується винятково з місцевого бюджету.

Похибки на етапі проектування будівель, а також зневага до середовища реалізації проекту часто призводять до того, що зведені об'єкти мають високий рівень енергоспоживання. У зв'язку з вичерпністю класичних енергоресурсів, виникає питання про енергоефективність споруди школи та про застосування альтернативних джерел енергії. Потрібно брати до уваги культурне середовище, топографічні та геополітичні властивості, географічні та кліматичні умови регіону.

В першу чергу при проектуванні енергоефективних будівель необхідно приділяти велику увагу місцю їх розташування, вивчати природні енергопотоків місцевості: напрямок сонячного світла, напрямок вітру в різні пори року і т. д. Відштовхуючись від даних характеристик, формуються найбільш доречні форма та розміщення будинку.

У процесі вибору форми будинку важливим завданням є максимальне скорочення площі поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій з метою мінімізації тепловтрат в холодний час і теплонадходжень у теплу пору року.

Найбільш ефективною з точки зору мінімізації тепловтрат є кругла форма. Вона має найменший периметр і відповідно найменшу площу зовнішніх огорожувальних конструкцій. Також форма є сприятливою з точки впливу вітрових потоків.

Встановлено, що містобудівні засоби економії енергії здатні зменшувати тепловтрати до 15%. Це досягається вбудовою шкільних у міську забудову, використанням інших будівель як екранів, створенням внутрішніх дворових просторів, використанням рельєфу і підземних просторів.

Дана робота є актуальною, оскільки в ній розглядається можливість впливу конфігурації та орієнтації будівлі загальноосвітньої на енергоспоживання.

Таким чином, конфігурація будівлі й орієнтація, планувальна структура та технічне оснащення створюють енергоефективну будівлю. Лише провівши дослідження даних факторів можна буде виділити найбільш оптимальні форми будівель, які дозволяють зменшити тепловтрати та створити в ньому гранично комфортельний мікроклімат.

Робота виконана під керівництвом доцента Сапожнікова С. В.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ В МЕРЕЖАХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

*Підпригора Н. М., студент групи ЕМ-51, СумДУ, м. Суми;
Сотник М. І., доцент СумДУ, м. Суми*

Розрахунок величини теплових втрат у централізованих системах теплопостачання є одним з трудомістких процесів. Для прискорення його проведення запропоновано та розроблено алгоритм автоматизованого розрахунку з використанням ЕОМ.

Втрати теплоти в теплових мережах залежать від їх протяжності та діаметрів, способу прокладки, типу та стану теплоізоляції, ґрунтових умов, строку служби, умов експлуатації, обсягу витoku води (фактичного та нормованого). Зазначені фактори та їх фізичні величини і визначено як вихідні дані для побудови алгоритму розрахунку теплових втрат у теплових мережах систем теплопостачання. Алгоритм виконання автоматизованого розрахунку проводиться за структурною схемою, яка включає:

Введення вхідних даних, які стосуються кліматичних умов населеного пункту → Введення вхідних даних щодо параметрів мереж теплопостачання → Введення вхідних даних трубопроводів → Проведення аналітичних розрахунків щодо визначення теплових втрат → Оформлення протоколів розрахунку.

Бази даних вихідної інформації формуються у відповідні таблиці нормованих, або фактичних величин показників, які використовуються при подальших автоматизованих розрахунках. Розрахунок проводиться з використанням відомих математичних залежностей. Теплові втрати визначаються як сума втрат теплоти з витокom води з трубопроводів та втрат теплоти через охолодження води в трубопроводі. Втрати теплоти з витокom води із мережі визначають як:

$$Q_{\text{ввт.}}^{\text{рік}} = 0,5 \cdot c_{\text{в}} \cdot G_{\text{ввт}} \cdot (t_{\text{п}}^{\text{сп}} + t_{\text{з}}^{\text{сп}} - 2t_{\text{х.в.}}) \cdot 10^{-3}, \text{Гкал}$$

де $c_{\text{в}}$ – питома теплоємність води, ккал/(м³·°С); $G_{\text{ввт}}$ – витік теплоносія за звітний період, м³; $t_{\text{п}}^{\text{сп}}$, $t_{\text{з}}^{\text{сп}}$ – середня за звітний період температура води в мережах відповідно в подавальному та зворотному трубопроводах, °С; $t_{\text{х.в.}}$ – температура холодної водопровідної води, °С.

Втрати теплоти через охолодження води в трубопроводах мережі визначають як:

$$Q_{\text{о.в.}}^{\text{рік}} = Q_{\text{пз}}^{\text{п}} + Q_{\text{пз}}^{\text{з}} + Q_{\text{нз}}^{\text{п}} + Q_{\text{нз}}^{\text{з}}, \text{Гкал}$$

де $Q_{\text{пз}}^{\text{п}}$, $Q_{\text{пз}}^{\text{з}}$, $Q_{\text{нз}}^{\text{п}}$, $Q_{\text{нз}}^{\text{з}}$ – середньорічні нормативні втрати відповідно в підземних та надземних прямих та зворотних трубопроводах, установлені на підставі теплових випробувань мережі, Гкал.

Такий алгоритм розрахунку враховує особливості всіх гілок теплової мережі та формує комплексні показники її тепловтрат.

ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

*Григоренко Д. І., студент гр. ЕМ-51;
Мандріка А. С., доцент, СумДУ, м. Суми*

Втрати електроенергії в електричних мережах – найважливіший показник економічності їх роботи, наглядний індикатор стану системи обліку електроенергії, ефективності енергозбутової діяльності енергопостачаючих організацій. Цей індикатор все виразніше свідчить про проблеми, що накопичуються, які вимагають безвідкладних рішень в області розвитку, реконструкції й технічного переозброєння електричних мереж, удосконалення методів і засобів їх експлуатації та управління, підвищення точності обліку електроенергії, ефективності збору коштів за відпущену споживачем електроенергію і таке інше. У цей час майже повсюдно спостерігається ріст абсолютних відносних втрат електроенергії при одночасному зменшенні відпускання в мережу.

На думку міжнародних фахівців, відносні втрати електроенергії при її передачі і розподілу в електричних мережах можна вважати задовільними, якщо вони не перевищують 4-5%. Втрати електроенергії на рівні 10% можна вважати максимально допустимими з погляду фізики передачі електроенергії по мережах. Сьогодні цей рівень виріс в 1,5–2, а по окремих електромережах – навіть у 3 рази.

Щодо зниження втрат електроенергії розроблено безліч заходів. Складність проблеми вибору оптимального складу заходів привела до необхідності їх класифікації.

Заходи діляться на три групи: організаційні, технічні і заходи щодо вдосконалення систем розрахункового технічного обліку електроенергії. Організаційні заходи практично не вимагають для свого упровадження додаткових капіталовкладень. Технічні заходи вимагають капіталовкладень.

До організаційних відносять заходи щодо вдосконалювання експлуатаційного обслуговування електричних мереж та оптимізації робочих схем, мереж і режимів їх роботи.

До технічних заходів відносять заходи щодо реконструкції, модернізації або будівництва мереж, заміни або установки додаткового устаткування.

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

Яценко Р. Ю. студент; Мандрика А. С., доцент, СумДУ м. Суми

В умовах постійного зростання вартості енергоресурсів та послугдержавних монополістів проблема енергоресурсозбереження в Україні набуває найбільшої актуальності. Також слід зазначити, що Україна споживає втричі більше енергоресурсів, ніж в середньому держава Європейського Союзу. Основною причиною такої ситуації є неефективне використання енергії в усіх галузях економіки. Тому існує загальна потреба у всьому спектрі технологій енергозбереження включаючи облік та контроль енергоресурсів, створення ефективних схем та механізмів їх розподілу, споживання, регулювання та виробництва.

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення [1].

В даному випадку було проведено енергетичне обстеження загальноосвітньої школи. Дана установа має складну просторову форму. Будівля складається: 1 корпус – трьохповерхове, 2 корпус – чотирьохповерхове, 3 корпус – двохповерхове, 4 корпус – трьохповерхове, містить технічне підпілля.

Метою роботи було підвищення ефективності енергозбереження будівлі та зменшення обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів, що дасть змогу зменшити обсяг витрат міського бюджету. Енергетичний аудит дозволяє визначити наскільки ефективно використовуються паливно-енергетичні ресурси та розробити рекомендації для скорочення їх споживання. По-перше, було проведений аналіз загальноосвітньої школи, систем енергопостачання та систем вентиляції, стан огорожувальної конструкції та збір необхідної документації [2].

По-друге, був зроблений розрахунок аналізу досліджуваних систем енергоспоживання в навчальному закладі. З даного розрахунку були виявлені фактори, які впливають на втрату енергоресурсів навчального закладу. Згідно розрахунків було виявлено, що найбільші тепловтрати припадають через огорожуючу конструкцію будівлі (стелю та стіни). Наступним етапом було проведено аналіз енергетичних систем та розрахунок впровадження енергоефективних заходів щодо енергозбереження.

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій корпусів закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у документації [3].

Останнім кроком, після збору інформації та виконання всіх розрахункових робіт навчального закладу, виявлення всіх недоліків енергозбереження було розроблені енергозберігаючі заходи:

- 1) утеплення даху та стель даного об'єкта, що дозволить зменшити об'єм споживання тепла;
- 2). заміна розжарювальних ламп на світлодіодні. Це дозволить економити на електроенергії;
- 3) встановлення за радіаторних відзеркалювальних екранів;
- 4) проведення роз'яснювальної роботи з персоналом про економію та енергоефективне використання енергоресурсів.

Отже, було проведено енергетичне обстеження систем енергоспоживання комунальної установи навчального закладу, визначення всіх недоліків об'єкту та впровадження енергоефективних заходів щодо їх усунення. У результаті даної роботи були проведені розрахунки втрат тепла через огорожувальну конструкцію та запропоновані варіанти енергозбереження для подальшого зменшення споживання енергії загальноосвітньої школи.

Список літератури

1. Закон України «Про енергозбереження», від 1 липня 1994 р., № 74/94 – ВР.
2. ДСТУ 4065:2001 «Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги».
3. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». – Суми: Сумський державний університет, 2014.

ВПЛИВ КОНФІГУРАЦІЇ ТА ОРІЄНТАЦІЇ БУДІВЛІ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Мошна С. В., інженер, м. Суми

Підвищення вартості енергоресурсів, стрімка зміна клімату в Україні – все це є причинами для впровадження методів підвищення енергетичної ефективності будівель на стадії їх проектування. На сьогодні велика кількість будинків в Україні не відповідає вимогам енергозбереження. Розробка нових та розвиток наявних методів, що на ранніх стадіях розробки проектів підвищують енергоефективність будівель, є актуальною задачею.

Форма, розмір і орієнтація будівлі повинні вибиратись таким чином, щоб було забезпечено максимальне використання позитивного і нейтралізовано негативний вплив зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі.

Одне із важливих місць у підвищенні енергоефективності може зайняти оптимізація форми будинків, оскільки вона є основою подальшого вдосконалення споруди.

Геометрична форма будівлі при оптимальних пропорціях з точки зору тепловтрат через огорожувальні конструкції може мати не достатньо архітектурну та естетичну виразність. На сьогодні відсутній на теренах архітектурного проектування спосіб моделювання пропорцій будівлі з урахуванням тепловтрат через огорожувальні конструкції, за допомогою якого архітектор-проектувальник, дизайнер має можливість в інтерактивному режимі гармонізувати пропорції будівлі за умови дотримання визначеного рівня тепловтрат, наближеного до мінімального.

Вибір оптимальної орієнтації будівлі, що враховує одночасно напрямки пануючих вітрів і перешкоджає значним тепловтратам і небажаному впливу сонячної радіації, тобто скорочення теплонадходжень влітку і тепловтрат взимку є головною задачею при проектуванні будівель.

Для визначення форми, орієнтації та розмірів будинку використовувалися методи комп'ютерного моделювання. Були побудовані математичні моделі навантаження на систему кліматизації в літній та зимовий період з урахуванням тепловтрат і теплонадходжень через оболонку будівлі. Враховувався спрямований вплив зовнішнього клімату на оболонку будівлі.

Аналіз цих моделей дозволив визначити форму будівлі, наближену до оптимальної. Розрахунки дозволили вибрати форму, орієнтацію і розмір будівлі, площу і розташування світлопрозорих огорожувальних конструкцій, які дали можливість мінімізувати вплив сонячної радіації на оболонку будівлі і знизити витрати на його охолодження в теплий період року, та зменшити теплові втрати в холодний період року.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОТОКІВ ПРОДУКТІВ ЗГОРАННЯ, ЯКІ ВІДХОДЯТЬ З ДИМОХОДУ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА

Передрієнко С. В., студент, ЕМ.м-81

Сучасні технології та наука направлені на вдосконалення пристроїв отримання та переробки енергії. Кожен відсоток коефіцієнта корисної дії пристрою досягається роками проведених дослідів та конструктивних розрахунків. Головне у використанні таких приладів – розуміння важливості якісної роботи усіх складових її частин.

Димохід – невід’ємна складова частина процесу отримання теплової енергії шляхом згорання будь-якого з видів палива. Саме через його канал шляхом природньої або штучної (примусової) тяги з топкової камери видаляються продукти згорання. Різноманітні форми, конструкції та матеріали димоходів, а також різноманітні температурні режими впливають на роботоздатність не тільки самого димоходу протягом усього циклу його життя, але й на якісне, економне використання самих котлів.

Сучасні твердопаливні, газові та інші типи котлів мають високі ККД порівняно до моделей минулих поколінь. Високе ККД котла досягається, у більшості випадків, збільшенням площі теплообмінника, і, відповідно, зменшенням температури газів, що відходять.

Однією з постійно виникаючих проблем щодо використання димоходів взимку, внаслідок присутності у газах, які відходять, вологи, є випадіння конденсату. Якщо нехтувати його появою та не створити умов для його відсутності, то від постійного впливу вологи з’явиться проблема не достатньої тяги, суттєво знизиться коефіцієнт корисної дії котла, а, з часом, можливе навіть руйнування стін димоходу. Про це слід подбати саме на початку проектування системи видалення продуктів згорання.

Головною метою цієї роботи було дослідити при яких умовах відбувається випадіння конденсату в каналі димоходу, та які умови треба створити для виключення його появи. За допомогою сучасного програмного забезпечення ANSYS, було створено 3D-модель каналу димоходу, через який рухаються продукти згорання. Оскільки у більшості випадків випадіння конденсату відбувається саме при використанні твердопаливних котлів, тому саме його параметри температур та вмісту вологи було взято для розрахунків. Для об’єктивності отримання даних був зроблений нестационарний розрахунок щодо зміни вхідної температури у канал димоходу, оскільки робоча температура газів, що відходять, змінюється з часом.

На основі отриманих даних було зроблено висновки щодо умов досягнення температури точки роси в каналі димоходу, а також розрахований оптимальний коефіцієнт теплопередачі будь-якого матеріалу димоходу, при якому не відбувається виділення конденсату.

Робота виконана під керівництвом доцента Сапожнікова С. В.

**СЕКЦІЯ «ЕНЕРГЕТИЧНЕ
МАШИНОБУДУВАННЯ»**

DESIGN OF HIGH EFFICIENCY STAGES FOR MULTI-SHAFT CENTRIFUGAL COMPRESSORS

*Kalinkevych M., Professor; Ihnatenko V., Associate Professor;
Bolotnikova O., undergraduate gr. XK-51/2; Obukhov O., Resecher, SSU, Sumy*

The modern trend in compressor industry is an extension of the use of multi-shaft centrifugal compressors. Multi-shaft compressors have a number of advantages over single-shaft. The design of such compressors gives opportunity to use an axial inlet for all stages and select the optimum rotational speed for each pair of impellers, which, along with the cooling of the gas after each stage, makes possible to achieve high levels of efficiency. The design of high-efficiency centrifugal compressor stages can be performed on the basis of highly effective stage elements. Such elements are: impellers with spatial blades, vaned and channel diffusers with given velocity distribution.

In this paper, impellers with axial-radial blades are considered. The blade profile is determined by the specified pressure distribution along the blade. Such design improves the structure of the gas flow in the interblade channels of the impeller, which leads to an increase in its efficiency. Characteristics of loss coefficients from attack angles for impellers were obtained experimentally. Vaned and channel diffusers, the characteristics of which are given in this article, are designed with the given velocity distribution along the vane. Compared to the classic type of diffuser, such diffusers have lower losses and a wider range of economical operation. For diffusers as well as for impellers, characteristics of loss coefficients from attack angles were obtained.

High efficient impellers and diffusers and obtained gas-dynamic characteristics were used in the design of a multi-shaft compressor unit for the production of liquefied natural gas. The initial pressure of the unit is 3bar. The obtained characteristics of loss coefficients from attack angles for the considered impellers and diffusers make it possible to calculate the gas-dynamic characteristics of high-efficient centrifugal compressors stages.

The high-efficient centrifugal compressors stages can be designed using high-efficient elements, such as: impeller with spatial blades and vaned diffuser with given velocity distribution.

References

1. Kalinkevych M., Obukhov O., et al. (2015). Analysis of the gas-dynamic performance of a vaned diffuser with given velocity distribution along the vane's surfaces. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 90, *9th International Conference on Compressors and their Systems*: London, UK. DOI: 10.1088/1757-899X/90/1/012045.

КОМПРЕСОРНЕ ОБЛАДНАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ СКРАПЛЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

*Калінкевич М. В., професор; Лісовенко Д. О., студент гр. ХК-51/2,
СумДУ, м. Суми*

Скраплений природний газ (СПГ) – природний газ (переважно метан), штучно скраплений шляхом охолодження до $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ для зручності зберігання або транспортування. При зріджуванні природний газ зменшується в об'ємі приблизно в 600 разів. СПГ є безбарвною рідиною без запаху, густина якої в 2 рази менше густини води. У рідкому стані не горючий, не токсичний, не агресивний.

Процес скраплення природного газу високо енергоємний. За цією причиною в сучасній світовій практиці для отримання СПГ віддають перевагу теплообмінним способам зрідження з використанням детандер-компресорних агрегатів. СПГ отримують з природного газу шляхом стиснення з подальшим охолодженням. Використання енергії турбіни дозволяє зробити процес зрідження газу енергетично більш ефективним.

Метою роботи є розробка схеми установки для скраплення природного газу з низьким початковим тиском, розрахунок основних параметрів компресорного обладнання установки та його проектування.

В розробленій схемі використовуються два циклу. В першому для отримання скрапленого природного газу застосований холодильний цикл з подвійним детандерним охолодженням. У другому циклі робочим тілом є азот. Виконані розрахунки параметрів газу в характерних точках циклів.

Розрахунки показують, що для зрідження природного газу для заданих умов потрібні: компресор, який стискає газ від 3 бар до 22,5 бар; два детандер-компресорних агрегати, три апарати повітряного охолодження, комбінований багатопотоковий теплообмінний апарат. Обладнання азотного циклу включає в себе один детандер-компресорний агрегат, двопотоковий теплообмінний апарат, два апарати повітряного охолодження і компресор.

Розрахунок параметрів в характерних точках циклів виконаний за допомогою комп'ютерної програми Proj. Програма розроблена для розрахунків термодинамічних властивостей реальних газів методом Лі-Кеслера для рівняння стану БВР (Бенедикта-Вебба-Рубіна).

Виконані термогазодинамічні розрахунки варіантів відцентрового компресора для азотного циклу. Результати розрахунків дозволили визначити найкращий варіант для заданих умов – це одновальний, триступеневий, двопоточний відцентровий компресор.

Список літератури

1. Кириллов Н. Г. Сжиженный природный газ: области применения и технологии производства // Холодильный бизнес. 2002. № 6. С. 8–11.

АПАРАТ НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ

*Калінкевич М. В., професор; Рудиченко Р. Р., студент гр. К.м-81,
СумДУ, м. Суми*

Ідею «повітряної подушки» вперше висунув у 1716 році шведський Філософ та винахідник Е. Сведенберг. Він дав опис судна, схожого на човен, що висів на невеличкій висоті над водою. Крізь розташовані по бортах щілини передбачалося підіймати та опускати два схожих на весла совка, які під час ударів по воді повинні були загнати стиснуте повітря під днище і таким чином підводити човен над поверхнею води. Проте винахідник невдовзі переконався, що м'язової сили людини буде недостатньо для реалізації його задуму.

Робота присвячена човну на повітряній подушці амфібійного типу. В наш час розповсюджені човни вагою біля 30-40 тон. Це пов'язано з більшою економічністю великих судів. Вони застосовуються для різноманітних завдань. Так, існують пасажирські, вантажні, військові човни. На жаль в Україні, як і в країнах СНД, такі човни зустрічаються доволі рідко, тому знайти матеріал, що дозволить створити повну яву про конструкцію такого човна, майже неможливо.

У той же час нам нічого невідомо про розробку невеличких дво-трьохмісних катерів на повітряній подушці. Такий катер став би у пригоді як геологам, так і мисливцям, рибалкам.

У човнах амфібійного типу, в робочому стані корпус повністю здійснений над поверхнею, тому вони в змозі як пересуватися по воді, так і виходити на ґрунт, і навіть долати перепони, висота яких не перевищує висоти гнучкої огорожі човна. Окрім цього, судна такого типу добре пересуваються по порожистим, засміченим ділянкам рік, мілинам, крижаним поверхням, тощо. У якості рушія на човнах здебільшого розповсюджені пристрій з повітряними гвинтами.

Метою моєї дипломної роботи є конструювання головного елемента повітрянагнітаючої системи підіймального комплексу ЧПП – компресора, на базі відцентрового. На таких човнах можуть застосовуватися компресори різних типів, проте до ваги 10 тон важко виявити перевагу якогось з них до випробування на практиці.

Розрахунок проводився за допомогою комп'ютера з використанням програми, складеної на ВНДІ «Компресормаш». Програма знаходиться під ім'ям vtk.exeta здійснює поетапне розв'язання зазначених у навчальному посібнику «Варіантний розрахунок відцентрового компресора» формул у визначеній послідовності. Програма дозволяє уявити розраховані параметри у вигляді таблиці.

За даними розрахунками можна спроектувати модель апарату на повітряній подушці. Така модель спроектована у програмі SolidWorks, що дозволяє наглядно продемонструвати суть роботи. В процесі проектування є можливість встановлення електродвигуна, більш потужних компресорів, зміна вентиляторів тощо.

ТРИВИМІРНА ПСИХРОМЕТРИЧНА ДІАГРАМА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Левченко Д. О., канд. техн. наук, доцент; Козін В. М., канд. техн. наук, ст. викл.; Манжаров А. С., аспірант; Шулумей А. В., аспірант, СумДУ, м. Суми

У наш час широкого розповсюдження набуває застосування у різних галузях промисловості та техніки, тепломасообмінних апаратів, що працюють за циклом Майсоценко. Включення таких апаратів в цикли енергетичних установок дозволяє підвищити їх енергоефективність за рахунок ефективної рекуперації тепла, зниження початкової (нижчої) температури майже до температури точки роси та підвищення ентальпії у точці циклу з вищою температурою за рахунок ефективного зволоження повітря (до 0,5 кг/кг).

Для того щоб оцінити ефективність процесів перетворення енергії в енергетичних установках з використанням апаратів, що працюють за М-циклом необхідно водночас враховувати процеси тепло- та масообміну (зміни масової витрати від час фазового переходу). Так, класичні T-s, p-h діаграми не враховують процеси обміну речовиною (зміни витратних характеристик під час фазових переходів). В свою чергу h-d діаграми не враховують зміну тиску, так як побудовані вони для визначеного (сталого, і, як правило, атмосферного) тиску, що не дозволяє їх застосовувати для аналізу циклів енергетичних машин і змушує коло ефективного використання для вирішення задач при проектуванні та аналізі систем кондиціонування та вентиляції повітря, сушки тощо.

Створений програмний продукт для автоматизованої побудови тривимірної психрометричної діаграми дозволить вирішити вищезгадані проблеми, за рахунок побудови циклів (основних робочих процесів) енергетичних установок у системі координат температур, вологовміст, тиску. В зазначених координатах будується сімейство ізоперхонь (відносна вологість, лінія насичення, питомий об'єм, ентальпія) для широкого діапазону тиску та температури виконується побудова циклу енергетичної установки в даній діаграмі. Після чого, виконується термодинамічний аналіз побудованого циклу енергетичної установки за рахунок розгляду станів речовини в характерних робочих точках, процесів на лініях, отриманих поверхнях та їх проєкціях на відповідні площини і ізоперхні тривимірної діаграми, об'єму побудованого циклу та оцінки їх вкладу в ефективність розглянутого циклу. Це дозволяє швидко та наочно оцінити характер зміни основних параметрів в циклах енергетичних установок, виконувати їх порівняльний аналіз і спрогнозувати межі ефективного застосування відповідних циклів.

Таким чином, автоматизований програмний комплекс, створений на базі тривимірної психрометричної діаграми має стати надзвичайно корисним інструментом для дослідження та аналізу циклів енергетичних установок інженерами, аспірантами та науковцями, які залучені у відповідній галузі.

ВИХРОВИЙ КОМПРЕСОР ДЛЯ СТЕНДУ ВИПРОБУВАНЬ СУХИХ ГАЗОВИХ УЩІЛЬНЕНЬ

Ванєєв С. М., доцент; Шаталов Є. О., студент гр. К.м-81; Семенов Ф. Д., студент гр. ХК-51, СумДУ, м. Суми; Ксенженко П. О., викладач вищої категорії, Полтавський коледж НУХТ, м. Полтава

Вихровий компресор – це відцентровий компресор з багаторазовою циркуляцією стиснутого газу через решітку лопаток, що обертається.

Вихрові компресори є високонапірними і маловитратними машинами в порівнянні з найбільш поширеними компресорами динамічного принципу дії: відцентровими і осьовими.

Вихрові компресори за принципом перетворення енергії відносяться до машин динамічного принципу дії. Володіючи всіма перевагами цих машин (відсутність складних кінематичних і пар, що труться, порівняно невеликі маса і габарити, врівноваженість, надійність і довговічність), вихрові компресори відрізняються простотою конструкції; безмасляною «сухою» проточною частиною; технологічністю і дешевизною виготовлення; стійкістю роботи у всьому діапазоні зміни режимних параметрів, тобто в них відсутнє явище помпажу, властиве відцентровим компресорним машинам. Крім того, максимум ефективності вихрових турбомашин досягається при відносно малих частотах обертання і окружних швидкостях, що дозволяє виконувати вихрові компресори без мультиплікаторів. В результаті знижуються габарити, вага і вартість компресорної установки.

Метою даної роботи є розрахунок і розроблення вихрового компресора для стенду випробувань сухих газових ущільнень.

В процесі роботи виконано: розрахунок варіантів виконання проточної частини вихрового компресора; визначення основних геометричних і термогазодинамічних параметрів кращої проточної частини; розрахунок характеристик вихрового компресора.

Спочатку був виконаний розрахунок одноканальної проточної частини для оптимального режиму роботи і отримано зовнішній діаметр робочого колеса $D_2=301,1$ мм. Аналіз результатів цих розрахунків показав, що

1) значення геометричного комплексу дорівнює 0,0163, що нижче рекомендованих значень для одноканальних схем (0,02-0,04);

2) виконання двоканальної проточної частини, при якій ротор компресора розвантажений від осьових зусиль, недоцільно, так як для такої проточної частини рекомендовані значення геометричного комплексу знаходяться в межах 0,04-0,06.

Для збільшення геометричного комплексу виконані розрахунки з зовнішнім діаметром робочого колеса 270 мм і 250 мм і получено геометричний комплекс 0,0205 і 0,0244 відповідно. Була рекомендована для подальшої розробки проточна частина з $D_2=250$ мм.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕТІКАНЬ В ЗАЗОРАХ РОБОЧОГО КОЛЕСА ВІДЦЕНТРОВОЇ ПОВІТРОДУВКИ

*Бондаренко Е. І., студент групи К.м.-81; Бондаренко Г. А., професор;
Бага В. М., канд. техн. наук, ст. викладач, СумДУ, м. Суми*

Сучасні програмні комплекси і потужні обчислювальні машини дозволяють вирішувати складні газодинамічні задачі в повній постановці. Тільки такий підхід може забезпечити досягнення достовірного результату. У даній роботі пропонується уточнений розрахунок тисків, що діють на зовнішні поверхні дисків робочих коліс, що обертаються в середовищі реальних газів, на основі застосування математичного моделювання течії реальних газів з урахуванням різноманіття геометричних і режимних параметрів. Мета даної роботи полягала в розробці та перевірці коректності моделі розрахунку розподілу тиску по радіусу дисків на основі комплексного чисельного моделювання течії в бічних зазорах диска і робочого колеса.

Наведено результати чисельного дослідження радіального розподілу тиску на обертових дисках при наявності радіальних перетікань з допомогою математичної моделі течії в середовищі FlowVision. Дослідження проведені для схем „ диск в кожусі ” і „ робоче колесо відцентрової компресорної ступені ”. Проведено порівняння з експериментальними даними.

Найцікавіші результати моделювання течії в зазорах робочого колеса відцентрової ступені. Дослідження проводилися стосовно модельної кінцевої ступені маловитратного відцентрового компресора для двох робочих коліс з кутами виходу лопаток робочого колеса.

Використовувалась розрахункова сітка 35x35x35 з адаптацією в зазорах до 0,4x0,6x0,6. Число KFL дорівнює 10, сходиність результатів розрахунку визначалася по зіставленню масової витрати на вході та виході зі ступеня. Верифікація виконувалася шляхом зіставлення результатів розрахунку з результатами фізичного експерименту.

Результати досліджень показали, що найбільш прийнятним є використання чисельного моделювання реальних перетікань з реальною геометрією і реальними параметрами ступені. Розроблена в даній роботі математична модель виявилася коректною для всіх розглянутих розрахункових схем і може бути застосована для чисельного дослідження не тільки розглянутих схем, але і з достатньою ймовірністю, може бути рекомендована і для інших турбомашин працюючих в газовому середовищі.

Запропоновано математичну модель течії в бічних зазорах робочого колеса відцентрового компресора в програмному середовищі FlowVision, коректність якої підтверджена порівнянням з досвідченими даними, отриманими для трьох різних схем об'єкта: „ диск в кожусі ”, „ диск в ступені ” і „ робоче колесо в ступені ”. Показана неправомірність застосування спрощених розрахункових схем типу „ диск в кожусі ” для дослідження реальних турбомашин з обертовими робочими колесами.

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРІШНІХ УЩІЛЬНЕНЬ

*Грицан М. Ю., Кузьменко О. Ю., студенти групи Х.м.-51; Бондаренко Г. А.,
професор; Бага В. М., канд. техн. наук, ст. викладач, СумДУ, м. Суми*

Найважливішим питанням при проектуванні лабіринтних ущільнюючих вузлів є питання про коректність застосування результатів модельних випробувань. Це завдання до цих пір не має строгого рішення. Для практичних розрахунків лабіринтних ущільнень використовуються відомі формули з визначення величини протікання через отвір, доповнені експериментальними коефіцієнтами, отриманими в умовах досить віддалених від натурних: використовуються плоскі (не кільцеві) моделі, не враховується можливий ефект обертання валу, вплив властивостей робочого середовища та ін.

Експериментальні та чисельні дослідження проводилися на прикладі лабіринтного ущільнення покривного диска з гладким валом відцентрового нагнітача серійного газоперекачувального агрегату типу ГПА - 16 з натурними розмірами ($D = 240$ мм). Ущільнення складається з п'яти гребенів висотою $h = 5$ мм, встановлених з кроком $t = 4$ мм. Величини радіальних зазорів під гребенями приймалися рівними $s = 0,225$ і $0,35$ мм. Чисельні дослідження проводилися із застосуванням CFD комплексів.

Відповідно до класичної теорії моделювання течій в загальному випадку основними критеріями є: геометрична подібність, число M , число Re . Якщо припустити, що течія газу в лабіринтному ущільненні відбувається в якомусь каналі складної форми то можливо використовувати ці ж критерії? З'являються питання моделювання. Змоделювати лабіринтне ущільнення використовуючи повне геометричне моделювання неможливо в силу наявності малих осьових зазорів.

З метою отримання відповіді на питання про ступінь впливу фізичних властивостей газів на витратні характеристики лабіринтних ущільнень були проведені серії фізичних і чисельних дослідів на різних газах. Дослідження проводилися за умов максимально наближених до реальних. Експериментальні дослідження проводилися на уніфікованому експериментальному стенді для визначення витратних характеристик лабіринтних ущільнень. Чисельні дослідження проводилися з використанням CFD методів на різних газах.

Показано чисельним дослідженням і підтверджено експериментально вплив фізичних властивостей газів на витратні характеристики лабіринтних ущільнень проявляються тим сильніше, чим важче газ. Дослідами встановлено розбіжність коефіцієнта витрати ущільнення, що працює на повітрі і на водяній парі близько 30%. Отримані візуалізації течії. Дослідження показали істотний вплив фізичних властивостей газів на величину протікання.

СТРУМИННО-РЕАКТИВНІ ТУРБИНИ

Ванєєв С. М., доцент; Логвін П. Ю., студент гр. І-82, СумДУ, м. Суми

Струминно-реактивні турбіни(СРТ) являють собою розвиток класичного «сегнерового колеса».

СРТсучасного конструктивного виконання можна віднести до нового класу розширювальних машин, тому що в порівнянні з класичним «сегнеровим колесом» вони відрізняється по термодинамічному процесу, а їх ефективність (характеристика ККД) зросла в кілька разів і, в міру відпрацювання, їх характеристики постійно поліпшуються і наближаються до характеристик лопаткових турбін. За конструкцією вони відноситься до безлопаткових турбін з одиночним підвідним соплом, а з кінематики потоку - до відцентрових реактивних турбін.

Конструктивно СРТ дуже проста. Вона містить ротор, що складається з порожнього вала і робочого колеса (РК), виконаного у вигляді однієї, двох або більше радіальних соплових трубок, консольно закріплених (приварених) на валу, на вільному кінці яких є тягові сопла (ТС), спрямовані тангенціально. Порожнини вала і соплових трубок з'єднані і утворюють безперервний газовий тракт від торцевого входу в осьовий канал (порожнина) вала до ТС.

Принцип дії СРТ полягає в перетворенні потенційної енергії стисненого газу в кінетичну енергію надзвукового струменя, що витікає з тягового сопла. В результаті утворюється реактивна сила тяги на ТС і відповідно крутний момент на валу турбіни, а при обертанні вала здійснюється механічна робота. Процес перетворення потенційної енергії робочого тіла в кінетичну енергію струменя є основним і відбувається в тяговому соплі. При цьому ефективність процесу перетворення і, отже, ефективність турбіни в цілому зростає з ростом тиску і температури газу перед ТС.

Струминно-реактивні турбіни в даному виконанні, на відміну від лопаткових, не мають швидкозношуваних будь-яких контактних або малозазорних лабіринтових ущільнень. Газ підводиться по осі вала за допомогою підвідного (живильного) сопла (ПС), яке може бути регульованим, розташованим з необхідним осьовим зазором по відношенню до вхідного торця вала.

СРТ можна застосовувати для пневмоагрегатів в діапазоні потужностей від 50 до 500 кВт. У СРТ проста конструкція та може бути освоєна лобим виробництвом, в тому числі малими підприємствами. Її вартість приблизно на порядок менше вартості класичних лопаточних турбін. Досвід створення СРТ для приводів шарових кранів і турбогенераторів, її випробовування на натурних стендах і експлуатація в умовах півночі показали високу надійність роботи турбіни.

ГІПОТЕЗИ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ВИХРОВИХ КОМПРЕСОРНИХ МАШИН

*Ванєєв С. М., доцент; Ніколаєнко Д. Р., студент гр. І-82;
Радченко В. С., студент гр. ХК.мз-81с, СумДУ, м. Суми*

Згідно з ДСТУ 3809–98, вихровий компресор – це відцентровий турбокомпресор з багаторазовою циркуляцією стиснутого газу через ґратку лопаток, що обертається. Початок дослідження вихрових компресорних машин прийнято відносити до 1950-х років.

Приблизно у той же час були сформульовані дві основні гіпотези робочого процесу вихрових компресорів: турбулентна і регенеративна. Різновидами турбулентної гіпотези є гіпотеза дотичних напружень і гіпотеза інтенсивного перемішування.

Турбулентна гіпотеза передбачає невпорядкований процес обміну кінетичною енергією між газом у робочому колесі і робочому каналі корпусу. При цьому повністю відкидається можливість впорядкованого руху. Однак експериментальні дані погано узгоджуються з положеннями вище наведеної гіпотези.

Робочий процес вихрової машини, згідно з регенеративною гіпотезою, полягає у впорядкованому тривимірному русі потоку робочого середовища в робочому колесі та каналі корпусу. Потік має вихороподібну структуру, що обумовлено одночасним поступальним рухом вздовж каналу корпусу і обертанням в меридіональному перерізі проточної частини. У цій гіпотезі основна роль відводиться організованій гелікотоїдальній течії газу в проточній частині по спіралеподібним лініям струму. Ця гіпотеза добре узгоджується з експериментальними даними про структуру потоку в проточній частині вихрового компресора і дозволяє побудувати фізично правильну модель течії. Встановлено, що на довжині проточної частини приблизно рівній шести діаметрам її меридіонального перерізу, утворюється добре організований меридіональний потік, причому зі збільшенням витратності ступеня і окружної швидкості робочого колеса стійкість його зменшується.

Візуалізація течії робочого тіла в проточній частині вихрових машин, в основному, підтверджує положення регенеративної гіпотези. Але при цьому відзначається, що крім поздовжньо-вихрового (спіралеподібного) руху, спостерігаються також поперечні вихори і турбулентні пульсації. Взаємне співвідношення цих видів течій залежить від геометрії проточної частини і режиму роботи.

З огляду на наведені факти, проточну частину вихрової машини рекомендується проектувати з урахуванням підтримання максимальної ефективності поздовжньо-вихрового руху та з огляду на положення регенеративної гіпотези.

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ОСЬОВОГО КАНАЛУ РОТОРА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СТРУМИННО-РЕАКТИВНОЇ ТУРБИНИ

*Ванєєв С. М., доцент; Болотнікова О. О., студентка гр. ХК-51,
СумДУ, м. Суми*

З принципу дії СРТ слід, що конструктивні параметри (геометричні розміри і співвідношення) елементів проточної частиниструмінно-реактивної турбіни (СРТ) повинні обиратися з урахуванням мінімізації втрат енергії по газовому тракту.

У СРТ сучасного конструктивного виконання пристрої для підведення газу в ротор турбіни складаються з підвідних надзвукових сопел, встановлених з осьовим зазором δ перед торцевими входами в канал газового тракту (статорна частина) і втулок-дифузорів (роторна частина). Підвідні сопла виконані недорозширеними і мають діаметр зрізу менше діаметра вхідної циліндричної частини втулок-дифузорів. У підвідному соплі потік розганяється до надзвукової швидкості. Струмін, що розширюється, проходить осьовий зазор δ і входить в циліндричний канал втулки-дифузора, замикаючи собою газовий тракт, так як слабкі збудження не можуть рухатися проти надзвукового потоку.

У даній роботі ми описуємо застосування програмного комплексу FlowVision для розрахунку низки внутрішніх течій газу в проточній частині СРТ, а також порівнюємо результати різних виконань проточної частини турбіни.

Досліджено два конструктивні виконання осьової ділянки проточної частини СРТ: Виконання 1 – з втулкою-дифузором з кутом розкриття 20°C ; Виконання 2 - без втулки-дифузора.

Вихідні дані для розрахунку: робоче тіло – природний газ; повний тиск на вході в турбіну – 4,9 МПа (у вікні FlowVision); температура газового потоку на вході в підвідне сопло – 15°C (у вікні FlowVision).

Опорні значення температури і тиску, за відповідно 273К і 101 кПа.

Для першого конструктивного виконанняв програмі FlowVisionвиконано розрахунок течії газу в проточній частині турбіни для трьох варіантів граничних умов. Аналіз результатів розрахунку показав, що результати розрахунку з 2-м варіантом граничних умов практично збіглися з результатами розрахунку з 3-м варіантом граничних умов. Тому для другого конструктивного виконання осьової ділянки проточної частини СРТ в програмі FlowVision виконано розрахунок течії газу в проточній частині турбіни для двох варіантів граничних умов.

Дослідження показали, що для першого конструктивного виконання (з втулкою-дифузором в осьової частини ротора) в порівнянні з другим виконанням (без втулки-дифузора)пусковий момент і коефіцієнт відновлення повного тиску в проточній частині СРТ на 7 % більше, а питомий пусковий моментна 3,4 % вище.

**СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ
(ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА)»**

УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ПГУ-20 З ВИКОРИСТАННЯМ РІДИННО-ПАРОВОГО ЕЖЕКТОРА

*Николаєнко О. В., магістрантка, група К.м-81;
Шарапов С. О., канд. техн. наук, асистент, СумДУ, м. Суми*

У наш час у різних галузях промисловості та техніки все більш широкого застосування набувають технологічні процеси з використанням вакууму. У більшості випадків вакуум отримують за рахунок енергії робочого струменя потоку.

До числа таких апаратів належать агрегати, до складу яких входять пароструминні ежектори. Основним недоліком пароструминних ежекторів є те, що вакуумні агрегати на їх базі є багатовступневими і мають дуже низький ККД.

У даній ситуації досить актуальним постає питання застосування рідинно-парового ежектора (РПЕ), який працює за принципом струминної термокомпресії, у якому реалізується інжектування та стиснення пасивного потоку за рахунок закипання недогрітої до насичення рідини, що подається у активне сопло РПЕ.

Головною його відмінністю є те, що генерація робочої пари здійснюється всередині циклу, а саме у робочому соплі активного потоку РПЕ, а не підводиться ззовні, як у циклі з пароструминним ежектором.

Як базову установку розглянуто автономну електростанцію на базі газотурбінного двигуна з паровим утилізаційним блоком ПГУ-20. Для видалення пароповітряної суміші з конденсатора паротурбінного контуру передбачено застосування двоступеневого ежекторного агрегату, що працює на технологічній парі.

Пропоноване схемне рішення, як застосування вакуумного агрегату на базі РПЕ, дозволяє замінити двоступеневий пароструминний ежектор на одноступеневий рідинно-паровий, з більш досконалим циклом перетворення енергії і високим ексергетичним ККД, що веде до значного зменшення споживання котельної пари і зниження початкових параметрів робочого середовища активного потоку на вході до апарата.

Для оцінювання енергетичної ефективності вакуумного агрегату на базі РПЕ найбільш коректним є залучення ексергетичного методу термодинамічного аналізу.

Проаналізувавши одержані результати порівняння базової схеми відкачування пароповітряної суміші з конденсатора парової турбіни і пропонованої схеми на базі РПЕ, що працює за принципом СТК, можна зробити висновок про те, що впровадження нової схеми є доцільним, оскільки вона дозволяє в десятки разів зменшити споживання котельної пари, що використовується в базовому варіанті для активного потоку пароструминного ежектора, знизити початкові параметри робочого середовища активного потоку і підвищити ефективність у 1,91–2,88 рази.

ВАКУУМНА СИСТЕМА З ЗАМКНУТИМ КОНТУРОМ ОХОЛОДЖЕННЯ НА БАЗІ РІДИННО-ПАРОВОГО ЕЖЕКТОРА

*Старченко М. Р., магістрант, група К.м-81;
Шарапов С. О., канд. техн. наук, асистент, СумДУ, м. Суми*

На сучасному етапі розвитку промисловості у країнах Європейського Союзу і Північної Америки відбувається постійне зростання цін на нафту та природний газ, що ставлять перед сучасною наукою завдання з пошуку екологічно чистого виду палива, який був би відносно дешевою альтернативою існуючим та не забруднював би оточуюче середовище. Саме до такого виду відноситься біодизельне паливо, яке останнім часом набуває все більш широкого застосування.

Невід'ємною частиною виробництва біодизельного палива є процес очищення його початкових матеріалів від одорантів, яке здійснюється за тиску, нижчого від атмосферного. Провідні світові фірми-виробники досі використовують багатоступінчасті вакуумні агрегати на базі пароструминних ежекторів з проміжними конденсаторами нерідко у поєднанні з рідинно-кільцевими вакуумними насосами, які є малоефективними (всього 2–10%).

Тому на даному етапі є досить актуальним застосувати рідинно-парові ежектори (РПЕ), які працюють за принципом струминної термокомпресії. Ці агрегати є значно ефективнішими за рахунок більш досконалого робочого процесу і дозволяють суттєво спростити конструкцію установки, так як є, як правило одноступеневими.

У результаті порівняльного розрахунку схем вакуумування на базі триступеневого пароструминного ежектора та рідинно-парового ежектора, можна зробити наступні висновки, про те, що застосування РПЕ дає змогу:

- спростити конструкцію установки шляхом переходу з двоступеневого пароструменевого ежектора на одноступеневий вакуумний агрегат на базі РПЕ.

- знизити початкові параметри робочої пари шляхом переходу на помірніші параметри робочої води активного потоку в РПЕ (з 9 бар і 25 °С до 4 бар і 135 °С) і мінімізувати споживання цієї пари унаслідок особливостей конструкції вакуумного агрегату на базі РПЕ, в якому робоча пара витрачається не як активний потік пароструминного ежектора, а лише в незначній кількості на підігрівання робочої води активного потоку в теплообміннику-підігрівачі (зниження використання пари).

За результатами ексергетичного аналізу бачимо, що енергоефективність вакуумної системи охолодження на базі рідинно-парового ежектора у 6,04 рази вище, ніж для базової схеми.

Більш точна оптимізація вакуумної системи була проведена на базі термoeкономічного аналізу за методикою Дж. Татсароніса, що враховує економічну модель для показника оптимізації у вигляді величини ексергетичної вартості продукту системи.

NUMERICAL OPTIMIZATION OF LIQUID-VAPOR EJECTOR PRIMARY NOZZLE GEOMETRY

*Husev D., MSc student, group EM.m-81; Sharapov S., PhD, Assistant;
Chekh O., Leading Engineer, SSU, Sumy*

In modern industry, vacuum processes are increasingly used. This is due to the fact that not all processes can be implemented under conditions of atmospheric pressure, as well as the fact that at pressures below atmospheric pressure, higher quality of final products can be achieved.

One of the ways to create a vacuum of a secondary flow is to use the energy of the working jet of the active flow in steam jet ejectors. This type of jet apparatus is widely used in many industries due to its simplicity of design and reliability in operation. At the same time, steam ejectors have a lot of significant drawbacks, which are connected with the imperfection of their working process.

In this situation, it becomes relevant to use a new type of two-phase jet devices, which include a liquid-vapor ejector operating on the principle of thermal compression [1]. Compared with steam ejectors, it has several advantages that increase the efficiency of its workflow.

The main factor determining the efficiency of the working process of a liquid-vapor ejector is the process of outflow of the working fluid in the expanding part of the primary flow nozzle. Theoretical and experimental studies of the primary flow nozzle, which is close in geometry to the Laval nozzle, with the straight walls of its expanding part showed that a very high degree of vaporization was achieved, at which the efficiency ratio of this nozzle reaches 95–97% [2]. However, at the same time, in the process of outflow, flow separation from the channel walls, shock and condensation shocks, as well as uneven velocity profile over the channel cross section [3].

The above disadvantages of the design of the working nozzle of the active flow, lead to the necessity of profiling its flow part in order to improve the gas-dynamic characteristics [4].

The authors have studied the current state of the issue of nozzle profiling when a boiling liquid has elapsed, which made it possible to identify the most appropriate profiles of the expanding part, namely the logarithmic, parabolic and elliptical shapes, as well as the profile calculated using the Vitoshinsky formula.

In this work, we numerically optimized the flow part of the nozzle of the primary flow using the ANSYS CFX software package. The standard system of equations Navier-Stokes is taken as a mathematical model. The k - ε model is used to account for turbulence. The kinetics of the process of vaporization in the expanding part of the nozzle of the active flow is described by the Rayleigh-Plesset equation [5]. As optimization parameters are considered: pressure, total pressure, vapor velocity, vapor Mach number and vapor mass fraction due to the nozzle length.

The nozzle operation was simulated in different modes, which differ in the initial parameters of the working fluid at the inlet ($P_{01} = 600\text{--}3500 \text{ kPa}$, $T_{01} = 383\text{--}476 \text{ K}$) and pressure at the outlet ($P_a = 20\text{--}100 \text{ kPa}$).

To compare the results of numerical simulation obtained using the ANSYS CFX software package, calculations were carried out according to the method of M. G. Prokopov for the compressor mode of operation and by the method of S. O. Sharapov for the vacuum mode of operation. This mathematical model based on the metastable superheated liquid dynamic model of a boiling stream. This model uses the method of indirect determination of average flow parameters, such as the distribution of phase temperatures, velocities, steam content, and sizes of the discrete phase along the flow. The essence of this method lies in the joint consideration of experimental data on the flow rate, jet pulse, distribution of static pressure and flow visualization with balance equations of conservation [2, 6].

As a result of numerical simulation, the following conclusions can be drawn:

1. Profiling the expanding part of the nozzle when the boiling liquid has elapsed has a positive effect on the nature of the process and makes it possible to eliminate flow separation from the channel walls, shock waves and condensation, as well as to obtain a uniform velocity profile over the channel section.

2. The most favorable profile is the profile of a parabolic shape, because in the process of boiling up, the central core of the liquid is destroyed at the optimum distance from the critical section and the output is a stream of uniform vapor-droplet structure with the optimum value of steam content.

3. The nozzle profile calculated by the Vitoshinsky formula is not suitable for the expiration of a boiling liquid, since it is very narrowed and the destruction of the central core of the liquid occurs at a considerable distance from the critical section.

References

- 1 Sharapov S O, Arsenyev V M, Kozin V M Application of jet thermal compression for increasing the efficiency of vacuum systems. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 233 (2017) 012028.

- 2 Prokopov M. G. Thermophysical model of the working process of a liquid-steam jet compressor: dis. ... Cand. tech. sciences: 05.05.14 / M. G. Prokopov. – Sumy, 2011. – 188 p. (In Russian)

- 3 Chang P. Separated Flows. T. 1 – P. Chang. - M.: Mir, 1972. – 300 p. (in Russian)

- 4 Deich, M. E., Filippov, G. A. Gas dynamics of two-phase media / M. E. Deich, G. A. Filippov. –M.: Energoizdat, 1981. 472 p. (in Russian)

- 5 ANSYS INC.: CFX-Solver Theory Guide, pp. 390 (2009).

- 6 Sharapov S, Arsenyev V, Protsenko M The use of liquid-vapor ejector in vacuum systems. Science et technique du froid – Refrigeration science and technology. France / Slovakia, 2013. Vol. 4

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РЕЖИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АДСОРБЦІЙНИХ РЕГЕНЕРАТОРІВ ТЕПЛОТИ ТА ВОЛОГИ НА ОСНОВІ КОМПЗИТІВ «СИЛКАГЕЛЬ – НАТРІЙ СУЛЬФАТ» ТА «СИЛКАГЕЛЬ – НАТРІЙ АЦЕТАТ»

Литовченко Р. Д., аспірант каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»; Беляновська О. А., доцент каф. енергетики, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»; Сухий К. М., професор каф. переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»; Сухий М. П., професор каф. енергетики, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Суттєвим тепловим навантаженням в житлово-комунальному господарствінаряду з опаленням є підігрів припливного повітря. В цих умовах перспективним рішенням є впровадження адсорбційного регенератора теплової енергії та вологи. Але подальшу комерціалізацію цих пристроїв обмежують як низькі сорбційні властивості традиційних адсорбентів, зокрема, силікагелю та цеолітів, так і відсутність алгоритму визначення конструктивних та експлуатаційних характеристик регенераторів на їх основі в умовах систем вентиляції та кондиціонування.

Представлена робота присвячена дослідженню та виявленню експлуатаційних характеристик адсорбційного регенератора низькопотенційної теплоти та вологи на основі композитних адсорбентів «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат», синтезованих золь – гель методом. Підтверджена адекватність запропонованого алгоритму розрухунку експлуатаційних характеристик адсорбційного регенератора теплоти та вологи.

Згідно отриманих результатів встановлені максимальні значення температурних коефіцієнтів корисної дії, які дорівнюють 95 % для композита «силікагель – натрій сульфат» та 85 % для композита «силікагель – натрій ацетат» при швидкостях до 0,22 м/с та часу зміни напрямку потоків повітря до 5 хв. Встановлено, що для покриття добового навантаження на підігрів припливного повітря 327,9 МДж/добу доцільно використовувати 94 кг композиту, який містить 20 % силікагелю та 80 % натрій сульфату або 177 кг адсорбенту, який містить 20 % силікагелю та 80 % натрій ацетату. Показана кореляція конструкційних характеристик регенератора та адсорбційних властивостей використаного композита. Підтверджена більш висока ефективність адсорбційних регенераторів на основі композитних адсорбентів «силікагель – натрій сульфат» в порівнянні з композитами «силікагель – натрій ацетат», що є результатом їх більш високої адсорбційної ємності.

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

*Овсієнко Ю. Ю., студент гр. Х.мз-81с; Мелейчук С. С., доцент,
СумДУ, м. Суми; Баран В. В., викладач; Галелюк А. З., викладач,
Дрогобицький коледж нафти і газу*

Зростання цін на енергоносії привело до розвитку проектів у сфері енергозбереження і ефективності використання енергоресурсів. Всі основні проекти у сфері енергозбереження торкаються скорочення використання природного газу як найбільш динамічно зростаючого в ціні виду палива. Всі їх можна розділити на два сегменти – виробництво альтернативних видів електроенергії, для того, щоб замінити природний газ, і скорочення його вжитку за рахунок енергозбереження. У даній роботі пропонується використання вторинних ресурсів, і зокрема впровадження теплонасосної установки (ТНУ) для систем опалення виробничого приміщення з утилізацією тепла повітря навколишнього середовища. Основна системна перевага теплових насосів порівняно з іншими теплоджерелами полягає в можливості використання в теплопостачанні потоків низкопотенційних вторинних енергоресурсів і природної теплоти. Енергетична ефективність ТНУ залежить від характеристик теплових джерел, які беруть участь в термотрансформації, від температурного рівня нагріву середовища споживача теплового навантаження і від температури низкопотенційного середовища, що утилізується. Рівень нагріву середовища споживача теплоти залежить від цільового призначення теплопостачання і найкращі технікоекономічні результати за звичаєм відповідають застосуванню теплонасосних систем для гарячого водопостачання та опалювання [1].

Запропоноване схемне рішення системи опалення передбачає включення до лінії системи централізованого опалення з можливістю в тому числі автономної роботи. В схемі передбачена робота ТНУ як у моновалентному так і у бівалентному режимі. При зниженні температури повітря навколишнього середовища підігрівання відбувається за рахунок роботи калорифера з послідовним теплообміном у проміжному теплообміннику. У роботі проаналізовано вплив теплових втрат в залежності від температурного рівня навколишнього середовища та типу огорожуючих конструкцій приміщення. А також проведено оптимізаційні розрахунки щодо вибору холодильного агента ТНУ за коефіцієнтом перетворення, розрахованим за робочими параметрами ТНУ [2].

Список літератури

1. Арсеньев В. М. Теплонасосна технологія енерго-збереження : навчальний посібник / В. М. Арсеньев. – Суми : СумДУ, 2011. – 283 с.
2. Арсеньев, В. М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навч. посіб. / В. М. Арсеньев, С. С. Мелейчук. – Суми : СумДУ, 2018. – 364 с.

ГАЗОВИЙ ТРАКТ РОТОРА СТРУМИННО-РЕАКТИВНОЇ ТУРБИНИ

*Родимченко Т. С., аспірант; Вансєв С. М., канд. техн. наук, доцент,
СумДУ, м. Суми*

На теперішній час питання енергозбереження та розумного використання енергетичного потенціалу нашої планети завжди було актуальним та першочерговим. Один із основних шляхів вирішення такої задачі є використання (утилізація) вторинних енергоресурсів.

Величезна кількість ексергії стиснених газів і пари безповоротно втрачається в редукторах і регуляторах тиску на газорозподільних станціях (ГРС) та газорозподільних пунктах (ГРП). Світовий досвід показує, що таку енергію можливо та необхідно утилізувати. Для вирішення таких задач в найбільш розвинених країнах здійснюється фінансування розробок по створенню утилізуючих систем.

Перспективним направленням є створення турбодетандерних агрегатів малої потужності, які розробляються на базі струмінно-реактивних турбін (СРТ), для утилізації стиснених газів і пари на вузлах дроселювання з терміном окупності не більше 2-х років.

Однією з причин незначного використання струмінно-реактивних турбін в газотранспортній галузі є недостатня вивченість особливості течії газу в проточній частині СРТ, а також питання проектування агрегатів на їх основі в якості основного виконавчого елемента і, як наслідок, відсутність досвіду створення таких пневмоагрегатів.

У першому наближенні проточну частину СРТ можна представити у вигляді труби певної довжини і діаметра, в якій виникає адіабатна течія з тертям при надзвуковій швидкості на вході в трубу.

Були виконані розрахунки параметрів потоку повітря при течії в трубодовжиною $L = 150$ мм, діаметром $D_{mp} = 5$ мм при коефіцієнті опору тертя $\xi = 0,015$ і різних значеннях безрозмірної (наведеної) швидкості на вході в ротор λ_1 (відношення швидкості потоку газу на вході в трубу до критичної швидкості). При цьому дотримувалася умова: приведена довжина труби більша критичної ($\chi > \chi_{кр}$), що забезпечує, при відповідному наявному відношенню тисків Π_0 (відношення повного тиску на вході в ротор до статичному тиску в навколишньому середовищі), розташування стрибка ущільнення всередині труби.

Для кожної λ_1 наявне відношення тиску Π_0 дорівнювало середньому арифметичному від наявного відношення тиску, відповідних граничним положенням стрибка ущільнення $\Pi_0 = (\Pi_{01} + \Pi_{0II})/2$.

Із результатів розрахунків видно, що чим менша надзвукова швидкість на вході в газовий тракт ротора, тим ближче стрибок ущільнення до вхідного перетину труби, менші втрати повного тиску в трубі в цілому (майже в два рази в досліджуваних діапазонах параметрів), більша безрозмірна швидкість відносно тиску на виході з труби.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕЧІЇ ГАЗУ В ЩІЛИНАХ ТА ОТВОРАХ З ЕКВІВАЛЕНТНОЮ ПЛОЩЕЮ ПРОХІДНОГО ПЕРЕТИНУ

*Лазуренко О. В., студент групи ХК –51; Бондаренко Г. А., професор;
Бага В. М., канд. техн. наук, ст. викладач, СумДУ, м. Суми*

У даний час при створенні нових компресорів і турбін, йде боротьба за кожен десятку частку відсотка к.к.д проточних частин. У той же час втрати к.к.д від внутрішніх протікань в турбомашиних досягають іноді декількох відсотків, особливо в турбомашиних високого тиску з малими поперечними розмірами проточної частини (в ступенях малої витратності).

Змоделювати лабіринтове ущільнення використовуючи повне геометричне моделювання неможливо в силу наявності малих осьових зазорів і порівняно невеликої товщини гребеня. Відсутні системні теоретичні дослідження складного механізму перебігу в лабіринтових ущільненнях. Для практичних розрахунків лабіринтових ущільнень використовуються відомі формули для визначення величини протікання через ряд послідовно встановлених отворів з гострими кромками, доповнені експериментальними коефіцієнтами, отриманими в умовах віддалених від натурних: використовуються плоскі (не кільцеві) моделі, не враховується можливий ефект обертання валу, елементи мікро геометрії щілини та ін. Мета даного дослідження полягає у визначенні значень коефіцієнтів витрати в щілинах і отворах різних форм, також тих, що мають еквівалентну площу. Проводилися чисельні дослідження з використанням CFD методів. Чисельно завдання вирішувалася для скорочення кількості експериментальних досліджень і отримання візуалізацій течії в проточних частинах досліджуваних щілин. Методика чисельного моделювання течії враховувала специфіку мікро-геометрії ущільнення і обертання валу. При осесиметричній постановці, розглядався сектор в три градуси. Розрахункова сітка будувалася таким чином, щоб в радіальному зазорі $s = 0,225$ мм помістити близько 10 осередків. Підсумкова розрахункова сітка області складалася з 300–500 тис. розрахункових осередків, в залежності від розмірів ущільнення. Обрана стандартна модель турбулентності.

Верифікація отриманих результатів виконувалася порівнянням з результатами експериментального дослідження, які отримані на уніфікованому експериментальному стенді.

З метою визначення правильності розгляду лабіринтового ущільнення відцентрового компресора як ряду послідовно встановлених щілин був виконаний ряд розрахунків щілин, що мають різну геометрію. Встановлено відмінності в значеннях коефіцієнтів витрат досліджуваних варіантів щілин які перевищують 30 % що істотно. З цього випливає необхідність індивідуального підходу при створенні розрахункових методик по визначенню витратних характеристик щілин. Еквівалентна величина не може прийматися базовою характеристикою.

ТУРБОГЕНЕРАТОР НА БАЗІ ВИХРОВОЇ ТУРБИНИ

Ванєєв С. М., доцент; Кривчун Я. О., студент гр. К.м-81, СумДУ, м. Суми

Проблема енергозбереження в даний час є однією з найважливіших всесвітніх проблем, так як потрібно задовольняти зростаючі енергетичні потреби людства. Україну ж можна назвати країною з однією з найбільш енерговитратних економік в світі, для якої питання енергозбереження важливе також і для національної безпеки. Підвищення внутрішніх цін на енергоресурси останнім часом змушує переглядати ставлення до їх витрачання. Економія енергоресурсів дозволяє підприємствам зменшити собівартість продукції, що призводить до збільшення одержуваного прибутку. Одним із способів часткового вирішення цієї проблеми є утилізація вторинних енергетичних ресурсів.

Встановлено, що велика кількість ексергії стиснутих газів і парів втрачається на редукторах і регуляторах на газорозподільних станціях (ГРС), газорозподільних пунктах і при подачі паливного газу на газотурбінні двигуни в газовій промисловості, в різних технологічних процесах в хімічній та інших галузях промисловості, в комунально побутовому господарстві тощо. Знизити втрати і підвищити коефіцієнт корисного використання енергоресурсів можна шляхом використання енергозберігаючої турбогенераторної установки замість звичного спрацьовування перепаду тиску на дроселюючому органі. При цьому застосовуються, як правило, високооборотні класичні (доцентрові або осьові) турбіни і часто - з парціальним підведенням газу або пари на робоче колесо. Для зниження числа обертів необхідно застосовувати редуктор, що ускладнює і здорожує конструкцію і експлуатацію установки, а парціальне підведення робочого тіла призводить до зниження ККД. Габарити такої установки виходять великими, а термін окупності не менше 2 років. Більш перспективним є створення турбогенераторних агрегатів (ТГА) на базі вихрових турбін (ВТ).

Вихрова турбіна, в порівнянні з осьовими і доцентровими, простіше по конструкції і більш технологічна, що робить її дешевше у виготовленні. В області малих витрат і малих потужностей вихрова турбіна, при інших рівних умовах, дозволяє виключити основний недолік класичних турбін (осьових і доцентрових) – високооборотність. Це часто дозволяє відмовитися від застосування понижувальних редукторів при конструюванні приводів різних механізмів і агрегатів, що значно знижує вартість, підвищує надійність машини і скорочує витрати на її обслуговування.

Переваги вихрових турбіни дозволяють отримати простий і надійний турбопривод або турбогенератор, з терміном окупності 1–2 роки.

В даній роботі були проведені розрахунки турбогенератора для власних потреб ГРС на базі вихрової турбіни при тиску на вході $P_{вх} = 3$ МПа для електричної потужності електрогенератора для $N = 40$ кВт при тиску на виході $P_{вих} = 0,6$ МПа.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУМИННО-РЕАКТИВНОЇ ТУРБИНИ

Ванєєв С. М., доцент; Корінченко К. В., студент гр. К.м-81, СумДУ, м. Суми

На сьогоднішній день актуальною задачею є проблема енергозбереження всіма відомими напрямками. Одним із варіантів вирішення проблеми енергозбереження є використання (утилізація) вторинних енергоресурсів, а саме утилізація енергії стиснутих газів та пари, котрі дроселюються на редукторах і регуляторах тиску на газорозподільчих станціях (ГРС) та газорозподільчих пунктах в газовій промисловості, в різноманітних технологічних процесах, хімічній та інших галузях промисловості, а також комунально-побутовому господарстві. Дану задачу можливо вирішити шляхом застосування турбодетандерних агрегатів (ТДА) малої та середньої потужності (50–500 кВт), простих та компактних за конструкцією, що забезпечують можливість їх установки безпосередньо замість клапанів-регуляторів прямої дії чи паралельно з ними. Ці ТДА можна створювати на базі струминно-реактивних турбін (СРТ).

Струминно-реактивну турбіну сучасного конструктивного виконання можна віднести до нового класу турбін, так як у порівнянні з класичним «сегнеровим колесом» вона відрізняється за термодинамічними процесами, а її ефективність (характеристика ККД) виросла в декілька разів та по мірі відпрацювання її характеристики постійно покращуються та наближаються к характеристикам лопаткових турбін.

СРТ в порівнянні з класичними лопатковими турбінами має ряд переваг: простота конструкції; високий рівень уніфікації; висока надійність роботи навіть в екстремальних умовах роботи на забрудненому, вологому газі при температурі до -60°C ; стабільність вихідних характеристик в широкому діапазоні тисків, температури і навантаження, а також слабкий вплив на них виробничо-технологічних відхилень при виготовленні турбіни; мала маса і момент інерції ротора; низька вартість ТДА на основі СРТ; низькі малогабаритні показники ТДА-СРТ8) Простота експлуатації ТДА і низькі експлуатаційні витрати.

Відомо, що на вузлах редукування газу на ГРС можливе отримання електроенергії за допомогою турбогенераторних установок для власних потреб ГРС, а також з метою енергозбереження з віддачею в зовнішню мережу. Пропонується для цих цілей використовувати турбогенератор на базі струминно-реактивної розширювальної турбіни. Додається розрахунок моделей струминно-реактивних розширювальних турбін та вибір оптимальної конструктивної схеми.

Вихідні дані для розрахунку: тиск навколишнього середовища – 0,6 МПа; повний тиск на вході в турбіну – 3 МПа; показник адиабати – 1,3; питома газова стала – 506 Дж/(кг·К); температура гальмування газового потоку перед соплом живлення – 293 К; потужність на валу турбіни – 40 кВт; діаметр ротора – 0,2 м.

Виконано порівняння характеристик СРТ з тяговими соплами Лаваля і з соплами без розширювальної частини (з соплами, що звужуються). Різниця пускових моментів

$$\Delta M = M_{\text{пуск1}} - M_{\text{пуск2}} = 27,867 - 27,428 = 0,439 \text{ Н} \cdot$$

у відносному вираженні

$$E_{\text{м}} = \frac{M_{\text{пуск1}} - M_{\text{пуск2}}}{M_{\text{пуск1}}} \cdot 100\% = \frac{27,867 - 27,428}{27,867} = 1,6$$

Розрахувавши параметри струминно-реактивних турбін і розглянувши їх конструктивні особливості приходимо до висновку, що використання СРТ без розширювальної частини раціональніше, оскільки його конструкція простіша у виконанні і має практично той же момент. Також, змінюючи геометрію трубок-плечей і геометрію тягового сопла (щілинне сопло), можна добитися меншого аеродинамічного опору на робочих обертах.

Користуючись термінологією, що використовують при дослідженні турбомашин, окружний момент СРТ буде дорівнювати

$$M_U = M'_U + M_{\text{нер}},$$

де M'_U – момент кількості руху маси газу, що витікає з тягового сопла; $M_{\text{нер}}$ – момент, який утворюється за рахунок різниці тисків на зрізі тягового сопла і в навколишньому середовищі, в яке витікає газ.

Кутова швидкість обертання валу ротора СРТ

$$\omega_T = \frac{2 \cdot U}{D} = \frac{\pi \cdot n_T}{30},$$

де n_T – частота обертання ротора, об/хв.

Момент на валу СРТ

$$M_T = M_U - M_{c.e.},$$

де $M_{c.e.}$ – момент опору обертанню ротора в навколишньому середовищі (момент аеродинамічного опору), визначається за формулою:

$$M_{c.e.} = K_{c.e.} \cdot \omega_T,$$

де $K_{c.e.}$ – коефіцієнт аеродинамічного опору; може бути визначений тільки експериментально.

Потужність на валу СРТ

$$N_T = M_T \cdot \omega_T$$

Коефіцієнт корисної дії СРТ

$$\eta_T = \frac{N_T}{G_{\text{п}} \cdot h_s}$$

На основі вже існуючих моделей створено модель ротора СРТ, змінюючи деякі геометричні параметри на основі розрахунків.

ЗМІСТ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ	2
СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ»	37
The development of the special fixture device for drilling operation	38
Дослідження конструкції верстатного пристрою методами статичного і динамічного аналізу	39
Підвищення якісних показників поверхонь цапфи шляхом їх оброблення способом подвійної осциляції брусків	41
Розроблення пристрою для реалізації оптимальної структури операції свердління отворів	42
Нормативні документи (стандарти) для ріжучих інструментів	43
Аналіз структурної схеми динамічної системи круглого врізного шліфування методами ТАУ	45
Система бездротової передачі результатів вимірювання температури осьового різального інструменту	47
До обґрунтування самозаточування алмазно-абразивного інструменту	48
Елементи САД-системи циліндричних прямозубих коліс із довільним профілем бічних поверхонь	50
Класифікація деталей типу вилок	51
СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ»	52
Застосування CAPP-систем при проектуванні технологічних процесів збірки	53
Використання CAD/CAM/CAE технологій у проєктах модернізації металорізальних верстатів	54
Навчальний фрезерний верстат з ЧПК	55
Кінематична вихідна інструментальна поверхня при точінні	56
Ігрові технології при вивченні теорії механізмів і машин	57
Умови контакту зубонарізувального інструменту з поверхнею деталі	58
Підвищення ефективності виготовлення ремонтних валів технологічними методами	59
Дослідження впливу параметрів побутового 3D друку на шорсткість поверхні і точність об'єкта	60
Мобільний додаток для контролю успішності навчання студентів інженерних спеціальностей	61
Експериментальне дослідження стійкості інструмента при зубодовбаннях	62

Об'єднання зусиль медиків та інженерів у СумДУ при виготовленні виробів медичного призначення	63
СЕКЦІЯ «СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ»	64
Управління якістю інструментальної підготовки виробництва:	
класифікація витрат на якість	65
Проблеми оцінювання надійності електротехнічних виробів в умовах сучасного технічного регулювання	66
Методи вимірювання рівня досягнутої / досяжної енергоефективності в організації	68
Інтегровані системи управління в нафтовій промисловості та вимоги стандарту ISO 31000:2018	70
Особливості впровадження інтегрованих систем управління якістю	72
СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»	73
Зносостійкість зони термічного впливу після зварювання з прискореним охолодженням високовуглецевої низьколегованої сталі	74
Вплив температурно-часових параметрів окиснення, азотування та науглецювання на характеристики зміцненого приповерхневого шару титану	75
Интегральная оценка влияния характеристик промышленного гибридного транспорта на эксплуатационные параметры	77
Математическое моделирование прямолинейного движения промышленного транспортного средства с гибридной силовой установкой	80
О новых разработках в сфере коммерческого электротранспорта	83
Триботехнічні властивості корозійно-стійкої сталі, поверхнево модифікованої хіміко-термічною обробкою	84
Технології покращення різальних властивостей матеріалу	86
Підвищення експлуатаційних властивостей матеріалів триботехнічного призначення для проточних частин насосів	88
Покращення властивостей деталей технологіями осадження HIPIMS та DCMS	90
Зміцнююча термічна обробка циліндричної фрези	91
Покращення властивостей робочого колеса відцентрових насосів	93
Дослідження властивостей наноструктурованих зносостійких покриттів на основі нітридів металів W та Cr	95
Боротьба з корозією та застосування захисних покриттів	97

Теоретичні та технологічні основи керування структурою полімер-керамічних нанокompозитних матеріалів для інженерії кісткової тканини	98
Вибір матеріалу та термічної обробки деталі пуансон вирубного штампугу	100
Вибір матеріалу та термічної обробки поршня дизельного двигуна із алюмінієвого сплаву	101
до питання підвищення ресурсу та відновлення працездатності Деталей машин шляхом формування функціональних покриттів	102
Дослідження впливу перебування композиційних матеріалів на основі епоксидного в'язучого в товщі води протягом тривалого часу в природних умовах на зміну його структури та фізико-механічних властивостей	103
Дослідження впливу наповнювача вигляді відходів ТЕЦ на фізико-механічні властивості полімерного композитного матеріалу з матриці політетрафторетилену	104
Дослідження стійкості до міжшарового розшарування полімерно-композитного матеріалу з епоксидною матрицею та нановуглецевими волокнами	105
Дослідження жаростійкості деталей, що працюють при підвищених температурах	106
Перспективи застосування електроіскрового легування для підвищення якості робочих поверхонь деталей машин	108
СЕКЦІЯ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ І МАШИНОЗНАВСТВО»	110
Керамічні підшипники кочення і ковзання	111
Пластмасові деталі машин	112
Петлеподібний компенсатор з'єднання ниток трубопроводів зі склопластику	113
Дослідження болтових з'єднань металевого силосу	114
Застосування критеріїв міцності для армованих матеріалів	115
Побудова циркульних і лекальних кривих з метою визначення кінематичних характеристик матеріальної точки	116
Використання змінного струму в основі принципу дії сучасних приладів	117
Методика розрахунку на жорсткість плоских стержневих систем	118
Економічна ефективність підібраних поперечних перерізів статично визначених балок	119
Досвід проведення профорієнтаційного заняття профорієнтацій з урахуванням дидактичних вимог, компонентів і функцій	120
Дослідження геометричної незмінності плоских стержневих систем з урахуванням їх структурного аналізу	121

Варіанти знаходження положень головних центральних осей складних плоских перерізів, складених з простих	122
Знаходження несприятливого поєднання ВНСФ при визначенню зусиль в елементах ферми	123
Зіставлення величини опорних реакцій в просторовому ламаному брусі при постійній схемі завантаження і зміні геометричних параметрів	124
Вибір оптимальної схеми завантаження кронштейна при зміні кута між елементами і силою	125
Визначення реакцій опорних зв'язків при різних положеннях їх в рамі і арці	126
Реабілітація пацієнтів з ампутованими нижніми кінцівками	127
СЕКЦІЯ «ДИНАМІКА І МІЦНІСТЬ, КОМП'ЮТЕРНА МЕХАНІКА»	128
Дослідження стійкості обертання ротора турбокомпресора для теплоелектростанції	129
Аналіз нелінійних коливань ротора турбокомпресора для підземних сховищ газу	130
Розрахунок гідродинамічних сил в багатошпаринних ущільненнях ротора з урахуванням деформацій стінок	131
Дослідження динамічних характеристик упорного підшипника ковзання	132
Визначення адгезійної міцності композитного матеріалу, який використовують для ремонту металургійного обладнання	133
Ймовірнісний підхід до розрахунку гідродинамічних характеристик автоматичного врівноважуючого пристрою	134
Уточнення методики розрахунку статичних характеристик автоматичного пристрою осевого врівноваження з пружно встановленим вкладишем	135
Забезпечення вібраційної надійності та числові методи дослідження динаміки роторів відцентрових машин	136
Розв'язання сумісної задачі взаємодії рідини із податливою сальниковою набивкою торцевого сальникового ущільнення з урахуванням шорсткості пари тертя	137
Напруга в рухомій ідеальній рідині	138
Up-to-date technical means of studying the cavitation phenomenon	139
Використання засобів ідентифікації математичних моделей для створення інженерної методики розрахунку вібраційно-інерційних сепараційних пристроїв	141
Розроблення методики проведення експериментальних досліджень впливу механічних коливань на газорідний потік	143

The development of open online courses to support graphic disciplines	145
Напружено-деформований стан багатощарового плоского кривого брусу при згинанні	146
Визначення динамічних характеристик нових шпаринних ущільнень з композиційних матеріалів	147
Оцінювання жорсткості шліцьових з'єднань роторних систем турбонасосних агрегатів	148
Чисельний розрахунок теплового стану імпульсного ущільнення за допомогою ANSYS CFX та Fluent	149
Дослідження впливу провідності живильних каналів на робочі характеристики імпульсного ущільнення	151
Урахування випадкового характеру геометричних параметрів підшипників ковзання при їх розрахунку	152
Діагностування технічного стану підшипників кочення	153
Створення систем збору, обробки і аналізу вимірювальної інформації на основі програмного комплексу LabView	154
СЕКЦІЯ «ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»	155
Аналіз системи управління медичними відходами в Україні	156
Екологічні аспекти покращення зеленого каркасу міста Суми	157
Регенерація відпроцьованих машинних мастил	159
Екологічні аспекти поводження з опалим листям	161
Аналіз процесів урбанізації в Україні та їх наслідки	163
Утилізація комбінованих пакувальних матеріалів	164
Транскордонне перенесення забруднюючих речовин водними об'єктами Сумської області	165
Вплив склобою на навколишнє середовище	166
Утилізація медичних відходів	167
Вплив нафтогазовидобутку на стійкість екосистем (на прикладі Андріяшівського газоконденсатного родовища та Андріяшівсько-Гудимівського заказника)	169
Фізико-хімічні способи розділення нафтошламів	171
Утилізація нафтового шламу у відцентровому полі	172
Екологічно безпечні методи утилізації бурових відходів	174
Оцінка впливу автотранспорту на стан придорожніх екосистем	175
Небезпека лісових пожеж	176
Проблеми впливу громадського транспорту на навколишнє середовище та шляхи їх вирішення	177
Компостування як метод утилізації зелених насаджень	178
Перспективи використання золошлакових відходів	179

Утилізація шлаків та золи підприємств паливно-енергетичного комплексу	180
Використання шлаків та золи паливно-енергетичного комплексу у виробництві будівельних матеріалів	182
Роль біоінформаційних баз даних у створенні консорціумів нафтодеструктивних мікроорганізмів	183
Еколого-гігієнічні аспекти виробничої діяльності державного підприємства «нді «еластик»	184
Утилізація та вторинна переробка термопластів	185
Стан та шляхи переходу України до європейського регулювання скидання забруднюючих речовин	186
Утилізація відходів безамбарного буріння свердловин в нафто-та газовидобувній галузях	188
Проблема формування екологічної культури в учнів старшої школи	190
Проблеми утилізації електронного обладнання	191
Зниження навантаження на довкілля при захороненні ТПВ	192
Екологічна проблематика забруднення компонентів едафотопу важкими металами	193
Аналіз діяльності Римського клубу	195
Аналіз впливу підприємств з виробництва полімерних пакувальних засобів на навколишнє середовище	196
Утилізація комбінованих пакувальних матеріалів	198
Огляд еколого-біохімічних механізмів очищення та відновлення забруднених важкими металами ґрунтів	200
Ecological aspects of using digestate as fertiliser	202
Вермикомпостування як доцільний метод переробки відходів зеленого господарства	204
Вплив нафтогазовидобувного комплексу на підземні води	206
Регенерація відпрацьованих машинних мастил	207
Аналіз впливу відстійників ПАТ «Суміхімпром» на навколишнє середовище	209
Можливі напрями використання відходів дільниці освітлення води хімічного цеху Ладжинської ТЕС	211
Environmental problems of the caspian sea associated with the transportation or production of oil on the continental shelf	213
Вплив стоків з очисних споруд на екосистеми водойм	215
Дослідження методів очищення важкої води від дейтерію та йонів, що зумовлюють жорсткість, для потреб аграрної промисловості	216
Екологічні проблеми відпрацювання запасів вугілля західного Донбасу та їх вирішення	218
Promising ways to solve environmental problems of the food and processing industry	220

Використання екологічно безпечних пакувальних матеріалів у місцях швидкого харчування студентів вищих навчальних закладів	222
Управління процесом горіння в котлах із циркулюючим киплячим шаром з позиції екологічної ефективності	223
Пріоритети розвитку сонячної енергетики в Україні у контексті світових тенденцій	224
Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур	225
Сучасні шляхи поводження з твердими побутовими відходами	226
СЕКЦІЯ «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ»	227
Дослідження напруженого стану пластин та оптимізації їх геометрії для метал-остеосинтезу щелепи	228
Дослідження гідродинаміки розплаву в об'ємі вібраційного гранулятора (приллера)	230
Гранулювання порошкового графіту	231
Виробництво добрив з великим вмістом азоту	233
Основні способи очищення газу від аміаку	234
Сировина для виробництва фосфорних добрив	235
Застосування трикамерного мембранного електрохімічного пристрою для регенерації гальванічних розчинів	236
Дослідження способу виділення етилового спирту із головної фракції	238
Метод експериментальної оцінки характеристик дисперсної фази в газо-рідинному реакторі	239
Шляхи модернізації барабанних сушарок	240
Шляхи модернізації охолоджувачів псевдозрідженого шару у виробництві мінеральних добрив	241
Шляхи модернізації сушарок зваженого шару	242
Оптимізаційне моделювання модульних сепараційних пристроїв у багатофазних розділювачах	243
Методика обчислення площі поверхні контакту фаз при сепарації багатокомпонентних систем із супутнім тепломасообміном	244
Покриття гранульованих матеріалів дрібнодисперсними порошками	245
Результати обстеження диспергаторів розплаву у виробництві складних добрив	246
Особливості розрахунку і апаратурного оформлення брагоректифікаційного відділення виробництва етилового спирту	247
Методи розділення сумішей вуглеводневих газів і апаратурне оформлення газофракціонуючих установок	248
Переваги використання біодизеля	249
Переваги та недоліки комплексної переробки органічних відходів	250

Обладнання для брикетування соломи	251
Структура зваженого шару у вихровому грануляторі: визначення траєкторій руху гранул за висотою апарату	252
Методи уніфікації параметричного ряду вільновихрових насосів	253
Вплив дріжджових добавок на пригнічення патогенної мікрофлори організму птахів	255
Вплив марки гіпсового в'язучого на фізико-механічні та експлуатаційні характеристики каменю	257
Технологія отримання нових композитних сорбентів «силікагель – кристалогідрат» для адсорбційного перетворення теплової енергії	258
Green synthesis of silver nanoparticles from plant sources	259
Отримання керамічних мікрофільтраційних мембран на базі діатоміту	260
Розроблення композиційного матеріалу на основі фторкаучуку марки СКФ-26	262
Influence of chromium oxide on the properties of silicone cold curing compositions	263
Розроблення рецептури пористого матеріалу на основі комбінації хлоропренового та бутадієн-нітрильного (СКН-18) каучуків для виготовлення неформових виробів	264
СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»	265
Кольорові реакції в курсах медичної та біоорганічної хімії	266
Хімія ацетилсаліцилової кислоти	267
Визначення аскорбінової кислоти у рослинній сировині	268
Визначення вмісту кофеїну у зразках кави різних торгівельних марок	270
Аналіз сумарного вмісту фенольних сполук в БАД «Гінкго-Білоба» з вітаміном С ТМ “Elit-Pharm”	272
Основні методи визначення Ca^{2+} , Na^+ , K^+ в біологічних середовищах	274
Зубні пасти на основі гідроксиапатиту з антибактеріальними компонентами	275
Використання фосфатів та їх вплив на живі організми	277
Екологічні аспекти впровадження електромембранного модуля з метою очищення технологічних розчинів гальванічного виробництва	288
Синтез та структура нанорозмірного ZnO	279
Вольт-амперні характеристики мембранного електролізу гальванічних розчинів	280
Гідродинамічні особливості роботи мембранного електролізера	281
Formation of oxide coatings by electrolytic oxidation	282

СЕКЦІЯ «ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ І ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ»	283
Вплив пульсаційних явищ на функціонування вільновихрових насосів за умов транспортування забруднених рідин	284
Підвищення напірності вільновихрового насоса шляхом удосконалення його лопатевої решітки	285
Удосконалення параметричного ряду вільновихрових насосів типу СВН шляхом розробки насоса СВН 125-20 з дотриманням основних вимог уніфікації	286
Дослідження клапанів поршневих насосів	287
Вільновихровий моноблочний насос для фармацевтичної промисловості	288
Оптимізація роботи багатодвигунних гідравлічних приводів для забезпечення синхронного переміщення робочих органів машин	289
XXI століття – старі та нові проблеми для науковців та інженерів	290
Світовий океан поки що чекає	291
Невикористані властивості закручених течій рідини	292
Вплив ребер та канавок розміщених на стінках осьового підвідного пристрою на кавітаційні властивості насосу	293
Аналіз впливу зазору між робочим колесом і язиком відводу, та його вплив на енергоефективність робочого процесу насоса типу Д	294
Результати аналізу розподілу швидкості та тиску у спіральному відводі насосу типу Д	296
Про деякі додаткові резерви подальшого підвищення ККД насосів	298
Види подібності в лопатевих насосах	299
Вирішення проблеми роботи насосів при нерозрахункових режимах	301
СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОСМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ПРИКЛАДНА ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА)»	303
Енергетичне обстеження систем енергозбереження офісної будівлі	304
Моделювання теплового стану пасажирського вагону моделі 48-060 з комбінованою системою опалення	305
Тепловий комфорт у будівлі	306
Моделювання теплового стану пасажирського вагону купейного типу з комбінованою системою опалення	307
Алгоритм автоматизації синтезованого розрахунку теплової потужності будівлі	308
Моделювання теплових режимів роботи критої спортивної споруди	309

Енергетичне обстеження дошкільного навчального закладу	310
Енергетичне обстеження дитячого навчально-виховного комплексу № 11 м. Суми	311
Моделювання теплових режимів роботи гідротехно-логічної споруди для занять водними видами спорту	312
Встановлення теплового насосу для потреб теплопостачання в багатоквартирних будівлях	313
Умови розміщення сонячних батарей на конструкційних елементах будівлі	314
Розміщення сонячних батарей електростанцій на стінах будівель	315
Вплив конфігурації та орієнтації будівлі загальноосвітньої школи на енергоспоживання	316
Алгоритм автоматизованого розрахунку теплових втрат в мережах централізованого теплопостачання	317
Зниження втрат енергії в електричних мережах	318
Енергетичне обстеження систем енергоспоживання загальноосвітньої школи	319
Вплив конфігурації та орієнтації будівлі на енергоспоживання	321
Моделювання процесу потоків продуктів згорання, які відходять з димоходу твердопаливного котла	322
СЕКЦІЯ «ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»	323
Design of high efficiency stages for multi-shaft centrifugal compressors	324
Компресорне обладнання установки для отримання скрапленого природного газу	325
Апарат на повітряній подушці	326
Тривимірний психрометричний діаграма для моделювання циклів енергетичних установок	327
вихровий компресор для стенду випробувань сухих газових ущільнень	328
Чисельне моделювання перетікань в зазорах робочого колеса відцентрової повітрорудки	329
Вплив фізичних властивостей робочого середовища на характеристики внутрішніх ущільнень	330
Струминно-реактивні турбіни	331
Гіпотези робочого процесу вихрових компресорних машин	332
Вплив конструктивного виконання осевого каналу ротора на ефективність струминно-реактивної турбіни	333

СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОСМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА)»	334
Удосконалення установки ПГУ-20 з використанням рідинно-парового ежектора	335
Вакуумна система з замкнутим контуром охолодження на базі рідинно-парового ежектора	336
Numerical optimization of liquid-vapor ejector primary nozzle geometry	337
Енергоефективні режими експлуатації адсорбційних регенераторів теплоти та вологи на основі композитів «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат»	339
Реконструкція системи опалення виробничого приміщення з використанням теплонасосної установки	340
Газовий тракт ротора струминно-реактивної турбіни	341
Порівняльний аналіз течії газу в щілинах та отворах з еквівалентною площею прохідного перетину	342
Турбогенератор на базі вихрової турбіни	343
Дослідження струминно-реактивної турбіни	344

Наукове видання

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

**VI Всеукраїнської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 16–19 квітня 2019 р.)**

Відповідальний за випуск **О. Г. Гусак**
Комп'ютерне верстання **І. В. Павленка**

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 20,88. Обл. вид. арк. 25,66. Тираж 100 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.