

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

V Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.)



Суми
Сумський державний університет
2018

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 С. М. Ванєєв; канд. техн. наук, доцент
С. Б. Большаніна.

Технічний секретар: канд. техн. наук, асистент Х. В. Берладір.

Сучасні технології у промисловому виробництві :
С91 матеріали та програма V Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції (м. Суми, 17–20 квітня
2018 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми :
Сумський державний університет, 2018. – 326 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,
Польщі, Словаччини, Чехії, Швеції, Литви, Індії. Збірник буде
корисним викладачам, аспірантам і студентам, а також
інженерам усіх галузей виробництва.

© Сумський державний університет, 2018

Шановні пані та панове!

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету запрошує Вас взяти участь у роботі V Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві».

Конференція присвячена пам'яті ЄВТУХОВА Віталія Геннадійовича.

Конференція відбудеться 17–20 квітня 2018 р.
Час та 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 та матеріалознавство.
5. Опір матеріалів та машинознавство.
6. Динаміка та міцність, комп'ютерна механіка.
7. Екологія і охорона навколишнього середовища.
8. Хімічна технологія та інженерія.
9. Хімічні науки.
10. Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.
11. Енергозбереження енергоємних виробництв (прикладна гідроаеромеханіка).
12. Технічна теплофізика.
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.

Пам'яті доцента кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів, заступника декана з наукової роботи факультету технічних систем та енергоефективних технологій
СВТУХОВА Віталія Геннадійовича



(1952 – 2017)

1 листопада 2017 року не стало доцента, кандидата технічних наук, Свтухова Віталія Геннадійовича – великого життєлюбця, доброзичливої та щирої людини, талановитого науковця та педагога.

Народився Віталій Геннадійович 3 квітня 1952 р. на Харківщині (м. Люботин) у сім'ї службовця. У 1969 р. закінчив Сумську середню школу № 21. У 1974 р. закінчив з відзнакою Сумську філію Харківського політехнічного інституту за спеціальністю «Технологія машинобудування, металорізальні верстати та інструменти» та залишився працювати на кафедрі технології машинобудування на посаді асистента. У 1979 р. вступив до аспірантури Харківського політехнічного інституту. У 1982 р. закінчив навчання в аспірантурі, та у 1983 р. успішно захистив кандидатську дисертацію «Проектування кінематичних схем технологічних операцій абразивної обробки циліндричних поверхонь» за спеціальністю 05.02.08 – «Технологія машинобудування». Вчене звання доцента отримав у 1991 р. По закінченню аспірантури працював у Сумській філії Харківського політехнічного інституту (згодом Сумському державному університеті) на посадах асистента, старшого викладача, доцента, заступника завідувача кафедри технології машинобудування (згодом кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів). З 1992 р. працював заступником декана з наукової роботи машинобудівного факультету (згодом інженерного факультету; факультету технічних систем та енергоефективних технологій).

Впродовж багатьох років плідної праці Віталій Геннадійович опублікував понад 100 наукових та навчально-методичних праць, є автором понад 40 авторських свідоцтв та патентів на винахід.

Водночас, він був різносторонньою особистістю, любив життя у багатьох його проявах: спорті, поезії, музиці.

Ми знали його як висококваліфікованого педагога, який багато уваги приділяв вихованню та підготовці студентів і педагогічних кадрів, він був мудрим керівником молодих фахівців, талановитим адміністратором. Його досвід у науковій та педагогічній сферах надихав молодь, а науковий спадок стане у нагоді ще багатьом поколінням студентів.

Пам'ять про Віталія Геннадійовича назавжди залишиться у серцях його однодумців, колег та учнів.

Відкриття конференції

17 квітня 2018 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. Залога.

Секретар – викладач-стажист П. В. Рибалка.

17 квітня 2018 р.

Початок об 11³⁰, ауд. ЛА-215

1. Підвищення якості поверхонь отворів гільз циліндрів шляхом вдосконалення оздоблюваних методів обробки.

Доповідач: Андрусишин В. К., студент, гр.ТМ.м-71;

Керівник: Савчук В. І., доцент, СумДУ, м. Суми.

2. Шляхи зниження шорсткості виконавчих поверхонь гвинтів кульових кранів на оздоблюваному етапі їх обробки.

Доповідач: Ткаченко С. М., студент, гр.ТМ.мз-71с;

Керівник: Савчук В. І., доцент, СумДУ, м. Суми.

3. Допоміжні опори верстатних пристроїв для встановлення нежорстких заготовок.

Доповідач: Тертишник О. І., студент, гр.ТМ.м-71;

Керівник: Кушніров П. В., доцент, СумДУ, м. Суми.

4. Пути забезпечення різної ширини обробки в АФГ с торцевими фрезами.

Докладчик: Торба А. А., студент, гр.ТМ.м-71;

Руководитель: Кушніров П. В., доцент, СумГУ, г. Суми.

5. Про вибір критерію оптимальності під час розв'язування задач технологічного проектування.
Доповідачі: Смельянов О. А., студент;
Калиновський В. А., студент, гр. ТМ.м-72;
Керівник: Євтухов А. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
6. Особливості моделювання профілю поверхні оброблюваної методами поверхневого пластичного деформування.
Доповідач: Колодяжна Ю. Ю., студент, гр. ТМ.м-71;
Керівники: Євтухов А. В., доцент;
Гудков С. М., доцент, СумДУ, м. Суми.
7. Важливість практичної частини підготовки студентів інженерних спеціальностей.
Доповідач: Биков М. С. магістрант, гр. ТМм-71;
Керівник: Дегтярьов І. М., асистент, СумДУ, м. Суми.
8. Обзор современных методов пятиосевой обработки на фрезерных станках с ЧПУ деталей сложных форм типа моноколесо из монолитной заготовки.
Докладчик: Бондарь И. В., аспирант;
Руководитель: Криворучко Д. В., доцент, СумГУ, г. Суми.
9. Порівняння економічного ефекту способів обробки круглої внутрішньої різи.
Доповідач: Калюжний І. В., студент, гр. ТМм-71;
Керівник: Нешта А. О., викладач-стажист, СумДУ, м. Суми.
10. Вдосконалення технологічної підготовки виробництва шляхом автоматизації проектування верстатних пристроїв.
Доповідач: Багрій Я. В., аспірант;
Керівники: Іванов В. О., доцент, СумДУ, м. Суми, Україна;
Едл М., Ph.D., доцент, Западнечеський університет,
м. Пльзень, Чехія.
11. Ефективне розбирання та складання обладнання як основа модульного підходу в машинобудуванні.
Доповідач: Родін І. С., аспірант;
Керівник: Іванов В. О., доцент, 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 2018 р.

Початок об 11³⁰, ауд. ЛА-213

1. Використання CFD/CAM систем для розробки керуючих програм для верстатів з ЧПУ.
Доповідач: Агеєва Є. В., студент, гр. ВІ-31;
Керівник: Швець С. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
2. Залежність температури від параметрів режиму різання при свердлінні.
Доповідач: Лиштван А. В., магістрант, гр. ТМм-61;
Керівник: Швець С. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
3. Методика оцінювання динамічного стану системи різання шляхом визначення геометричних параметрів якості обробленої поверхні.
Доповідач: Божко А. В., студент, гр. МВІ.м-71;
Керівник: Шаповал Ю. В., асистент, СумДУ, м. Суми.
4. Використання гріндера під час виготовлення різального інструмента.
Доповідач: Хабленко Ю. С., студент, гр. ВІ-51;
Керівник: Коротун М. М., доцент, СумДУ, м. Суми.
5. Дослідження резонансних частот вертикально-фрезерного верстата.
Доповідач: Бібічев Д. С., студент, гр. ВІ.м-71;
Керівник: Коротун М. М., доцент, СумДУ, м. Суми.
6. Дослідження робочого простору верстатів з паралельною кінематикою.
Доповідач: Романенко Є. В, студент, гр. ВІ.м-71;
Керівник: Алексєєв О. М., професор, СумДУ, м. Суми.
7. Вибір середовища розробки додатків для тестового контролю знань на мобільних пристроях.
Доповідач: Требухов Д. В., аспірант;
Керівник: Алексєєв О. М., професор, СумДУ, м. Суми.

8. Исследование собственных частот колебаний металлорежущих станков.

Докладчик: Тягно О. В., магистрант, гр. ВИ.м-71/2;

Руководитель: Емельяненко С. С., доцент, СумГУ, г. Сумы.

9. Дослідження жорсткості гравіювально-фрезерного верстата з поворотним двокоординатним столом.

Доповідач: Божко А. В., студент, гр. ВІ.м-71;

Керівник: Коротун М. М., доцент, СумДУ, м. Суми.

10. Технологія обробки роз'ємного з'єднання в деталях з армованих композиційних матеріалів.

Доповідач: Довгополов А. Ю., аспірант;

Керівник: Некрасов С. С., доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ»

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

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

18 квітня 2018 р.

Початок об 11³⁰, ауд. ЛА-208а

1. Вдосконалення нормативного забезпечення системи електронного документообігу на ВП «Атомремонтсервіс».

Доповідач: Черепова К. Р., магистрант, гр. СТ.мз-62с;

Керівник: Денисенко Ю. О., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

2. Використання програмних засобів статичної обробки даних при формуванні інформаційного забезпечення управління.

Доповідач: Яшина Т. В., аспірант;

Керівники: Залога В. О., професор, СумДУ;

Динник О. Д., доцент, КІ СумДУ, м. Суми.

3. Процесний та функціональний підходи при розробці системи управління якістю.

Доповідач: Рибалка І. М., аспірант;

Керівники: Залога В. О., професор;

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

4. Виробнича практика, як засіб удосконалення професійної підготовки та працевлаштування випускників ЗВО.

Доповідачі: Залога В. О., професор;

Ступін Б. А., доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

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

19 квітня 2018 р.

Початок о 9⁵⁰, ауд. Ц-222

1. Математичне моделювання процесу витримки залізобетонного виробу при тепловологій обробці у формівному стенді.

Доповідачі: Чумак Л. І., доцент;

Ковтун А. В.; Черненко В. О., ПДАБА, м. Дніпро.

2. Теплозащитная изоляция в футеровке вращающейся печи.

Докладчик: Швачко Д. Г., магістр;

Руководитель: Щербина В. Ю., НТУУ «КПІ ім. Сикорського», г. Киев.

3. Особливості кластероутворення в рідкому полімерному реактопластичному композиті.

Доповідач: Колосова О. П., асистент;

Ванін В. В., професор, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ.

4. Напрямки покращення технологічних і експлуатаційних характеристик традиційних й наномодифікованих рідких полімерних середовищ та армованих полімерних композитів на їх основі.

Доповідач: Колосов О. Є., професор, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ.

5. Розробка та використання електронного компендіуму з термічної обробки матеріалів.

Доповідачі: Берладір Х. В., асистент; Говорун Т. П., доцент;

Харченко Н. А., доцент; Дегула А. І., доцент;

Руденко Л. Ф., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

6. Метод нанесення захисного покриття на робочу поверхню деталі шляхом електроіскрового легування.

Доповідач: Ніколаєнко А. С., магістрант, гр. МТм-71;

Керівник: Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.

7. Особливості формування комплексних дифузійних боридних покриттів на іструментальних сталях.
Доповідач: Охріменко В. О., магістрант, гр. МТм-71;
Керівник: Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Дослідження жаростійкості високоентропійних сплавів системи AlCrFeCoNi, легованих міддю.
Доповідач: Демченко М. В., магістрант, гр. МТ.м-71;
Керівник: Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
9. Вплив активних добавок на властивості ливарних алюмінієвих композиційних сплавів для автомобілебудування.
Доповідач: Перерва В. І., студентка, гр. МТ-41;
Керівник: Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
10. Покращення властивостей деталей двигуна внутрішнього згоряння.
Доповідачі: Горбачова Т. Ю., студентка; Перерва В. І., студентка;
Циганенко Б. С., студент, гр. МТ-41;
Керівник: Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
11. Ливарні композиційні матеріали на основі алюмінієвого сплаву для деталей автомобілів.
Доповідач: Руденко С. Г., студентка, гр. МТ-61;
Керівник: Берладір Х. В., асистент, СумДУ, м. Суми.
12. Використання комбінованих електродугових процесів для отримання металу з високими експлуатаційними характеристиками.
Доповідач: Короточ А. С., магістрант, гр. МТм-61;
Керівник: Марченко С. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
13. Апатит-біополімерні матеріали та покриття для біомедицини.
Доповідач: Панченко В. А., студент, гр. МТ-41;
Керівник: Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми.
14. Фізико-механічними властивостями багатокомпонентних і багатошарових нітридних покриттів.
Доповідач: Саранчук А. В., студент, гр. МТ-51;
Керівник: Дядюра К. О., професор, СумДУ.

СЕКЦІЯ «ОПР МАТЕРІАЛІВ ТА МАШИНОЗНАВСТВО»

Голова – зав. каф. ОМ і М, канд. техн. наук, професор І. Б. Карінцев.
Секретар – канд. техн. наук, доцент Д. О. Жигилій.

20 квітня 2018 р.

Початок о 13²⁵, ауд. М-112

1. Опыт ранней профориентационной работы со школьниками на базе центра детского и юношеского творчества г. Белополье.
Докладчики: Смирнов В. А., директор, НТТУМ, СумГУ, г. Сумы;
Ручкина И. В., директор, Центр детского и юношеского творчества, г. Белополье.
2. Резино-металлические радиальные подшипники скольжения.
Докладчик: Кучеренко Н. В., студент, гр. ИМ-61;
Руководитель: Стрелец В. В., доцент, СумГУ, г. Сумы.
3. Механические и автоматические коробки передач легковых автомобилей.
Докладчики: Пирогов Д. А.; студент;
Ахмедов М. Ю., студент, гр. ИМ-61;
Руководитель: Стрелец В. В., доцент, СумГУ, г. Сумы.
4. Розрахунки жорстких муфт на експлуатаційні режими роботи.
Доповідач: Тихоненко О. Ю., студент, гр. СУ-61;
Керівник: Жигилій Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
5. Жорстка та м'яка математичні моделі керування на прикладі фінансів установи.
Доповідач: Рибалка М. А., студент, гр. І-62/ЕМ;
Керівник: Жигилій Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
6. Порівняльна міцність при розтяганні гладкого циліндричного стержня та стержня з виточкою.
Доповідач: Дудник Б. В., студент, гр. СУ-61;
Керівник: Жигилій Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
7. Чисельне моделювання розподілу навантаження між витками різьби.
Доповідач: Ковальчук Б. В., студент, гр. СУ-61;
Керівник: Жигилій Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

8. Рациональне проектування полиці.

Доповідач: Соколов О. С., студент, гр. СУ-61;

Керівник: Жигилій Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

9. Подбор поперечного сечения статически определенной балки с учётом выбора неблагоприятного сочетания внутренних силовых факторов.

Докладчик: Киктенко Д. Е., ученик, школа № 6;

Руководитель: Смирнов В. А., директор НТТУМ, г. Сумы.

10. Нахождение опорного сечения при построении эпюр внутренних силовых факторов в статически определенной раме.

Докладчик: Филатов В. В., ученик, школа № 6;

Руководитель: Смирнов В. А., директор НТТУМ, г. Сумы.

СЕКЦІЯ «ДИНАМІКА ТА МІЦНІСТЬ, КОМП'ЮТЕРНА МЕХАНІКА»

Голова – д-р техн. наук, професор В. А. Марцинковський.

Секретар – зав. навч. лаб. С. О. Міщенко.

19 квітня 2018 р.

Початок об 11²⁵, ауд. Н-112

1. Причини виникнення нестационарних коливань елементів відцентрових машин.

Доповідач: Вашист Б. В., аспірант;

Керівник: Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми.

2. Числовий розрахунок напружено-деформованого стану нових шпаринних ущільнень з композиційних матеріалів.

Доповідач: Гудкова О. В., аспірант;

Керівник: Дейнека А. В., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

3. Дослідження міцності корпусу відцентрового насоса, виготовленого методом швидкого прототипування.

Доповідачі: Маленко О. О., студент, гр. КМ-41;

Роголя В. В., студент, гр. КМ-41;

Керівник: Гудков С. М., доцент, СумДУ, м. Суми.

4. Моделивання термопружного напруженого стану композитних торових оболонок.

Доповідачі: Мисловська М. С., студентка, гр. КМ.м-71;

Немикін Д. В., студент, гр. КМ-41;

Керівник: Дейнека А. В., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

5. Аналіз радіальних коливань ротора відцентрового насоса.
Доповідач: Позовний О. О., аспірант, СумДУ, м. Суми.
6. Пристрій для експериментальних досліджень багатошпаринних ущільнень.
Доповідач: Позовний О. О., аспірант, СумДУ, м. Суми.
7. Вплив випадкової зміни параметрів системи «ротор-шпаринні ущільнення» на експлуатаційні характеристики відцентрового насоса.
Доповідач: Бідненко І. Г., студентка, гр. КМ.м-71;
Керівник: Савченко Є. М., доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Вплив випадкової зміни геометричних параметрів підшипників ковзання на їх експлуатаційні характеристики.
Доповідач: Скиртач В. О., студент, гр. КМ-41;
Керівник: Савченко Є. М., доцент, СумДУ, м. Суми.
9. Исследование нелинейных колебаний ротора турбокомпрессора на магнитных подшипниках.
Докладчик: Костель А. О., студент, гр. КМ-41;
Руководитель: Симоновский В. И., профессор, СумГУ, г. Сумы.
10. Исследование устойчивости вращения ротора турбокомпрессора на сегментных подшипниках.
Докладчик: Сумцова Н. О., студентка, гр. КМ-41;
Руководитель: Симоновский В. И., профессор, СумГУ, г. Сумы.
11. Реабилитация пациентов с ампутированными нижними конечностями.
Докладчики: Смирнов В. А., директор центра НТТУМ, СумГУ;
Пазынюк Б. О., заведующий хирургическим отделением;
Стовбыр А. А., сосудистый хирург высшей категории;
Керей Д. Н., хирург, г. Сумы.
12. Опыт ранней профориентационной работы со школьниками на базе Центра внешкольного образования г. Лебедин.
Докладчики: Попова А. А., директор Лебединского центра внешкольного образования;
Смирнов В. А., директор ЦНТТУМ, СумГУ, г. Сумы.

13. Вплив випадкової зміни геометричних параметрів гідроп'яти на її статичну характеристику.
Доповідач: Сторож Ю. В., студент, гр. КМ-41;
Керівник: Совенко Н. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
14. Статичний розрахунок гідроп'яти з урахуванням деформації диска.
Доповідач: Гахун А. О., студент, гр. КМ.м-71;
Керівник: Совенко Н. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
15. Оцінка чутливості витратних характеристик шпаринних ущільнень до випадкових змін їх параметрів.
Доповідач: Безверха В. О., студентка, гр. КМ.м-71;
Керівник: Тарасевич Ю. Я., доцент, СумДУ, м. Суми.
16. Опорний механізм з вільним переміщенням при роботі обертової печі.
Доповідач: Єфименко Є. А., бакалавр;
Керівник: Щербина В. Ю., доц., НТУУ «КПІ ім. Сікорського», м. Київ.
17. Моделювання роботи млина «гідрофол» з модернізованим барабаном.
Доповідач: Гопка О. Ю., бакалавр, ІХФ;
Керівник: Щербина В. Ю., доц., НТУУ «КПІ ім. Сікорського», м. Київ.
18. Трубний млин з теплоізоляцією корпусу.
Доповідач: Точинський В. О., бакалавр;
Керівник: Щербина В. Ю., доц., НТУУ «КПІ ім. Сікорського», м. Київ.
19. Механізм роботи і галузі застосування ущільнень з плаваючими кільцями.
Доповідач: Міщенко С. О., зав. навч. лаб., СумДУ, м. Суми.
20. Шпаринні ущільнення та вібрації роторів.
Доповідач: Міщенко А. Є., студент, гр. ІН-61;
Керівник: Марцинковський В. А., професор, СумДУ, м. Суми.
21. Безвальний відцентровий насос з комбінованою опорою-ущільненням.
Доповідач: Міщенко А. Є., студент, гр. ІН-61;
Керівник: Гудков С. М., доцент, СумДУ, м. Суми.

22. Розширення діапазону ефективної роботи динамічних сепараційних елементів за рахунок використання віброкоагуляції газорідного потоку.
Доповідачі: Дем'яненко М. М., аспірантка;
Керівники: Павленко І. В., доцент;
Ляпощенко О. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
23. Застосування технології доповненої реальності при підготовці сучасного інженера.
Доповідачі: Іземенко В. В., студент, гр. ІМ-71;
Самохвалов Д.О., пров. інж.-прогр.;
Керівники: Павленко І. В., доцент;
Іванов В. О., доцент, СумДУ, м. Суми;
Трояновська Ю., Ph.D., асистент, Познанський технологічний університет, м. Познань, Польща.
24. Застосування альтернативних методів розв'язання прикладних задач у графічних дисциплінах інженерного спрямування.
Доповідачі: Яковчук В. В., студентка, гр. ІМ-71;
Лазаренко А. Д., студент, гр. І-72;
Керівники: Павленко В. В., зав. відділення, МК СумДУ;
Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
25. Можливості застосування штучних нейронних мереж для визначення жорсткісних характеристик опор багатоступінчастих відцентрових машин.
Доповідачі: Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми;
Пітель Я., Ph.D., професор, Технічний університет м. Кошице, м. Прешов, Словаччина.
26. Визначення радіальної та осьової жорсткості підшипникових опор турбонасосних агрегатів.
Доповідач: Дем'яненко М. М., аспірант;
Керівники: Павленко І. В., доцент;
Симоновський В. І., професор, СумДУ, м. Суми.
27. Розв'язання задачі гідропружності для торцевого сальникового ущільнення.
Доповідач: Сапожніков Я.І., студент, гр. КМ-41;
Керівник: Загоруйко А. В., доцент, СумДУ, м. Суми.

28. Підвищення несучої здатності упорних підшипників ковзання відцентрових компресорів.

Доповідач: Кайота Д. О., аспірант;

Керівник: Загоруйко А. В., доцент, СумДУ, м. Суми.

29. Дослідження динаміки ротора багатоступінчастого відцентрового компресора 295ГЦ2-190/44-100М.

Доповідач: Вербовий А. С., студент;

Керівник: Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми

СЕКЦІЯ «ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

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

Секретар – канд. техн. наук, старший викладач І. Ю. Аблєєва.

17 квітня 2018 р.

Початок о 10⁰⁰, ауд. Ц-204.

1. How can solar energy replace traditional ways to gain energy in Ukraine.

Speakers: Dzhulai M. V., student;

Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy.

2. Захист навколишнього середовища від техногенного впливу процесів підготовки вуглеводневих продуктів для подальшого споживання.

Доповідачі: Надєїн Г. В., студент;

Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми.

3. Вплив Битківського нафтового родовища на морфологічні показники берези повислої (*Betula pendula* Roth.).

Доповідачі: Караванович Х. Б., аспірант; Адаменко Я. О., професор;

Глібовицька Г. І., доцент, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ.

4. Фітотоксичне випробування рівня екологічної небезпеки нафтозабруднених ґрунтів.

Доповідачі: Сіпко І. О., студентка;

Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

5. Світовий досвід щодо організації збору та утилізації електронних відходів та його впровадження в Україні.
Доповідачі: Жук Ю. М., студент;
Фалько В. В., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
6. Актуальність збереження та раціонального використання лікарських рослин.
Доповідачі: Пеньковська Л. В., аспірант;
Скляр В. Г., професор, Сумський НАУ, м. Суми.
7. Екологічні аспекти радіоактивного забруднення нафтових родовищ сумської області.
Доповідач: Корнус А. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Health risks of secondhand smoke.
Speakers: Eboson S., student;
Chernysh Ye. Yu., Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy.
9. Екологічні аспекти процесів генезису та утилізації фосфогіпсу.
Доповідач: Чубур В. С., студентка, СумДУ, м. Суми.
10. Поиск оптимальных условий коагуляции сточных вод птицефабрики.
Докладчики: Махлай К. А., аспірант; Цейтлин М. А., професор;
Райко В. Ф., професор, НТУ «ХПИ», г. Харьков.
11. Вимоги до озеленення вищих навчальних закладів.
Доповідачі: Редька К. С., студентка;
Гурець Л. Л., доцент, СумДУ, м. Суми.
12. Алгоритм паралелепіпеда, як один із базових методів керованої класифікації для дешифрування космічних знімків.
Доповідачі: Лукинчук О. І., аспірант; Адаменко Я. О., професор,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ.
13. Очищення стічних вод від біогенних елементів.
Доповідачі: Матяш Я. О., студентка;
Черниш С. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

14. Передові технології знешкодження непридатних для використання пестицидів.
Доповідачі: Коротич А. О., студентка;
Соляник В. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
15. Токсикологічна та екотоксикологічна характеристика кадмію.
Доповідачі: Чорна Ю. В., студентка;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
16. Зниження техногенного навантаження на довкілля від підприємств по виробництву скла.
Доповідач: Котолевець А. С., аспірантка, СумДУ, м. Суми.
17. Токсикологічна та екотоксикологічна характеристика поліциклічних ароматичних вуглеводнів на прикладі бензапірену.
Доповідачі: Руденко В. В., студентка;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
18. Радіаційний вплив на навколишнє середовище при видобутку нафти і газу.
Доповідачі: Бурла О. А., асистент;
Пляцук Л. Д., професор, Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
19. Вітроенергетичний потенціал м. Івано-Франківськ.
Доповідач: Москальчук Н. М., асистент, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ.
20. Методи вирішення проблем переробки відходів. Нові тенденції у сфері харчування.
Доповідачі: Потапова Є. О., студентка;
Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми.
21. Проблеми поводження з твердими побутовими відходами в сільській місцевості та шляхи їх вирішення.
Доповідачі: Романко В. І., студент;
Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми.
22. Environmental aspects of the use of genetically modified products.
Speakers: Huni Kuzivakwashe Shayne, student;
Ablicieva I. Yu., Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy.

23. Аналіз екологічно безпечних методів утилізації полімерних відходів.
Доповідачі: Карпець О. М., студентка;
Трунова І. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
24. Оцінка якості питної води у мережах водоканалу м. Суми.
Доповідачі: Погоренко О. В., студентка;
Шевченко С. М., доцент, СумДУ, м. Суми.
25. Методи утилізації золошлакових відходів Сумської ТЕЦ.
Доповідачі: М'якаєва Г. М., аспірантка;
Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми.
26. Рішення екологічної проблеми утилізації золошлакових відходів ТЕЦ.
Доповідачі: М'якаєв О. В., аспірант;
Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми.
27. Діоксини як об'єкт харчової токсикології.
Доповідачі: Потапова Є. О., студентка;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
28. Перспективи використання технологічних рішень підвищення енергоефективності в будівництві.
Доповідачі: Гетьман Л. О., студентка;
Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми.
29. Аналіз ступеня токсичності сполук ртуті.
Доповідачі: Філоненко І. С., студентка;
Пляцук Л. Д., професор;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
30. Використання методу вермикомпостування для переробки органічних відходів.
Доповідачі: Хаба Г. О., студентка;
Трунова І. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
31. Аналіз екотоксикологічної небезпеки миш'яку.
Доповідачі: Шуліпа Є. О., студентка;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

32. Environmental biotechnology and its role in the society.
Speakers: Okerio David Masese, student;
Hannachi Fadwa, student;
Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy.
33. Biological threats as a core object of biosafety system.
Speakers: Jeelson Sam, student;
Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy.
34. Еколого-економічна оцінка ефективності використання геліосистем в Україні.
Доповідачі: Нишпоренко Р. В., студент;
Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми.
35. Аналіз впливу виробництв гумовотехнічних виробів на атмосферне повітря.
Доповідач: Рідченко Ю. С., студентка, СумДУ, м. Суми.
36. Вплив формальдегіду, що накопичується в мережах водовідведення, на здоров'я людей.
Доповідачі: Здоровцова А. Ю., студентка;
Лебедєва О. С., асистент, Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків.
37. Екологічні аспекти використання альтернативних джерел енергії на рівні муніципалітетів.
Доповідач: Полушкін П. А., студент, СумДУ, м. Суми.
38. Комплексна оцінка впливу золівдвалів теплоелектростанцій на довкілля.
Доповідачі: Пархоменко О. С., студентка;
Гурець Л. Л., доцент, СумДУ, м. Суми.
39. Екологічні аспекти впровадження модернізованої системи теплопостачання.
Доповідачі: Белік М. В., студент;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
40. Проблеми профілактики впливу психофізіологічних факторів на людину в процесі праці.
Доповідачі: Фоміна М. С., студентка;
Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми.

41. Зниження навантаження на довкілля при захороненні ТПВ.
Доповідачі: Коцура Н. М., студентка;
Фоміна М. С., студентка;
Лазненко Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
42. Напрями зменшення викидів ТЕС у навколишнє середовище.
Доповідач: Батальцев Є. В., зав. лабораторії, СумДУ, м. Суми.
43. Гуминовые вещества и их роль в снижении токсичности тяжелых металлов в почве.
Докладчики: Макаренко Н. А., ассистент;
Пляцук Л. Д., профессор, СумГУ, г. Сумы.
44. Перспективи впровадження екологічного менеджменту на заводі по виробництву залізобетонних виробів м. Черкаси.
Доповідачі: Гінкгул А. В., студент;
Загоруйко Н. В., доцент, ЧДТУ, м. Черкаси.
45. Оцінка стану гетьманського національного парку з застосуванням методики RAPPAМ.
Доповідачі: Мартим'янов О., студент;
Кузьміна Т. М., доцент, СумДУ, м. Суми.
46. Сучасний стан річки Сумки на території м. Суми.
Доповідачі: Спориш О., студент;
Кузьміна Т. М., доцент, СумДУ, м. Суми;
Бабко Р. В., ст. наук. співр., Інститут зоології
НАН України, м. Київ.
47. Расчёт ожидаемого экологического эффекта при применении азотных удобрений с покрытием.
Докладчик: Вакал В. С., научный сотрудник, СГНИИ «МИНДИП»;
Гурец Л. Л., доцент, СумГУ, г. Сумы.
48. Аналіз залежності шумового забруднення від умов розташування вітроенергетичних установок.
Доповідачі: Сорочинська Ю. В., студентка;
Соляник В. О. 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 А. В. Іванія.

19 квітня 2018 р.

Початок о 9⁰⁰, ауд. ЛА-205

1. Доцільність використання модульного підходу в конструюванні сепараційного обладнання.

Доповідач: Курдес Ю. Ю., магістрант;

Керівник: Литвиненко О. В., асистент, СумДУ, м. Суми.

2. Шляхи модернізації БГС виробництва гранульованого суперфосфату з метою зниження енерговитрат.

Доповідач: Новіков С. О., магістрант;

Керівник: Юхименко М. П., доцент, СумДУ, м. Суми.

3. Сушіння та пневмосепарація хлориду калія у сушарках зваженого шару.

Доповідач: Кушвід О. А., магістрант;

Керівник: Юхименко М. П., доцент, СумДУ, м. Суми.

4. Очищення природного газу від твердих домішок під час транспортування магістральними трубопроводами.

Доповідач: Артюхова Н. Р., магістрант;

Керівник: Юхименко М. П., доцент, СумДУ, м. Суми.

5. Пути удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту обладнання нафтехімічних виробств.

Докладчик: Лось А. А., студент;

Руководитель: Яхненко С. М., доцент, СумГУ, г. Суми.

6. Моделювання процесу пневмокласифікації зернистих матеріалів в полічному апараті.

Доповідач: Варуха Д. О., магістрант; Дем'яненко М. М., аспірант;

Керівник: Смирнов В. А., асистент, СумДУ, м. Суми.

7. Дослідження гідродинаміки в об'ємно-плівковому газорідному реакторі.

Доповідач: Забелін А. Є., магістрант;

Керівники: Стороженко В. Я., професор; Смирнов В. А., асистент, СумДУ, м. Суми.

8. Аналіз умов сушіння бездимного пороху.
Доповідач: Ткачов Є. О., магістрант;
Керівник: Склабінський В. І., професор, СумДУ, м. Суми.
9. Основні способи виробництва поліетилену.
Доповідач: Прокопенко В. В., магістрант;
Керівник: Склабінський В. І., професор, СумДУ, м. Суми.
10. Підготовка повітря для сушіння пожежонебезпечних речовин.
Доповідач: Голибін Д. О., магістрант;
Керівник: Склабінський В. І., професор, СумДУ, м. Суми.
11. Предпосылки к оптимизационному расчету процесса хемосорбции при очистке углеводородного газа от кислых компонентов.
Докладчик: Обрамец Ю. В., магістрант;
Руководитель: Михайловский Я. Э., доцент, СумГУ, г. Сумы.
12. Оптимизация сушильно-абсорбционного отделения сернокислотного производства.
Докладчик: Неня Б. В., магістрант;
Руководитель: Михайловский Я. Э., доцент, СумГУ, г. Сумы.
13. Методы первичной переработки углеводородных газов.
Докладчик: Грищенко Ю.Р., магістрант;
Руководитель: Михайловский Я. Э., доцент, СумГУ, г. Сумы.
14. Оптимізаційне профілювання каналів динамічних сепараційних пристроїв з використанням сучасних програмних комплексів.
Доповідачі: Дем'яненко М. М., наук. співробітник;
Старинський О. Є., мол. наук. співробітник;
Керівники: Ляпощенко О. О., гол. наук. співробітник;
Павленко І.В., ст. наук. співробітник, СумДУ, м. Суми.
15. Оптимізаційне компонування трифазних сепараторів для установок стабілізації вуглеводневої сировини.
Доповідачі: Дем'яненко М. М., наук. співробітник;
Старинський О. Є., мол. наук. співробітник;
Ковтун В. В., студент;
Борисова Н. В., студентка;
Керівники: Ляпощенко О. О., гол. наук. співробітник;
Павленко І.В., ст. наук. співробітник, СумДУ, м. Суми.

16. Adaptive control of granulation process as one of the methods of obtaining monodispersed product.

Speaker: Kurdes Y., M.Sc.;

Supervisors: Skydanenko M., Senior Lecturer, Sumy State University, Sumy, Ukraine;

Dhukka F., LLC "CS TECHNOLOGY", India.

17. Підвищення якості гранул карбаміду.

Доповідач: Кононенко М. П., ст. наук. співробітник, СумДУ, м. Суми.

18. Окатування вугільного пилу на тарілчастому грануляторі.

Доповідач: Кононенко М. П., ст. наук. співробітник, СумДУ, м. Суми.

19. Вплив інтенсивності зволоження на якість шарів гранули (на прикладі виробництва багатошарових гранул ПАС).

Доповідач: Іванія А. В., аспірант;

Керівник: Артюхов А. Є., доцент, СумДУ, м. Суми.

20. Мембранна регенерація хромовмісних розчинів.

Доповідач: Сердюк В. О., аспірант;

Керівники: Большаніна С. Б., доцент;

Склабінський В. І., професор, СумДУ, м. Суми.

21. Можливості використання сульфатної кислоти для виробництва в'язучого.

Доповідач: Вазієв Я. Г., фахівець, ШІ СумДУ, м. Шостка.

22. Порівняння моделей теплообмінного апарата типу «змішування–змішування» та проточного реактора ідеального змішування в нестационарних режимах роботи.

Доповідач: Коцюрко Р. В., лаборант;

Керівник: Лучейко І. Д., доцент, ТНТУ, м. Тернопіль.

23. Пристрій для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу.

Доповідачі: Витвицький В. М., аспірант;

Бардашевський С. В., магістрант;

Керівники: Мікульонок І. О., професор;

Сокольський О. Л., доцент, КПІ, м. Київ.

24. Модернізація установки вісбрекігу з розробкою апарату повітряного охолодження.

Доповідач: Турчанінов Д. О., студент;

Керівник: Гулієнко С. В., ст. викл., КПІ, м. Київ.

25. Дослідження промислових стічних вод фарбувального виробництва з можливістю повторного їх використання.

Доповідачі: Кузьменко В. Г. студент;

Поздишева А. М., студент;

Керівник: Коваль М. Г., доцент, ЧДТУ, м. Черкаси.

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»

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

Секретар – старший лаборант О. Д. Мавланова.

18 квітня 2018 р.

Початок о 11²⁵, ауд. Ц-226

1. Сорбція йонів Ag^+ гранульованими матеріалами гідроксиапатит-альгінат.

Доповідачі: Данилов Д. В. студент, гр. ТС-71;

Большаніна С. Б., доцент, СумДУ, м. Суми.

2. Синтез дентальних паст на основі гідроксиапатиту та натрію альгінату.

Доповідачі: Сидоренко Я. Л., студент, гр. СМ-702;

Шнуренко І. О., студент, гр. СМ-703;

Яновська Г. О., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

3. Дослідження сорбційної активності гранульованих біоматеріалів по відношенню до йонів цинку та купруму.

Доповідачі: Моспан А. Б., студентка, гр. ЕК-41;

Яновська Г. О., старший викладач, СумДУ, м. Суми.

4. Екзогенні знеболюючі препарати: недоліки анальгетиків на основі опіатів, перспективи їх заміни.

Доповідачі: Єфіменко В. О., студент;

Воробйова І. Г., доцент, СумДУ, м. Суми.

5. Математичний опис кінетики гідролізу сахарози.

Доповідачі: Лебедєв С. Ю., доцент;

Коломієць Д. Ю., студент, СумДУ, м. Суми.

6. Сравнительный анализ минерального состава воды мертвого и черного морей.

Докладчики: Абу Альхадж Хасан Муса Халил, студент, гр. МЦМ-717;

Дыченко Т. В., старший преподаватель, СумГУ, г. Сумы.

7. Хелатні комплекси біоорганічних сполук.
Доповідачі: Ядута Ю. В., студент; Яременко Б. В., студент;
Ліцман Ю. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Вимірювання кінетичних параметрів утворення фібрил S100A9 за допомогою атомно-силової мікроскопії.
Доповідачі: Сулкіс Д., студент, Вільнюський університет,
м. Вільнюс, Литва;
Ящішин І. О., асистент, СумДУ, м. Суми, Україна;
Морозова-Рош Л. А. професор, Університет Умео,
м. Умео, Швеція.
9. Окисно-відновні властивості деяких органічних речовин.
Доповідачі: Клочко А. Д., студентка, гр. МЦ.м-701,
Медичний інститут СумДУ;
Манжос О. П., доцент, СумДУ, м. Суми.
10. Іонообмінні мембрани в гальванічних процесах.
Доповідачі: Зайцева К. О., студент;
Данилов Д. В., студент, гр. ТС-71;
Большаніна С. Б., доцент, СумДУ, м. Суми.
11. Електрохімічні пристрої з іонообмінними мембранами.
Доповідач: Кириченко О. М., зав. лабораторіями, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ ТА ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ»

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

17–18 квітня 2018 р.

Початок о 9⁵⁰, ауд. ЛБ-110

1. Розрахунок вітрових турбін для вітрових потоків України.
Доповідачі: Медвідь А. М., аспірант;
Липовий В. М., асистент;
Папченко А. А., доцент, СумДУ, м Суми.
2. Вільновихрові насоси для транспортування рідин, що містять включення.
Доповідачі: Євтушенко Ю. В., студентка;
Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми.

3. Вибір конструктивної схеми насоса для перекачування паперових мас.
Доповідачі: Пономаренко Д. О., студент;
Герман В. Ф., доцент, СумДУ, м. Суми.
4. Радіальна сила у вільновихровому насосі.
Доповідачі: Пузік Р. В., студент; Пономаренко Д. О., студент;
Герман В. Ф., доцент, СумДУ, м. Суми.
5. Доцільність використання вільновихрових насосів в умовах транспортування рідин, що містять вclusions.
Доповідачі: Жуков А.М., студент;
Кондусь В.Ю., асистент, СумДУ, м. Суми.
6. Нові підходи до передачі енергії рідині.
Доповідачі: Васильченко Д. Р., студентка, гр. ГМ-41;
Дрофа А. О., студентка, гр. МЕ-41а;
Ратушний О. В., асистент, СумДУ, м. Суми.
7. Конструктивні особливості відводів та їхній вплив на енергоефективність насосного агрегата.
Доповідачі: Строкін О. О., аспірант, група PhD-72;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Аналіз активних та реактивних втрат енергії у проточній частині відцентрового насосу.
Доповідачі: Чернوبرова А. К., аспірант; гр. PhD-72;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.
9. Чисельне дослідження ефекту зміни кута нахилу лопаті на виході з робочого колеса на робочі характеристики відцентрового насоса.
Доповідачі: Мазуренко І. С., студент, гр. ЕМ.м-71;
Мілтих В. С., асистент, СумДУ, м. Суми.
10. Проектування проточної частини відцентрового консольного насоса з використанням геометричної подібності.
Доповідачі: Папета М. В., студент;
Колісніченко Е. В., доцент, СумДУ, м. Суми.
11. Вплив величини шорсткості поверхні осьового підвідного пристрою на кавітаційні характеристики насоса.
Доповідачі: Молошний О. М., аспірант;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.

12. Моделювання характеристик поршневого насоса.

Доповідачі: Куліков О. А., студент, гр. ГМ-42;

Ігнат'єв О. С., доцент, СумДУ, м. Суми.

13. Виникнення гідравлічного удару в об'ємних насосах.

Доповідачі: Забіцький Д. В., аспірант, гр. PhD-62, СумДУ;

Кулініч С. П., доцент, СумДУ, м. Суми.

14. Про два начебто протирічних законах природи.

Доповідачі: Васильченко Д. Р., студентка, гр. ГМ-41;

Одненко А. І., студент, гр. ГМ.м-71;

Ковальов І. О., професор, СумДУ, м. Суми.

15. Про використання кільцевого безлопатевого направляючого апарату.

Доповідачі: Одненко А. І., студент, гр. ГМ.м-71;

Васильченко Д. Р., студентка, гр. ГМ-41;

Ковальов І. О., професор, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ПРИКЛАДНА ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА)»

Голова – зав. каф. ПГМ, канд. техн. наук, професор І. О. Ковальов.

Секретар – аспірант Д. В. Забіцький.

17–18 квітня 2018 р.

Початок о 9⁵⁰, ауд. ЛБ-110

1. Моделювання процесу потоку теплоносія при комбінованому з'єднанні опалювальних приладів різного конструктивного виконання.

Доповідачі: Сохань А. О., студент, гр. ЕМ.м-71;

Антоненко С. С., доцент, СумДУ, м. Суми.

2. Результати досліджень впливу кута нахилу сонячних панелей на генерацію електроенергії.

Доповідачі: Підопригора Н. М., студент, гр. ЕМ-51;

Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.

3. Моделювання теплового стану громадської будівлі з повітряною системою обігріву.

Доповідачі: Феденченко І. М., студент, гр. ЕМ.м-71;

Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

4. Результати досліджень можливостей застосування теплового насосу в системі теплозабезпечення житлової будівлі.
Доповідачі: Медвідь С. А., студент, гр. ЕМ-51, м. Суми;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.
5. Система нормування та моніторингу споживання електроенергії у закладах бюджетної сфери.
Доповідачі: Мащенко К. О., студент, гр. ЕМ.м-71;
Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми.
6. Вплив енергозберігаючих заходів на еколого-енергетичні характеристики системи теплопостачання.
Доповідачі: Коваленко А. Л., студентка, гр. ЕМ.м-71;
Сапожніков С. В. доцент, СумДУ, м. Суми.
7. Моделювання теплового стану закритої спортивної споруди з повітряною системою обігріву.
Доповідачі: Денисенко Т. М., студент, гр. ЕМ.м-71;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.
8. Вивчення впливу змінного напрямного руху зовнішнього повітря на температурний стан зовнішніх стін будівлі методом модельного розрахунку.
Доповідачі: Слепова А. С., студентка, гр. ЕМ.м-71;
Антоненко С. С., доцент, СумДУ, м. Суми.
9. Підвищення енергоефективності систем стиснутого повітря.
Доповідачі: Григоренко Д. І., студент;
Мандрика А. С., доцент, СумДУ, м. Суми.
10. Підвищення еколого-енергетичних характеристик підприємств птахівництва.
Доповідачі: Бороденко А. Р., студентка, гр. ЕМ.м-71;
Сапожніков С. В. доцент, СумДУ, м. Суми.
11. Регулювання гідравлічної системи, як один із основних напрямів підвищення її енергоефективності.
Доповідачі: Мандрика А. С., доцент;
Григоренко Д. І., студент, СумДУ, м. Суми.
12. Використання альтернативних джерел енергії на підприємстві.
Доповідачі: Пороскун Д. М., студент, гр. ЕМ-31;
Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

13. Виховання енергоощадної поведінки у учнів старшої школи.

Доповідачі: Сухоставець Д. І., студентка, гр. ЕМ.м-71;
Хованський С. О., доцент СумДУ, м. Суми.

14. Створення автоматизованого робочого місця енергоменеджера.

Доповідачі: Бондаренко М. Д., студент, гр. ЕМ.м-71;
Сапожніков С. В. доцент, СумДУ, м. Суми.

СЕКЦІЯ «ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА»

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

Секретар – аспірант А. В. Бондар.

20 квітня 2018 р.

Початок о 10⁰⁰, ауд. ЛБ-205

1. Робочий процес рідинно-парового струминного апарата вихрового типу.

Доповідач: Мерзляков Ю. С., асистент.

Керівники: Арсєньєв В. М., професор;
Павленко І. В., доцент., СумДУ, м. Суми.

2. Уточнена математична модель гідродинаміки капілярного підйому рідини.

Доповідач: Шулумей А. В., аспірант.

Керівники: Левченко Д. О., доцент;
Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми.

3. Проектування резонансних частот коливань ротаційного компресора з ротором, що котиться, в середовищі ANSYS.

Доповідачі: Литвинов В. А., студент;

Маренич М. М., студент;

Керівник: Левченко Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми.

4. Аналіз параметрів енергоефективності тепловикористовуючих теплових насосів, що реалізовані за циклом Чистякова-Плотнікова.

Доповідач: Спориш О. О., студент;

Керівники: Арсєньєв В. М., професор;
Мелейчук С. С., доцент, СумДУ, м. Суми.

5. Моделирование рабочего процесса в трёхступенчатой секции центробежного компрессора высокого давления для сайклинг-процесса.

Докладчик: Яценко А. А., студент;

Руководитель: Бондаренко Г. А., професор, СумГУ, г. Суми.

6. Влияние коэффициента трения на изменение коэффициента восстановления полного давления вдоль трубы постоянного сечения при адиабатном течении газа.

Докладчики: Родимченко Т. С., студентка;

Алешин Е. С., студент;

Руководитель: Ванеев С. М., доцент, СумГУ, г. Сумы.

7. Вплив кількості пластин на об'ємні характеристики ротаційної пластинчастої машини.

Доповідач: Рапута М. В., студент;

Керівник: Вертепов Ю. М., доцент, СумДУ, м. Суми.

8. Влияние шероховатости стенки на расходные характеристики пневмоагрегатов.

Докладчик: Рапута М. В., студент;

Руководитель: Бага В. Н., старший преподаватель, СумГУ, г. Сумы.

СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОСМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА)»

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

Секретар – аспірант А. В. Бондар.

20 квітня 2018 р.

Початок о 10⁰⁰, ауд. ЛБ-205

1. Турбогенератор для собственных нужд газораспределительных станций на базе вихревой расширительной турбомашини.

Докладчик: Смоленко Д. В., студент;

Руководитель: Ванеев С. М., доцент, СумГУ, г. Сумы.

2. Устройство для определения крутящего момента и мощности на валу вихревой расширительной машини.

Докладчик: Мирошниченко Д. В., научный сотрудник;

Руководитель: Ванеев С. М., доцент, СумГУ, г. Сумы.

3. Дослідження робочого процесу вихрової розширювальної машини з бічним каналом в програмному комплексі ANSYS.

Доповідач: Бондар А. В., аспірант;

Керівник: Ванеев С. М., доцент, СумДУ, м. Суми.

4. Розрахунки вихрових компресорів.

Доповідачі: Белява К. Р., студентка;

Чепуренко І. О., студент;

Керівник: Ванеев С. М., доцент, СумДУ, м. Суми.

5. Влияние геометрических параметров проточной части на эффективность струйно-реактивной турбины.
Докладчик: Алёшин Е.С., студент;
Руководитель: Ванеев С. М., доцент, СумГУ, г. Сумы.
6. Підвищення інтенсивності тепловіддачі за рахунок використання випарних ефектів.
Доповідач: Данілов В. Ю., студент;
Керівник: Козін В. М., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
7. Підвищення ефективності ГТУ шляхом використання М-циклу.
Доповідач: Ємельяненко А. Л., студент;
Керівник: Козін В. М., старший викладач, СумДУ, м. Суми.
8. Установка для отримання зрідженого природного газу з початковим тиском 0,3 МПа.
Доповідач: Савченко С. Л., студент;
Керівник: Калінкевич М. В., професор, СумДУ, м. Суми.
9. Охолоджувач для дожимної компресорної станції.
Доповідач: Плоский М. Ю., студент;
Керівник: Прокопов М. Г., старший викладач.

**СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ»**

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХОНЬ ОТВОРІВ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ

Андрусішин В. К., студент, гр.ТМ.м-71; Савчук В. І., доц., СумДУ, м. Суми

На підприємстві «Мотордеталь–Конотоп» міста Конотоп виготовляються гільзи циліндрів для різних типів двигунів автомобілів. Однією із конструкцій гільз є «Гільза циліндру 7511.1002021–11», яка застосовується в двигунах великовантажних автомобілів (кар’єрних самоскидах). В технологічному процесі виготовлення таких гільз циліндрів на оздоблювальному етапі застосовують послідовно ряд операцій хонінгування із різними характеристиками абразивних брусків і режимами різання. Аналіз поверхонь гільз циліндрів після остаточної обробки їх на трьох останніх операціях хонінгуванням встановив, що поверхні мають велику кількість задилок, вихлястих та переривчастих подряпин, які утворилися різальними зернинами абразивних брусків. Частота слідів, що утворилася в обох напрямках за час різання, є нерівномірною і характеризує шорсткість поверхні як неоднорідну із розташуванням шпичок мікронерівностей на різних рівнях. Такий рельєф поверхні, що знаходиться в контакті із поршнем, негативно впливає на роботу двигуна, знижує його довговічність та зносостійкість [1].

Також, технологічним процесом виготовлення гільз не передбачена операція, яка б підвищувала міцність її поверхні. Остання визначається фізико-механічними властивостями матеріалу із якого виготовлена гільза і які не завжди задовольняють експлуатаційні потреби виробу [2].

Аналіз методів оздоблювальної обробки внутрішніх циліндричних поверхонь дозволив виділити методи дорнування і платовершинного хонінгування, які б змогли усунути недоліки існуючих показників якості поверхні гільзи. Для цього в технологічний процес оздоблювальної стадії обробки поверхні було запропоновано ввести дві операції, які б виконувалися у наступній послідовності: спочатку дорнування, а потім платовершинне хонінгування.

Операція дорнування виконується спеціальним інструментом – дорном, із підвищеним тиском його на поверхню заготовки. Такий спосіб обробки поверхні дозволив зміцнити поверхневий шар отвору заготовки і частково зменшити величину шорсткості його поверхні. Застосування методу дорнування залежить від жорсткості конструкції гільзи та її спроможності сприймати підвищений тиск дорна. Напруження та деформації, які виникли під час обробки дорном, визначалися за методикою, яка закладена у програмі «ANSYS» [3, 4]. За цією програмою визначався оптимальний тиск дорна на поверхню отвору гільзи циліндра. Це дозволило запропонувати оптимальні режими обробки на операції дорнування.

Після операції дорнування виконувалася операція платовершинного хонінгування, що дозволило забезпечити рівномірну сітку слідів абразивних

зернин на поверхні отвору та потрібну висоту мікрорельєфу її шорсткості. Застосування метода платовершинного хонінгування дозволило видалити верхній шар в межах величини шорсткості, що залишився після дорнування. Одночасно, операція платовершинного хонінгування дозволила сформувати якісний, рівномірний рельєф мікронерівності, що утворився абразивними зернинами брусків на поверхні гільзи, у вигляді сітки шорсткості із площинами (платами). Утворений рельєф мікронерівності контролювався за спеціальною методикою – фотографічними світлинами «факс-фільмами». Потім виконувався перевірочний розрахунок мастильної ємкості шорсткості поверхні за методикою, яка основана на дослідженнях кривих Аббота [5]. За кривими Аббота була визначена глибина деформованого шару поверхні, що утворилася після операції платовершинного хонінгування, а також був зроблений розрахунок щодо розкриття зерен графіту поверхневого шару матеріалу заготовки у відсотках.

Таким чином, запропонована послідовність оздоблювальних операцій дозволила підвищити міцність поверхневого шару гільзи та сформувати її якісний рельєф мікронерівності згідно вимог креслення.

За результатами виконаних досліджень були запропоновані спеціальне обладнання і технологічне оснащення для наведених операцій, визначені та рекомендовані оптимальні характеристики абразивних та твердосплавних інструментів для обробки отворів гільз циліндрів.

Встановлено, що запропонований технологічний процес оздоблювального етапу обробки гільз циліндрів, дозволив підвищити в середньому зносостійкість поверхні заготовки на 30%. Дослідження хонінгувальних головок, які застосовувалися на оздоблювальних операціях в промислових умовах, дозволили розробити практичні рекомендації для оптимальних режимів обробки і забезпечити якісні показники поверхні за вимогами креслення.

Список літератури:

1. Григорьев М. А. Износ и долговечность автомобильных деталей Текст / М. А. Григорьев, М. А. Пономарев. – Москва : Машиностроение, 1976. – 248 с.
2. Кагордин В. И. Ремонт автомобилей и двигателей / В. И. Кагордин, Н. Н. Митрохин. – Москва : Высшая школа, 2001. – 496 с.
3. Мазеин Д. В. Моделирование остаточных напряжений и деформаций, возникающих при дорновании: дис. ... кандидата техн. наук: 01.10.08 / Дмитрий Владимирович Мазеин. – Челябинск, 1996. – 155 с.
4. Скворцов В. Ф. О влиянии геометрических параметров заготовок на процесс дорнования Текст / В. Ф. Скворцов, А. Ю. Арляпов, И. С. Охотин. – Известия вузов. Машиностроение, 2008, № 9, – С. 55–59.
5. Фрагин И. Е. Новое в хонинговании Текст / И. Е. Фрагин. – Москва : Машиностроение, 1980. – 96 с.

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ВИКОНАВЧИХ ПОВЕРХОНЬ ГВИНТІВ КУЛЬОВИХ КРАНІВ НА ОЗДОБЛЮВАЛЬНОМУ ЕТАПІ ЇХ ОБРОБКИ

Ткаченко С. М., студент, гр.ТМ.мз-71с; Савчук В. І., доцент, СумДУ, м. Суми

Технологічний процес виготовлення гвинтів кульових кранів передбачає ряд оздоблювальних операцій на яких формуються потрібні показники якості виконавчих поверхонь. На підприємстві застосовують тонке шліфування, суперфінішування, полірування, які не завжди забезпечують шорсткість поверхні за вимогами креслення. Так, обробка тонким шліфуванням супроводжується підвищенням температури і залишає на поверхні гвинтів окремі прожоги, риски, подряпини, не однакою величину мікронерівності. Полірування також не видаляє глибокі риски, задирки попередніх методів обробки. Суперфінішування за час обробки зменшує продуктивність із-за налипання шламу на робочій поверхні абразивного бруска і не дозволяє видалити вихідну шорсткість попередніх операцій. Окремою проблемою є обробка азотованих поверхонь із високою твердістю. Застосування різних абразивних матеріалів різального інструмента, нових составів змащувально-охолоджувальних рідин, оптимальних режимів різання не виключають наведений недолік.

Для зменшення шорсткості поверхонь із різною твердістю, активно використовуються різні модифікації методу суперфінішування [1]. Так, способом подвійної осциляції брусків можна усунути зменшення продуктивності обробки абразивними брусками, а також утворити потрібну шорсткість поверхонь із різною твердістю [2].

Згідно запропонованих схем робочих циклів обробки були розроблені кінематичні рухи абразивного інструменту, які реалізовувалися спеціально розробленою інструментальною головкою. Остаточні показники шорсткості поверхні були забезпечені із застосуванням оптимальних режимів різання.

Експериментальні дослідження запропонованих схем робочих циклів способу подвійної осциляції дозволили забезпечити шорсткість поверхонь згідно вимог креслення і виключити із існуючого технологічного процесу операції шліфування і суперфінішування.

Список літератури:

1. Савчук В. І. Технологические особенности обработки цилиндрических поверхностей штоков хонингованием Текст / В. И. Савчук, Е. Н. Бакус // Суми: Видавництво СумДУ, Вісник СумДУ, серія «Технічні науки», №2, 2012. – С. 86–94.
2. Савчук В. І. Технологические возможности финишных способов обработки абразивными брусками Текст / В. И. Савчук, В. А. Иванов, М. А. Телетов // Суми: Видавництво СумДУ, Вісник СумДУ, серія «Технічні науки», №11, 2005. – С. 140 – 145.

ДОПОМІЖНІ ОПОРИ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ НЕЖОРСТКИХ ЗАГОТОВОК

Тертишник О. І., студент гр.ТМ.м-71; Кушніров П. В., доц., СумДУ, м. Суми

Верстатні пристрої для встановлення нежорстких заготовок містять допоміжні опори. При цьому застосовують різні типи допоміжних опор: як самовстановлювальні, так і підвідні [1].

Підвідні допоміжні опори є більш жорсткими в порівнянні зі самовстановлювальними опорами. Існують різні конструкції допоміжних підвідних опор, зокрема опора, у якій зусилля на переміщуваній вручну клин передається через таровану пружину стиснення. Конструкція такої опори дозволяє дозовано переміщувати клин без побоювання перевищення сили, яка могла б привести до підняття заготовки над основними (тими, що базують) опорами. Розглянуті опори мають загальний недолік: опорний штир може здійснювати лише вертикальні переміщення (вгору – вниз), проте форма заготовок може бути досить різноманітною. У випадках, коли контактні поверхні заготовок є криволінійними, використовують підвідні опори, що дозволяють змінювати кут нахилу по відношенню до заготовки [2]. Більш складна за будовою допоміжна підвідна опора має можливість не тільки повертатися на кут до 90 градусів у вертикальній площині, але й здійснювати також додатковий поворот на 360 градусів в горизонтальній площині [3]. При цьому сукупність можливих векторів напрямків підведення опор до заготовки значно розширена – це практично вся верхня напівсфера відносно горизонтальної площини.

Таким чином, розширення технологічних можливостей допоміжних опор дозволяє підводити опору до будь-якого місця заготовки, незалежно від геометричної форми опорної поверхні заготовки.

Список літератури:

1. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – 4-е изд., испр. и доп. – Л. : Машиностроение, 1975. – 665 с.
2. Кушніров, П. В. Поворотна допоміжна підвідна опора. Патент 73454 У Україна, МПК В23Q 3/06 (2006.01) / П. В. Кушніров, В. В. Лук'яненко, Я. Ю. Ніколаєв; заявник та патентовласник СумДУ. – К. : Державне підприємство «Український інститут промислової власності» (УКРПАТЕНТ), 2012.
3. Мальцев, А. С. Усовершенствование вспомогательных опор станочных приспособлений Текст / А. С. Мальцев, П. В. Кушніров // Современные материалы, техника и технология: материалы 3-й Международной научно-практической конференции (27 декабря 2013 года). В 3-х т. – Т. 2. – Курск : Юго-Западный государственный ун-т, 2013. – С. 316–318.

ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ШИРИНЫ ОБРАБОТКИ В АФГ С ТОРЦОВЫМИ ФРЕЗАМИ

Торба А. А., студент гр.ТМ.м-71; Кушников П. В., доцент, СумГУ, г. Сумы

Конструкции агрегатных фрезерных головок (АФГ) отличаются как количеством используемых фрез, так и различием принципов обеспечения ширины обрабатываемых плоских поверхностей. Наиболее простыми в конструктивном отношении являются АФГ, с помощью которых обеспечивается постоянная ширина фрезерования [1]. Для получения более сложной кинематики движений фрез и, соответственно, более широких технологических возможностей АФГ применяются инструменты с пересекающимися траекториями перемещений режущих ножей [2]. При этом торцовые фрезы могут давать как постоянную (нерегулируемую) ширину обработки, так и переменную (регулируемую) [3].

Изменение ширины обработки обеспечивают чаще всего путем введения в конструкцию АФГ поворотного элемента, например диска, на котором смонтированы компактные шпиндели с фрезами [4]. Обычно указанный поворотный элемент перед началом процесса обработки совершает настроечное угловое движение относительно вектора подачи. Это может осуществляться либо в ручном режиме, либо механизировано – с помощью шагового двигателя.

Таким образом, для обеспечения различной ширины обработки в конструкцию АФГ закладывают возможность поворота торцовых фрез.

Список литературы:

1. Кушников П. В. Агрегатные головки для фрезерования широких плоских поверхностей Текст / П. В. Кушников, Н. В. Захаров // СТИН. – 1996. – № 2. – С. 29–31.

2. Kushnirov, P. V. Milling heads with intersecting cutter trajectories / P. V. Kushnirov, Yu. Ya. Tarasevich, A. A. Neshta // Russian Engineering Research. – September 2013, Volume 33, Issue 9, pp 528–531.

3. Гончаренко И. Ю. Регулируемые агрегатные фрезерные головки Текст / И. Ю. Гончаренко, П. В. Кушников // Прогрессивные технологии и процессы: сборник научных статей 2-й Международной молодежной научно-практической конференции (24-25 сентября 2015 года) / В 3-х т. – Т. 1. – Курск: Юго-Западный государственный ун-т, 2015. – С. 243–245.

4. Думенко А. П. Усовершенствование конструкций АФГ с регулируемой шириной фрезерования Текст / А. П. Думенко, П. В. Кушников, А. Б. Руденко // Молодежь и XXI век – 2017: материалы VII Международной молодежной научной конференции (21-22 февраля 2017 г.), в 4-х томах, Том 4. – Юго-Западный государственный ун-т. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. – С. 97–99.

ПРО ВИБІР КРИТЕРІЮ ОПТИМАЛЬНОСТІ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

*Смельянов О. А., студент, гр. ТМ.м-72,
Калиновський В. А., студент, гр. ТМ.м-72, Євтухов А. В., доцент*

В залежності від виду та рівня оптимізації основні види критеріїв оптимальності об'єднують у такі групи [1] : економічні (мінімальна собівартість; найбільший прибуток; рентабельність; мінімальний рівень витрат на виробництво), техніко-економічні (максимальна продуктивність, найменший штучний, основний і допоміжний час; коефіцієнт корисної дії обладнання; надійність роботи системи обладнання або окремих її елементів; верстатомісткість виробу; стабільність технологічного процесу обробки), технологічні (точність виготовлення виробу; показники якості поверхні виробу; фізико-хімічні властивості виробів; стійкість інструменту), експлуатаційні (зносостійкість; втомна міцність; контактна жорсткість; інші показники довговічності виробів), інші (психологічні; естетичні; екологічні).

Одним з головних цільових призначень нової техніки і впроваджуваних технологічних процесів є підвищення продуктивності праці. Тому одним із найпоширеніших критеріїв оптимальності для розв'язання технологічних задач та визначення режимів різання, зокрема, є максимальна продуктивність. Продуктивністю робочої машини є кількість обробленої за одиницю часу продукції. Штучну продуктивність на операції можна визначити як величину, зворотну штучно-калькуляційному часу на цю операцію.

Критерій мінімальної собівартості охоплює більш широке коло витрат суспільної праці та поряд з витратами живої праці враховує витрати минулої праці, матеріалізованої у засобах виробництва.

Зазвичай під час визначення раціональних умов різання при обробці на металорізальних верстатах як цільову функцію беруть собівартість операції [2]. Обробку заготовок на режимах, що відповідають найбільшій продуктивності, в умовах виробництва здійснюють лише у випадках крайньої необхідності, коли потрібно, не зважаючи на витрати, виготовити максимально можливу кількість деталей.

Список літератури

1. Рыжов Э. В. Оптимизация технологических процессов механической обработки / Э. В. Рыжов, В. И. Аверченков ; Отв. ред. Гавриш А. П.; АН УССР. Ин-т сверхтвердых материалов. – Киев : Наук. думка, 1989. – 192 с.
2. Скуратов, Д. Л. Оптимизация технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие / Д. Л. Скуратов, В. Н. Трусов, Д. А. Ласточкин. – Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 87 с.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОФІЛЮ ПОВЕРХНІ ОБРОБЛЮВАНОЇ МЕТОДАМИ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

*Колодяжна Ю. Ю., студент, гр. ТМ.м-71, Євтухов А. В., доцент;
Гудков С. М., доцент, СумДУ, м. Суми*

Одним із перших і основних завдань під час моделювання процесу обробки поверхні методами ППД є створення геометричної моделі контактуючих об'єктів: профілю оброблюваної поверхні (поверхневого шару) заготовки, матеріал якої характеризується певними пластичними і пружними властивостями і поверхні інструменту, який зазвичай характеризується, як абсолютно тверде тіло.

Під час обробки конструкційних матеріалів на їх поверхнях виникає мікрорельєф, представлений сукупністю нерівностей, які характеризують шорсткість поверхні та (або) хвилястість.

За даними [1] у загальному випадку модель такої поверхні (такого профілю) може бути представлена набором виступів з певною геометричною формою. В інтересах простоти і наочності кінцевого результату рекомендують модель одиничного виступу вибирати з ряду найпростіших геометрично фігур. На цей час відомі моделі шорсткої поверхні з нерівностями у вигляді сферичних сегментів, циліндрів, конусів, стрижнів, пірамід, еліпсоїдів та ін.

Із зазначених форм нерівностей за даними [1] найбільш повно задовольняють всім особливостям контакту поверхонь сферична, циліндрична і еліпсоїдальної форми.

Для створення універсальної моделі, придатної для аналітичних розрахунків фактичної площі контакту, процесів поверхневого зміцнення, тертя і зношення, кращою є сферична модель, як характеризується осьовою симетрією. Дві інші форми здатні описати анізотропні ефекти. Сферична модель шорсткої поверхні має базуватися на «сферичних обрисах» нерівностей («сферичних сегментах»), форма яких характеризується деяким радіусом заокруглення.

Числовий експеримент, проведений із використанням програмного комплексу ANSYS та спрямований на пошук адекватної геометричної моделі профілю оброблюваної поверхні заготовки показав: найбільш повно результатам фізичного експерименту відповідає модель профіля поверхні, що описують функцією синусоїди з відповідними амплітудою та кроком хвилі (рис. 1). Під час моделювання обробки профілю поверхні, представленого сферичними сегментами, місця стику сегментів можна охарактеризувати як концентратори напружень, що особливо помітно при нормально спрямованому до поверхні з боку інструменту навантаженні (рис. 2).

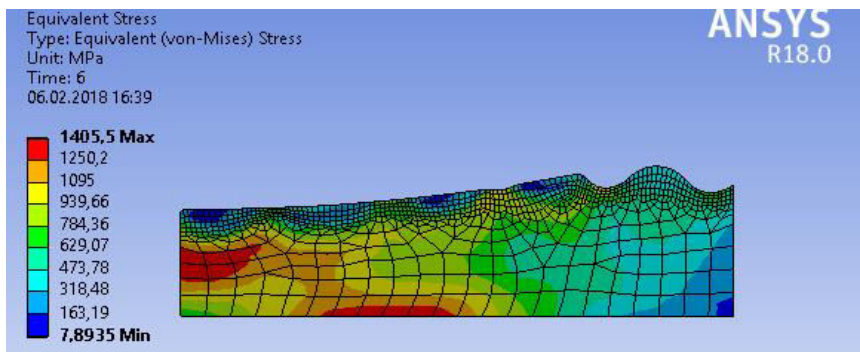


Рисунок 1 – Результати розрахунку еквівалентних напружень матеріала заготовки (синусоїдальний профіль поверхні)

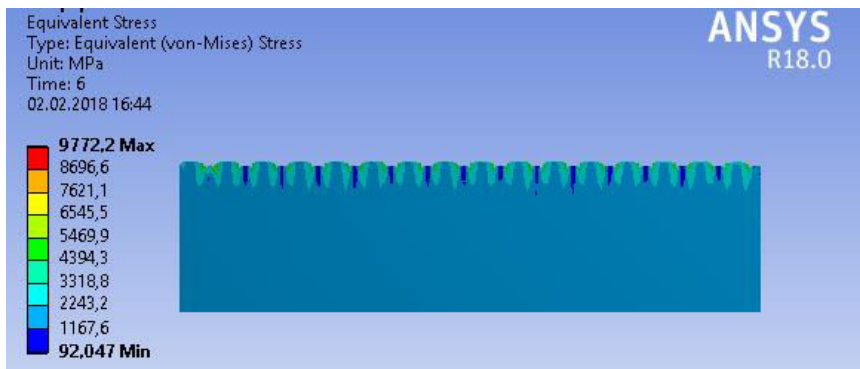


Рисунок 2 – Результати розрахунку еквівалентних напружень матеріала заготовки (профіль поверхні зі сферичними сегментами)

Профіль, представлений сферичними сегментами має сенс використовувати під час моделювання обробки поверхні у випадку дотичного до оброблюваної поверхні спрямування навантаження, або у тих випадках, коли глибина розповсюдження напружень не перевищує висоти нерівностей профілю, що спостерігається під час розв’язання задач на тертя, зношення, мікрорізання.

Список літератури:

1. Крагельский И. В. Основы расчетов на трение и износ: монография / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. – М. : Машиностроение, 1977. – 526 с.

ВАЖЛИВІСТЬ ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Дегтярьов І. М., асистент, Биков М. С. студ., гр. ТМм-71, СумДУ, м. Суми

Як відомо теоретичні поняття у навчальному процесі повинні бути підкріплені практично, втілені та підтверджені у фізичних процесах та явищах. Це є необхідною умовою для повного розуміння та засвоєння лекційного (теоретичного) матеріалу студентами. Особливо це є актуальним для студентів інженерних спеціальностей, адже кінцевою метою навчання у закладах освіти будь-якого рівня є підготовка висококваліфікованого спеціаліста із конкретним набором знань, умінь та навичок. Проте в останній час все більша кількість лабораторних та практичних занять відбувається у комп'ютерних класах, та не підтверджується практично у реальному експерименті. Причинами як правило служить недостатня матеріальна база, що спричинила неможливість для викладачів провести якісно експериментальні дослідження та показати студентам суть явища чи процесу.

Однак, навіть при достатній підготовці наукових лабораторій у навчальних закладах технічного напрямку легко виявити суттєвий недолік відсутності у студентів самостійних практичних навичок, що зменшує рівень, зводить до мінімуму, або ж унеможливує підготовку висококласних спеціалістів взагалі. Бо, як відомо, теоретичні положення хоча і є основою, проте далеко не відображають суті реальних процесів та не враховують безлічі факторів, що неминуче присутні при роботі машин, установок, у процесах механічної обробки і тощо.

Результатом відсутності у студентів самостійних практичних навичок за спеціальністю стає неможливість роботи на підприємствах відповідного профілю без довгострокового періоду адаптації та безпосередньо практичного навчання уже на робочому місці. Ця ситуація для більшості підприємств є неприйнятною, а отже випускники з дипломами вимушені влаштовуватися в обслуговуючий персонал, або довго набиратися досвіду за спеціальністю за мінімальну заробітну платню. Як показало опитування, більшість студентів така ситуація не задовольняє і це спричиняє «відтік» перспективної молоді за кордон або роботи не за спеціальністю.

Хоча навчальний процес і передбачає велику кількість самостійної підготовки студентів він не здатний замінити реальної робочої практики, а отже і отримання необхідних вмінь та навичок для роботи на підприємствах у реальних виробничих умовах, що є у принципі кінцевою метою навчання.

У зв'язку із цим необхідним є залучення усіх без виключення студентів інженерних спеціальностей до реальної практичної підготовки за рахунок кардинального перегляду освітнього процесу на рівні навчальних закладів, що дасть змогу випускати висококваліфікованих спеціалістів, яких дійсно потребує ринок праці України.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПЯТИОСЕВОЙ ОБРАБОТКИ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНЫХ ФОРМ ТИПА МОНОКОЛЕСО ИЗ МОНОЛИТНОЙ ЗАГОТОВКИ

Бондарь И. В., аспирант, Криворучко Д. В., доцент, СумГУ, г. Сумы

Высокая конкуренция во всех отраслях машиностроения обуславливает актуальность вопроса о повышении качества производимой продукции и сокращении сроков ее изготовления. Действенным решением данных задач является применение на производстве пятиосевых обрабатывающих центров.

Пятиосевые обрабатывающие центры все более широко применяются на предприятиях, это приводит к росту заинтересованности к возможностям многоосевой обработки, а также способам повышения ее эффективности. Целью настоящей работы является выявление основных тенденций в развитии пятиосевой обработки деталей сложных форм типа моноколесо из монолитной заготовки.

На рынке пятиосевых обрабатывающих центров представлено огромное количество моделей различных компоновок, что позволяет обрабатывать детали различной серийности, габаритов и конфигурации. Следует учитывать, что детали различных конфигураций и назначения требуют различных подходов к обработке. В зависимости от конфигурации детали, требующие пятиосевой обработки можно разделить на три типа: призматические детали; пресс-формы, штампы; детали сложных форм (типа турбинных лопаток, крыльчаток и др). Каждый тип деталей имеет свои нюансы при обработке и способы повышения эффективности производимой продукции.

Обработка деталей сложных форм типа моноколесо характеризуются сложной геометрией, сложными 5-осевыми траекториями, понижением жесткости в области тонкостенных элементов детали, а следовательно требует от технолога-програмиста глубоких знаний для назначения режимов обработки данного типа деталей.

Из анализа современных методов повышения эффективности пятиосевой обработки деталей сложных форм типа моноколесо сделан вывод, что проведение ручной оптимизации процесса производимой детали – затратный процесс, который отнимает много времени. Целесообразным представляется проведение исследований в области повышения эффективности данного типа деталей, как теоретических, так и практических. Выработанный алгоритм в дальнейшем послужит схемой для дальнейшей оптимизации других типов деталей в будущем. Проведенные в данной области работы принесут положительный эффект на производстве, так как сократят время, затраченное на ручную оптимизацию.

ПОРІВНЯННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ СПОСОБІВ ОБРОБКИ КРУГЛОЇ ВНУТРІШНЬОЇ РІЗИ

Калюжний І. В., студент, гр. ТМ.м-71, Нешта А. О., викладач-стажист

Для доведення ефективності способу оброблення внутрішніх різей методом безцентроїдного огинання із застосуванням непрофільного інструменту у порівнянні зі способами, що засновані на методи копіювання проведений розрахунок за приведеною собівартістю на одну деталь Корпусу бурової коронки з круглою внутрішньою різьзою.

Для порівняння розглянуті найбільш поширені способи обробки внутрішніх різей: нарізування різі різцевим різцем; нарізування різі односторонньою різьовою фрезою; гребінчастою фрезою (рис. 1). Для порівняння та визначення ефективної області застосування обрано найбільш важливі критерії, що впливатимуть на собівартість готової продукції при обробці різей: за вартістю різальних пластин у гривнях на деталь; за вартістю корпусу різального інструменту у гривнях на деталь; за зменшенням витрат на оплату праці робітників за рахунок скорочення основного часу; за приведеною собівартістю в залежності від обсягу партії деталей.

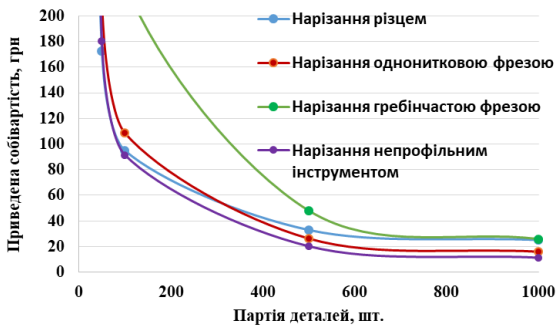


Рисунок 1 – Загальні витрати на механічну обробку

У результаті виконаного аналізу встановлено, що за вартістю різальних пластин на одну деталь запропонований спосіб має суттєву перевагу над іншими за рахунок застосування стандартних різальних пластин для токарної обробки. За вартістю корпусу інструменту запропонований спосіб починає бути ефективним після обробки партії деталей більше 50 штук. За зменшенням витрат на оплату праці робітників запропонований спосіб є найбільш ефективним у за рахунок скорочення основного часу, а відповідно і оплати праці робітників від 20 % до 52 %. Аналіз приведеної собівартості обробки однієї деталі вищерозглянутими способами показав, що запропонований спосіб обробки круглих внутрішніх різей доцільно використовувати при партіях деталей більше 50 шт.

Значення собівартості різальних пластин та інструменту було взято усередненим за даними прайс-листів найбільш поширених компаній по виробництву різального інструменту, а вартість корпусу непрофільного різального інструменту вираховувалась шляхом калькуляції вартості матеріалу та механічної обробки.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

*Багрій Я. В., аспірант; Іванов В.О., доцент, СумДУ, м. Суми, Україна;
Едл М., Ph.D., доцент, Западнечеський університет, м. Пльзень, Чехія*

Автоматизація процесів виробництва за допомогою комп'ютерних технологій пришвидшує процеси розроблення та створення конкурентоспроможної продукції. Комп'ютеризація процесу проектування верстатних пристроїв (ВП), є невід'ємною частиною комп'ютерно-інтегрованої системи виробництва [1].

Застосування інформаційних моделей значно скорочують стадію технологічної підготовки виробництва та дозволяють комплексне вирішення задач, пов'язаних із: технологічним аналізом заготовки (аналіз функціональних поверхонь, вибір схем установлення та закріплення, формування плану обробки, розрахунок режимів різання); вибором оптимальних компонувань ВП (синтез конкуруючих варіантів та багатокритеріальна оптимізація); інженерно-виробничим аналізом механічної системи «ВП – заготовка» (дослідження точності обробки, напружено-деформованого стану тощо).

Запропонована структура САПР ВП у автоматизованому режимі забезпечує вибір оптимальних компонувань для заданих виробничих умов із розробленої бази даних. Розроблена структура бази даних для автоматизованого проектування ВП, яка включає прикладні бібліотеки конструкторсько-технологічного, загально інженерного, нормативно-довідкового та оптимізаційного характеру. Подальший розвиток бази даних направлений на наповнення інформаційного фонду та вдосконалення потоків інформації при функціонуванні САПР ВП.

Сполучення та інтеграція інформаційних моделей з автоматизованими комп'ютерними технологіями дозволяють отримати багатофункціональний інженерно-технічний програмний продукт для застосування у реальних виробничих умовах при проектуванні ВП.

Список літератури:

1. Ivanov V., Vashchenko S., Rong Y. Information Support of the Computer-aided Fixture Design System. Proc. of 12th Int. Conf. ICTERI'2016, Kyiv, Ukraine, June 21–24, 2016, CEUR-WS.org, online CEUR-WS.org / Vol-1614/paper_37.pdf.

2. Свідोцтво про реєстрацію авторського права на твір № 70511, Україна, Комп'ютерна програма “Database for Fixture Design” / Іванов В. О., Ващенко С. М., Багрій Я. В.; авторські майнові права – Сумський державний університет; дата реєстрації 17.02.2017.

ЕФЕКТИВНЕ РОЗБИРАННЯ ТА СКЛАДАННЯ ОБЛАДНАННЯ ЯК ОСНОВА МОДУЛЬНОГО ПІДХОДУ В МАШИНОБУДУВАННІ

Родін І. С., аспірант; Іванов В.О., доцент, СумДУ, м. Суми

Відновлення виробництва стало основним аспектом життєвого циклу техніки. Існують методології оптимального способу демонтажу обладнання з точки зору планування послідовності та ієрархічного модульного моделювання. Нові технології, наприклад, використання інтелектуальних матеріалів, дозволили одночасно видаляти кріплення, покращуючи ефективність розбирання. Розглядаються переваги застосування цих методологій та технологій, які можуть бути включені на початку етапу проектування продукту для полегшення розбирання[1].

Процес переналагоджування обладнання зазвичай вимагає демонтажу, щоб витягнути потрібні вузли для реконструкції, що може призвести до більш високих витрат. Проте вартість виготовлення відновленої одиниці конкретного виду продукту, як правило, перевищує витрати на виготовлення нового блоку, час на розбирання збільшується, що призводить до збільшення витрат на оплату праці .

Розбирання – це неминучий процес для вилучення елементів конструкції для заміни чи переналагоджування. Майже всі переналагодження робляться вручну. Це може бути з ряду причин. Наприклад, для автоматизації потрібні високі капітальні витрати. Гнучкість також втрачається, оскільки автоматизована лінія розбирання може не допомогти різним видам обладнання [2]. Обставини, такі як корозійні частини, як і раніше, потребують втручання людини, щоб визначити відповідні інструменти для видалення уражених елементів. Однак, розбирання продукту вручну може виявитися неефективним через неефективну конструкцію багатьох виробів [3], що збільшує час розбирання, що призводить до збільшення вартості робочої сили. Продукти, призначені для демонтажу та відновлення виробництва, можуть забезпечити набагато більшу економію, ніж можна досягти шляхом відновлення обладнання вручну.

У багатьох випадках обладнання може бути розібране на декілька модулів, а модулі в свою чергу на різні частини та компоненти (рис 1). Кожен з модулів може розглядатися як елемент, який формує дерево ієрархічних продуктів (рис. 3). На сьогоднішній день існує безліч досліджень та літератури, які обговорюють розробку конструкторських засобів, таких як інструменти та методи, для полегшення проблем, що виникають при розбиранні [4].

Послідовність розбирання може бути сформована за допомогою інтерактивних або автоматичних підходів. Інтерактивний метод в основному фокусується на запиті кожного дизайнера на зв'язок між парою частин або здійсненністю однієї операції розбирання. Автоматизований підхід

використовує CAD-модель збірки для визначення геометрії деталей та їх взаємодії [5].

Обговорення кожного аспекту конструкції для розбирання може покращити процес розбирання. Однак вони вносять свій корективи у різні способи. Синергія методології, технології та людських факторів забезпечує більший вплив шляхом інтеграції їхніх переваг, щоб зробити дизайн для розбирання більш ефективним та повним.

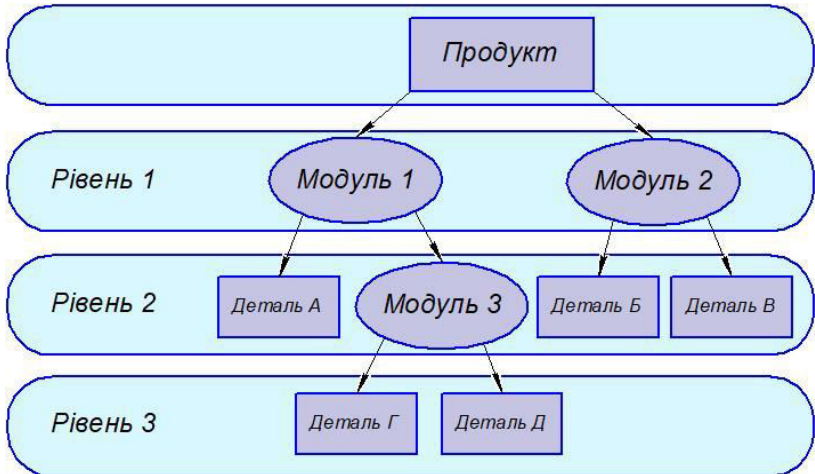


Рисунок 1 – Ієрархічна модель модульного дизайну виробу

Список літератури:

1. Hammond, R., T. Amezcua, and B. Bras, Issues in the automotive parts remanufacturing industry: a discussion of results from surveys performed among remanufacturers. *Engineering Design and Automation*, 1998. 4: p. 27-46.
2. Duflou, J., B. Willems, and W. Dewulf, Towards self-disassembling products design solutions for economically feasible large-scale disassembly, in *Innovation in Life cycle Engineering and Sustainable development*. 2006, Springer. p. 87-110.
3. Muriel, A. On the Profitability of Remanufactured Products. in *Proceedings of 2007 International Conference on Manufacturing & Service Operations Management*. 2007.
4. Hatcher, G.D., W.L. Ijomah, and J.F. Windmill, Design for remanufacturing in China: a case study of electrical and electronic equipment. *Journal of Remanufacturing*, 2013. 3(1): p. 1-11.
5. Dong, T., L. Zhang, R. Tong, and J. Dong, A hierarchical approach to disassembly sequence planning for mechanical product. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2006. 30(5-6): p. 507-520.

**СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ
У МАШИНОБУДУВАННІ»**

ВИКОРИСТАННЯ CFD/CAM СИСТЕМ ДЛЯ РОЗРОБКИ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

Агеева Є. В., студент, гр. ВІ-31, СумДУ, м. Суми

При наявності електронної моделі корпусу РІ, оснащеного БНП розробляється технологічний процес його виготовлення, особливе місце у якому займає фрезерна з ЧПК операція, адже на ній виготовляються «гнізда» під БНП. Здебільшого дана операція виконується на п'ятикоординатному верстаті.

Розглянемо приклад фрезерної з ЧПК операції виготовлення корпусу РІ, оснащеного БНП із застосуванням п'ятикоординатного верстата DMU50V і САМ-системи Powermill.

Спочатку обирається схема базування заготовки у верстатному пристрої, розробляється та виготовляється даний пристрій.

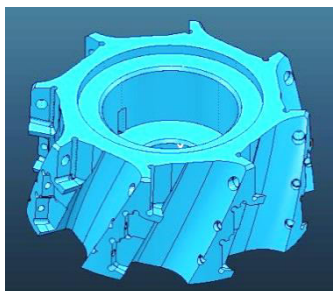


Рисунок 1– Модель корпусу РІ, імпортована в Powermill

Далі обирається спосіб обробки поверхонь корпусу РІ, оснащеного БНП і підбирається необхідний для його реалізації різальний і допоміжний інструмент.

Вежливу роль у виготовленні корпусів РІ, оснащених БНП виконує керуюча програма для верстата з ЧПК. Для її створення за допомогою САМ-системи Powermill до останньої імпортується електронна модель корпусу (рис. 1) та його заготовки, створюється система координат, відносно якої будуть постпроцесуватися згенеровані траєкторії.

Після цього у Powermill моделюється необхідний для обробки корпусу інструмент.

За наявності змодельованого інструменту підбираються стратегії обробки корпусу та генеруються робочі траєкторії.

Зі створенням даних траєкторій останні перевіряються на наявність зіткнень елементів технологічної системи. При цьому виконується симуляція обробки із застосуванням моделі п'ятикоординатного верстата DMU50V.

За відсутності зіткнень переходять до постпроцесування згенерованих траєкторій. Особливістю постпроцесуванням п'ятикоординатної обробки є те, що воно виконується відносно однієї системи координат, яка в нашому випадку співпадає з центром стола верстата.

Постпроцесувавши траєкторії Powermill, ми отримуємо керуючу програму для верстата з ЧПК і згідно неї виконуємо обробку корпусу РІ, оснащеного БНП.

Робота виконана під керівництвом доцента Швеця С.В.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ВІД ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ

Лиштвак А. В., магістрант, гр. ТМм-61, СумДУ, м. Суми

Для розрахунків цих параметрів різання використовувалася програма Deform 3D, для проведення моделювання була обрана заготовка з матеріалу сталь 45, та свердло $\varnothing 8$ з матеріалу Т15К6.

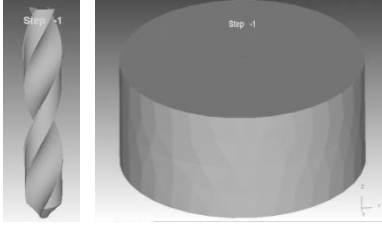


Рисунок 1 – Електронна модель спірального свердла і заготовки

Для порівняння залежності температури від подачі, діаметра та швидкості різання я користувався методом скінченних елементів, де створив модель процесу свердління сталі 45 свердлом з матеріалу Т15К6 при подачі 1 мм/об та обертах 900 об/хв. (рис. 1). Модель матеріалу заготовки задана як «пружно-пластична», враховувалося деформація та тепло передача. При моделюванні використовувалася збільшуюча функція

Лагранжа. Розрахунок метода не лінійних рівнянь виконувалося методом Ньютона-Рафсона, котре зводилося до рішення на кожній інтеграції системи лінійних алгебраїчних рівнянь з розрідженою матрицею з нерегулярною структурою. Коефіцієнт тертя на поверхні інструмента – 0,7.



Рисунок 2 – Графік залежності температури від швидкості обертання

обертання для розрахунку були обрані з технічних характеристик верстату моделі - 2Л53У і становили: 140, 350, 560, 900, 1400 об/хв., при цьому подача становила 0,55мм/об (рис. 2).

Подачі для розрахунку були обрані з технічних характеристик верстату моделі - 2Л53У (радіально-свердлильний), так як на верстаті даної моделі проведено експериментальне дослідження зношення спірального свердла.

Були використані подачі: 0,1, 0,28, 0,4, 0,55, 1,1 мм/об, котрі були взяті з паспорту верстата.

Робота виконана під керівництвом доцента Швеця С.В.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ РІЗАННЯ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ

Шаповал Ю. В., асистент; Божко А. В., студ., гр. МВІ.м-71, СумДУ, м. Суми

Якість сучасних машин (їхня функціональна надійність та довговічність) в значній мірі залежить від якості деталей, що входять до складу відповідних її механізмів і вузлів, що визначається не тільки точністю розмірів, геометричної форми та взаємного розташування, а також і якістю їхніх оброблених поверхонь: геометричними параметрами (відхиленням форми, шорсткістю та хвилястістю) та фізико-механічними властивостями поверхневого шару (мікротвердістю, залишковими напруженнями, структурою), які формуються у результаті пружних та пластичних деформацій у первинній та вторинних зонах деформацій, а також теплової і силової взаємодії між оброблюваною деталлю та інструментом, у тому числі й у процесі його зношування.

Хвилястість та шорсткість поверхні деталі тісно взаємозв'язані з точністю розмірів. Високій точності завжди відповідають малі шорсткість і хвилястість поверхні. Це визначається не тільки експлуатацією виробу, але й необхідністю отримання стійких і надійних результатів оцінювання точності деталі, що є особливо важливим при проектуванні та практичній реалізації складальних операцій.

Для оцінювання похибок обробленої поверхні досить часто використовується профілометр моделі П-283, який дає змогу вимірювати тільки шорсткість поверхні, у той час, як для вимірювання її хвилястості у теперішній час спеціальних приборів ще не створено.

Для оцінювання динамічного стану системи різання при точінні за шорсткістю і хвилястістю обробленої поверхні профілометр П-283 модернізовано таким чином, щоб стало можливим вимірювати та оцінювати відомі параметри шорсткості, а також виконувати їх оцифрування.

Для цього було прийнято 2 засоби реєстрації геометричних параметрів відхилень форми обробленої поверхні: за відхиленням положення вимірювального щупу у радіальному напрямі та за його поздовжнім переміщенням.

Проведена модернізація профілографа П-283 дає змогу виконувати вимірювання реальної довжини вибраної ділянки обробленої поверхні, що дозволяє прослідкувати переміщення вершини різця по відношенню до деталі при відомих частотах обертання шпинделя та подачі у процесі точіння дослідного зразка (1).

За результатами аналізу експериментальних даних було виявлено, що профіль обробленої поверхні деталі залежить від явищ і процесів, які відбуваються при зрізуванні припуску та динамічного стану технологічної системи в процесі різання. Ці явища відображаються на

поверхні як фізична, геометрична та вібраційна складові шорсткості. Для того, щоб більш детально розглянути та конкретніше виділити внесок кожного процесу в рельєф обробленої поверхні запропоновано виконати спектральний аналіз профілограми обробленої поверхні (рис. 2).

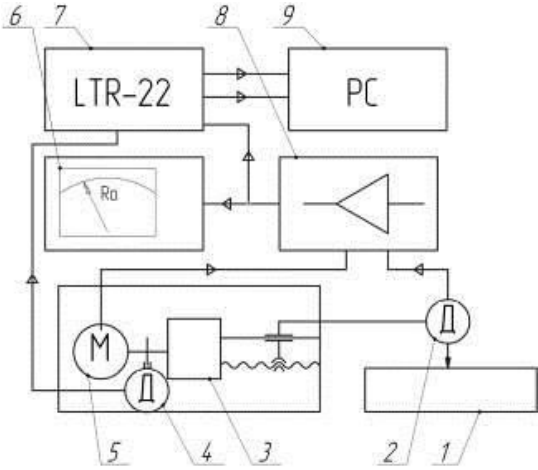


Рис. 1. Принципова схема модернізації профілометра П-283: 1 – дослідний зразок для вимірювання шорсткості; 2 – вимірювальний щуп з датчиком; 3 – редуктор; 4 – датчик підрахунку кількості обертів двигуна; 5 – двигун приводу щупа; 6 – прилад із показником шорсткості; 7 – АЦП; 8 – підсилювач; 9 – персональний комп’ютер (ПК).

Спектральний аналіз профілограм поверхонь деталей оброблених на частотах обертання від 3 000 до 10 000 об/хв.

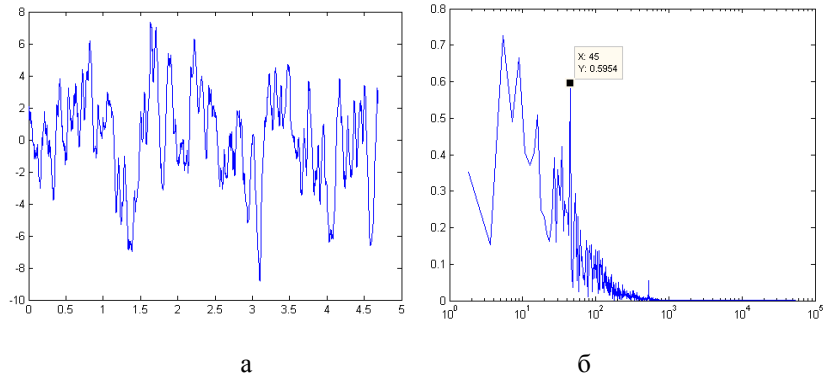


Рисунок 2 – Профілограма (а) та її спектральний аналіз (б)

показав домінуючий фактор геометричної складової шорсткості при обробці з частотою обертання до 8 000 об/хв. і перевагою вібраційної складової при обробці на частотах близьких до 10 000 об/хв. Спектр профілограми дозволяє виявити вплив амплітуд коливань різних вузлів верстата на якість обробленої поверхні, та підвищити якість обробки усунувши шкідливі коливання.

ВИКОРИСТАННЯ ГРІНДЕРА ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

Коротун М. М., доцент, Хабленко Ю. С., студент, гр. ВІ-51, СумДУ, м. Суми

У галузі машинобудування найбільша увага приділяється розробкам нових способів фінішної обробки поверхонь. Основною задачею досліджень є розробка таких методів фінішної обробки, які дозволили б зменшити вартість та трудомісткість роботи з одночасним підвищенням якості і точності оброблених поверхонь. Одним з найпоширеніших методів фінішної обробки є шліфування. Найбільш широке розповсюдження має шліфування абразивними кругами. Відносно новим, але досить перспективним методом є шліфування з використанням абразивного інструмента на еластичній основі. Обладнання для стрічкового шліфування просте за конструкцією та економічне в експлуатації. На відміну від традиційних шліфувальних верстатів воно не вимагає спеціальних пристосувань для захисту від можливого розриву круга, складних і дорогих пристосувань для балансування й правлення інструмента, легко вбудовується практично в будь-який технологічний процес. Ці обставини роблять незаперечними переваги абразивних стрічок у порівнянні з абразивними кругами під час обробки складнопрофільних поверхонь із значною кількістю галтелей і переходів. Застосування гнучких абразивних стрічок дозволяє здійснити формування деталей складної фасонної форми шляхом використання методів копіювання і обкатки. При шліфуванні методом копіювання абразивна стрічка притискається до оброблюваної поверхні за допомогою різного типу копирів, а метод обкатки дозволяє використовувати в якості контактного елемента обертовий ролик. Метод копіювання можна відтворювати і без використання обертового ролика. У цьому випадку його замінюють нерухомим шаблоном, що має профіль оброблюваної поверхні. Саме таку можливість копіювання пропонується виконувати при обробці такого складного різального інструменту як протяжки. Нами запропонована корисна модель, що належить до галузі інструментального виробництва, а саме до чистової обробки задніх бокових поверхонь зубів шліцевих протяжок під час їх виготовлення в інструментальних цехах та інструментальних дільницях машинобудівних виробництв. Обробка задніх бокових поверхонь зубів шліцевих протяжок потрібна для утворення допоміжного заднього кута з метою зменшення сили тертя при протягуванні шліцевих отворів. В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу обробки задніх бокових поверхонь зубів шліцевих протяжок. Пристроєм для обробки задніх бокових поверхонь зубів шліцевих протяжок може бути гріндер, шліфувальні властивості якого використовують для обробки різних поверхонь, у тому числі і різального інструмента. Наступним кроком є розробка та дослідження конструкції гріндера для заточування задніх бокових поверхонь протяжок із зубцями різної форми.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

Коротун М. М., доцент; Бібічев Д. С., студент, гр. ВІ.м-71, СумДУ, м. Суми

Вібрації верстата вносять значний вплив у зниження якості та точності оброблюваної поверхні, збільшують знос інструменту і зменшують надійність роботи верстата. Резонанс це – зростання амплітуди вимушених коливань в системі при збіганні частоти зовнішньої сили з одною із власних частот коливань верстата. Рівень розвитку сучасного машинобудування пред'являє високі вимоги до металорізальних верстатів, так що до забезпечення вібростійкості верстата потрібно підходити з підвищеною відповідальністю. Для експериментального дослідження резонансних частот вертикально – фрезерного верстата створювали контрольоване вхідне збудження і проводили аналіз між вихідним відгуком та вхідним збудженням. Джерелом вхідного збудження був ударний молоток з вбудованим датчиком сили. Датчики віброприскорення розміщені в патроні, закріпленому на столі верстата відповідно до системи координат. Датчики приєднували до віброаналізатора, підключеного до ноутбука для зчитування інформації. Датчики попередньо налаштовувалися. За даною схемою збудження здійснювали молотком з м'яким наконечником в трьох перпендикулярних напрямках за осями розміщення датчиків. Інформація з датчиків через аналогово – цифровий перетворювач програмно реєструвалась. За результатами дослідження виявили власні частоти і форми коливання верстата. Для віртуального експерименту побудовано 3D модель верстата 6P13Ф3. Для модального розрахунку в програмі ANSYS WORKBENCH 14.5.7 було проведено спрощення геометрії деталей верстата. На всіх деталях видалені фаски, округлення, некоректні поверхні, які фактично не впливають на розрахунок в цілому. Були також видалені різного роду отвори. На 3D моделі спрощені нетехнологічні елементи, які не впливають на результати досліджень, але значно ускладнюють процес розрахунку та час для отримання результатів. В MathLab розроблена програма оброки даних, отриманих за допомогою експерименту. За цими даними побудовано графік передатної функції, на якому відображені резонансні частоти коливань верстата. Порівнянням результатів експериментального дослідження та аналітичного встановили, що похибка не перевищує 4 %, що свідчить про адекватність аналітичного методу розрахунку з даними експерименту. Одним із випадків можливої втрати стійкості пружною системою є обертання шпинделя на частотах, близьких до власних частот коливань верстата. Встановили, що згідно із розрахунками небажано надавати частоти обертання шпинделю близьких до 592 хв^{-1} та 2170 хв^{-1} . Інші частоти обертання, що перевищують п'ять тисяч обертів, до уваги не приймалися, як такі, що не використовуються у приводі головного руху вертикально-фрезерного верстата.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ ВЕРСТАТІВ З ПАРАЛЕЛЬНОЮ КІНЕМАТИКОЮ

Романенко Є. В, студент, гр. ВІ.М-71, СумДУ, м. Суми

Механізми, що побудовані за принципом паралельної кінематики, в останній час все частіше використовуються у верстатобудуванні.

Перевагами таких верстатів є їх динамічність, простота конструкції, висока точність та можливість обробки деталей складної форми.

Мінусом верстатів з паралельною кінематикою є складність розрахунку їхнього робочого простору. Як наслідок часто буває складно визначити розміри деталей, що можна обробляти на верстаті.

В даній роботі виконаний розрахунок робочого простору фрезерного верстату з паралельною кінематикою типу гексапод. Для розрахунку використовується середа Mathcad (програма для розрахунків взята з <http://www.cnc-club.ru>).

Вихідними даними до розрахунку є: радіус розносу опор $R = 750$ мм; кут між радіус-векторами точок опор $F = 15^\circ$; радіус розносу опор на каретці $r = 100$ мм; кут між радіус-векторами точок опор на каретці $f = 22^\circ$; відстань між площиною каретки і робочою кромкою інструменту $d = 100$ мм; довжини штанг $L = 1400$ мм.

Розрахунки, що виконані, дозволили встановити діапазон допустимих переміщень різального інструменту: по осі X вони складають 1300 мм; по осі Y – 1500 мм; по осі Z – 760 мм. Результати розрахунків проілюстровані на рисунку 1.

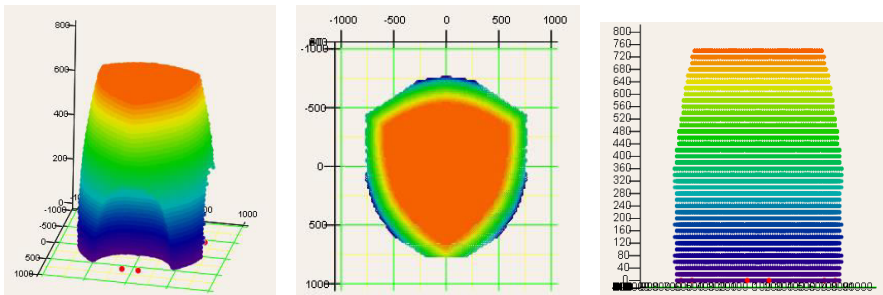


Рисунок 1 – Графіки робочого простору гексаподу

Тож, програма розрахунку робочого простору в середі Mathcad значно знижує час на розрахунки та підвищує точність результатів. Адаптовану методіку розрахунку планується використовувати для покращання конструкції верстата з паралельною кінематикою, що проектується автором.

Робота виконана під керівництвом професора Алексєєва О. М.

ВИБІР СЕРЕДОВИЩА РОЗРОБНИКА ДОДАТКІВ ДЛЯ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ НА МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

Алексєєв О. М., професор; Требухов Д. В., аспірант, СумДУ, м. Суми

Мобільні пристрої (телефони, планшети, електронні книги, нетбуки та інші портативні та переносні пристрої) знаходять все більше поширення в навчанні, як один з базових компонентів із використанням комп'ютерного середовища. За даними аналітичної компанії Strategy analytics (<https://www.strategyanalytics.com/>) у другому кварталі 2014 року у 86 % проданих смартфонів була встановлена операційна система Android. Наші дослідження показали, що серед мобільних пристроїв, наявних у студентів інженерних спеціальностей, також 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 93,2% із них мають на своєму смартфоні ОС Android (останні розділили між собою системи Symbian OS та Windows Mobile). Такі дані підтверджують, що при створенні програмного забезпечення для тестового контролю знань з використання мобільних пристроїв доцільно в першу чергу орієнтуватися на ОС Android. При цьому створювані додатки потрібно адаптувати до умов технічного вузу в Україні. Вони повинні забезпечити можливість тестування в навчальній лабораторії, де сигнал Wi-Fi може бути нестабільним і не повинно залежати від мобільного інтернету або обміну СМС-повідомлень, що може бути неприпустимим та фінансово затратним.

Створення власної програми для мобільних пристроїв можлива використовуючи спеціальні оболонки для створення програм для Android. Вибір середовища створення мобільних додатків не менш важливий, так як програма для написання додатків для ОС Android може значно спростити процес розробки і тестування додатку. Було розглянуто програми Android Studio, RAD Studio та Eclipse. Android Studio - інтегроване програмне середовище, створене компанією Google. RAD Studio - повноцінний інструмент розробки додатків і мобільних програм, на мові Object Pascal та C++. Eclipse - найбільш популярна програмна платформа для написання мобільних додатків з відкритим кодом.

Створення додатку для мобільного пристрою було обрано Android Studio тому, що вона дозволяє адаптувати створений додаток для будь-якої версії ОС Android та являється безкоштовною. Розробка будь-яких мобільних додатків відбуваються на «Java» мові. Перед завантаженням самої програми необхідно встановити додатковий пакет Java Development Kit, яка дозволить комп'ютеру розробника писати на мові «Java». JDK - спеціальний комплект засобів розробки, який безкоштовно поширюваний компанією Oracle Corporation.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Емельяненко С. С., доцент; Тягло О. В., студ., гр. ВИМ-71/2, СумГУ, г. Сумы

Сегодня как в Украине, так и мире высокими темпами развивается обработка сложнопрофильных деталей концевыми фрезами на станках с числовым программным управлением. Это вызвано тем, что при обработке указанных деталей с учетом возможностей современного оборудования данный процесс является наиболее универсальным. Концевое фрезерование используют как на чистовых, так и черновых операциях обработки. При этом фрезерование проходит с высокими скоростями вращения шпинделя (до 50'000 об/мин), и высокими скоростями перемещения рабочих органов станка (до 4'000 м/мин), при этом обработка ведется сложных контуров требующих маломерных концевых фрез. Все это приводит к выходу на первый план динамики резания, которая влияет на точность обрабатываемой детали и шероховатость поверхности, на стойкость и работоспособность инструмента.

При определенных условиях процесс резания теряет устойчивость. Потеря устойчивости технологической системы характеризуется возникновением вибраций – вредных периодических колебаний, которые вызывают периодическое изменение толщины срезаемого слоя и сил резания. Поэтому исследование статической, а особенно динамической жесткости технологической системы является важным направлением в исследованиях.

В отличие от статической жесткости, динамическая жесткость характеризует не только упругие перемещения под действием постоянно изменяющейся силы, но так же скорости и ускорения их изменения.

Динамическая жесткость отражает важную особенность упругой системы станка, заключающуюся в том, что изменение силы зависит не только от величины действующей силы, но и от частоты ее изменения. При совпадении частоты изменения силы с одной из собственных частот системы деформации или смещения системы резко возрастают – наступает так называемое явление резонанса. Поэтому важно знать собственные частоты колебаний независимых упругих систем.

Одним из способов определения собственных частот колебаний элементов технологической системы, является компьютерное моделирование. Решение данных задач инженерного анализа позволяют реализовать ряд специальных отдельных программных продуктов, таких как ABAQUS, LS-DYNA, ANSYS, AUTODYN, FORGE и другие, а так же интегрированные в систему пространственного моделирования специальные программные пакеты, которые на сегодня используют практически все ведущие мировые CAD системы такие как: SolidWorks, T-Flex, Autocad и многие другие.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ГРАВІЮВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА З ПОВОРОТНИМ ДВОКООРДИНАТНИМ СТОЛОМ

Божко А. В. , студент, гр. ВІ.М-71, СумДУ, м. Суми

Гравіювально-фрезерні верстати в останній час все частіше використовуються у промисловості. Перевагами таких верстатів є: їх динамічність, простота конструкції, висока точність та можливість обробки деталей складної форми завдяки спеціальному пристрою стіл поворотний, двокоординатний. Просторова обробка досягається поєднанням руху столу верстата з оброблюваною деталлю в горизонтальній площині по двох координатах (X , Y) і вертикального переміщення шпindelної головки з різальним інструментом (координата Z). Головний ефект програмного обладнання полягає в збільшенні до 80-90% роботи обладнання (15-20% у звичайних верстатів). Обумовлено це тим, що різко скорочується допоміжний час на переналагодження обладнання. Переналагодження верстатів в цьому випадку полягає в заміні програми, записаної на магнітній стрічці або іншому програмному носії, а в ряді випадків в заміні інструментів. Широкий діапазон робіт, виконуваних верстатами з ЧПК, робить їх особливо цінними в одиничному і дрібносерійному виробництві. Недоліком даного типу верстатів є складність розрахунку жорсткості верстата. Розрахунок жорсткості проводиться в середовищі ANSYS та SolidWorks. В роботі розглянутий розрахунок власних частот коливань гравіювально-фрезерного верстату портального типу з пристроєм стіл поворотний двохкоординатний. Вихідними даними до розрахунку були розрахункові сили навантаження, елементи базування, які розміщували прикладені сили по поверхні 3-D моделі спроектованого верстата та пристрою. Власні частоти визначали методом скінченно-елементного аналізу. За результатами розрахунку гравіювально-фрезерного верстата на власні резонансні частоти коливань в середовищі ANSYS та SolidWorks визначили, що верстат потребує додаткового підвищення жорсткості в області каретки вісі Z та робочого стола. Результатами розрахунків являються діапазони частот від 90 Гц до 126 Гц. Програма розрахунку гравіювально-фрезерного верстата на власні резонансні частоти коливань в середовищі ANSYS та SolidWorks дозволяє визначити вузли, що потребують доопрацювання. Так, шпindelний вузол потребує додаткового підвищення жорсткості. Стіл поворотний двокоординатний розраховували на власні частоти коливань, і він теж потребує певного доопрацювання, а саме зняття маси конструкції, доопрацювання технологічних елементів, зниження габаритних розмірів конструкції. У подальшій роботі пропонується розміщення на столі пристосувань для заміни за програмою різального інструмента і проведення дослідження по жорсткості таких пристроїв.

Робота виконана під керівництвом доцента Коротуна М. М.

ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ РОЗ'ЄМНОГО З'ЄДНАННЯ В ДЕТАЛЯХ З АРМОВАНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Довгополов А. Ю., аспірант; Некрасов С. С., доцент, СумДУ, м. Суми

Сучасні підприємства виготовляють продукцію цивільного і спеціального призначення для авіаційної і ракетно-космічної галузі. Розвиток цієї наукомісткої техніки нерозривно пов'язаний з розробкою нових конструктивних рішень, прогресивних технологій, вдосконаленням існуючих або створенням нових матеріалів. Серед нових матеріалів останнім часом велика увага приділяється армованим композиційним матеріалам (АКМ), що володіють унікальними властивостями. Найпоширенішими АКМ вважаються вуглепластик та склопластик, завдяки своїм високим показникам міцності, порівняно невисокою ціною матеріалу та досить невеликою масою.

Проблема створення та виготовлення працездатного та якісного роз'ємного з'єднання для АКМ досить актуальна і має досить велике народногосподарське значення було запропоновано для вирішення даної проблеми новий тип роз'ємного з'єднання, та саму технологію виготовлення даного з'єднання.

Щоб уникнути негативних факторів таких як погані показники міцності, та не допустити виникнення гострих концентраторів напруг в роз'ємному з'єднанні, і показана наступна концепція роз'ємного з'єднання для армованих композиційних матеріалів. Запропоновано використати круглу різьбу – так як вона краще з усіх типів різьб працює на зріз, характеризується досить великою стійкістю, та підвищеним опором динамічним навантаженням, за рахунок відсутності гострих концентраторів напруг. Основні параметри різьби такі як крок різі p та глибина профілю різі t а також зовнішній D та внутрішній D_i діаметри різьби представлені на рисунку 1.

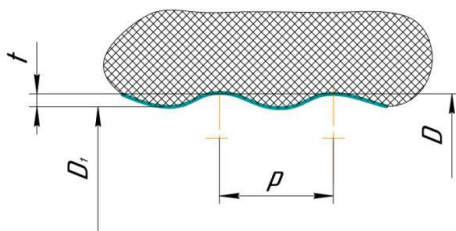


Рисунок 1 – Профіль різьби із зазначенням параметрів

За основу технології виготовлення таких поверхонь, був взятий раніше розроблений спосіб обробки круглих різьб, оскільки лише в цьому методі геометрія інструмента не впливає на формування профілю різьби [1]. А армовані композити, в нашому випадку склопластик краще обробляти гостро заточеним різцем. Більш детально технологія обробки запропонованого роз'ємного з'єднання описана в [2].

Схема фрезерування круглої різьби в армованому композиційному матеріалі представлена на рисунку 2. Склопластиковий армований матеріал **1** обробляється однозубою фрезою **2**, закріпленою в розточувальному пристрої **3**, який закріпляється в цанговій оправці **4** фрезерного верстаку з ЧПК моделі 6P13Ф3. Кінематика процесу детально описана в [2].

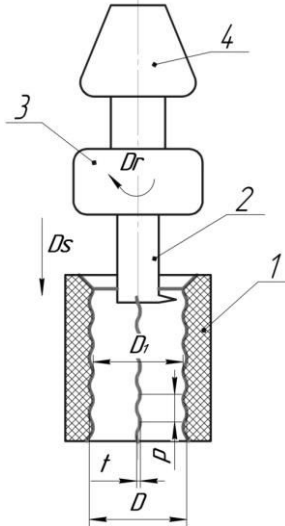


Рисунок 2 – Схема фрезерування круглої різьби в АКМ

На основі проведеного експериментального дослідження було встановлено, що перевагою даного способу також є те що, обробка різьбової поверхні відбувається за один прохід що зменшує час обробки, а отже і час контакту ріжучої кромки з АКМ також зменшується, що позитивно впливає на сам процес різання та не допускає миттєвого зростання температур та зносу ріжучої кромки.

Список літератури:

1. Пат. UA 103734. Спосіб обробки круглої внутрішньої різьби / С. С. Некрасов, Д. В. Криворучко, А. О. Нешта ; МПК В23С 3/32 (2006.01), В23В 1/00. - № а201214037 заявл. 10.12.2012; 11.11.2013, бюл. № 21.
2. Довгополов А. Ю. Технологія обробки гвинтової поверхні роз'ємного з'єднання в деталях з армованих композиційних матеріалів / А. Ю. Довгополов, С. С. Некрасов // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ» : зб. наук. пр. Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 42 (1214). – С. 38–42.

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

ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ НА ВП «АТОМРЕМОНТСЕРВІС»

Денисенко Ю. О, ст. викл.; Черепова К. Р., магістрант, СумДУ, м. Суми

Для підвищення ефективності управління, прискорення руху документів в організації, зменшення трудомісткості опрацювання документів на підприємствах, в організаціях, установах впроваджують системи електронного документообігу. Але головною проблемою при впровадженні таких систем є те, що компанії переносять створені схеми ведення паперового документообігу на електронний. Впровадження електронного документообігу передбачає розробку нових схем і алгоритмів ведення діловодства на підприємствах, в організаціях і установах. Для організації електронного документообігу та використання електронних документів, використовуються спеціальні електронні системи ведення діловодства та документообігу. На сучасному українському ринку інформаційних технологій представлена велика кількість таких систем. Проте, для впровадження такої системи необхідно чітко знати її характеристики, специфіку та недоліки, а також можливість її інтеграції в діючі системи підприємства і тільки тоді вона допоможе підвищити рівень документообігу.

Враховуючи зазначене вище в роботі був проведений аналіз нормативних документів ВП «Атомремонтсервіс», який показав, що підприємство знаходиться в стані переходу до електронного управління документацією. Про це свідчать розроблені інструкції та положення. Проте вимоги цих нормативних документів стосуються лише конфігурації системи, електронного підпису, порядку затвердження та відхилення електронних документів і не враховують процесний підхід до управління документообігом в умовах інформаційних технологій.

Таким чином, враховуючи вимоги систем управління якістю щодо управління документацією та вимоги стандартів серії IDEF, були розроблені підходи до вдосконалення електронного документообігу ВП «Атомремонтсервіс». На основі вимог стандарту ДСТУ ISO 9001:2015 та стандартів серії IDEF була розроблена карта процесів управління документацією замовника на підприємстві.

Крім того, дослідивши шляхи оптимізації був запропонований алгоритм аналізу і оптимізації документообігу на ВП «Атомремонтсервіс», до якого входять наступні етапи:

- аналіз системи документообігу підприємства (підготовчий етап);
- аналіз структури документообігу підприємства;
- оптимізація взаємодії підрозділів відповідно до уточненої системи документообігу підприємства.

Запропоновані вдосконалення щодо електронного документообігу на ВП «Атомремонтсервіс» викладені в рекомендаціях щодо нормативного забезпечення цього процесу.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРИ ФОРМУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ

*Залога В. О., професор; Яшина Т. В., аспірант, СумДУ;
Динник О. Д., доцент, Конотопський інститут СумДУ, м. Суми*

З розвитком інформаційних технологій (ІТ) для ефективного управління якістю машинобудівної продукції, почали застосовуватися моделі системи управління якістю (СУЯ), реалізовані за допомогою різних засобів автоматизованого проектування (САПР).

Саме ІТ, поряд з прогресивними технологіями матеріального виробництва, дозволяють істотно підвищити продуктивність праці і якість продукції і, в той же час, мінімізувати витрати та значно скоротити терміни постановки на виробництво нових виробів, що відповідають запитам і очікуванням споживачів [1].

Разом з тим встановлено, що теоретичні розробки та методики впровадження носять узагальнений характер, не деталізовані і не можуть бути застосовані при практичній реалізації проекту створення ЄП. Таким чином, актуальною задачею, що має важливе значення для вітчизняної промисловості в умовах постійного зростання конкуренції на світовому ринку наукомісткої продукції, є розробка моделей і методів формування ЄП для підтримки процесів розробки життєвого циклу виробів.

В ході проведення дослідження встановлено, що в основу розробки єдиного методологічного підходу до побудови СУЯ на основі застосування CALS-технологій покладено основні принципи менеджменту якості, засновані на процесному підході [2]. Визначені основні напрямки в реалізації інформаційної підтримки СУЯ на основі CALS-технологій та етапи реалізації схеми впровадження CALS-технологій.

Таким чином, застосування статистичних методів та їх автоматизована підтримка при управлінні якістю продукції і процесів СУЯ дозволить проводити оперативний аналіз, виявляти системні причини, що заважають нормальному функціонуванню виробничих процесів, статистично оцінювати і управляти відхиленнями від заданих параметрів і характеристик, що забезпечить ефективне управління якістю продукції на всіх стадіях її життєвого циклу.

Список літератури:

1. Граничів О. Н., Кияев В.И. Информационные технологии в управлении. – М. : Изд-во «ИНТУИТ», 2008. – 249 с.
2. Елизарова Н. Н. Использование программных средств статистической обработки данных при формировании информационного обеспечения управления // Вестник ИГЭУ, 2009 г. – Вып. 3. – С. 1–5.

ПРОЦЕСНИЙ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХОДИ ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

*Залога В. О., професор; Дядюра К. О., професор;
Рибалка І. М., аспірант, СумДУ, м. Суми*

Стандарти ISO серії 9000 містять рекомендації та інструментарій для компаній і організацій (незалежно від сфери діяльності), які хочуть, щоб їхня продукція і послуги постійно відповідали вимогам замовника, а якість постійно поліпшувалася.

Проблема полягає в тому, що система менеджменту якості на кожному підприємстві є, як правило, унікальною і відрізняється вмістом і важливістю ієрархічних структур процесів, що входять в неї, їх вхідними та вихідними інформаційними, енергетичними і матеріальними потоками, показниками якості та їх граничними значеннями. Клієнти, конкуренція, економічні та політичні зміни створюють нові умови для існування організацій, в тому числі України, і вимагають гнучкості і швидкої реакції в їх управлінні [1].

Метою даної роботи є аналіз існуючих підходів до процесного і функціонального управління, а також формування процесної моделі сучасних машинобудівних організацій на основі вимог ISO 9001:2015 [2].

Проектування, виготовлення і експлуатація компресорного устаткування, зумовлює спільність, що включає в себе технічні та програмні засоби, а також персонал, які взаємопов'язані в рамках єдиної системи за допомогою інформаційних, енергетичних і матеріальних потоків. Процеси організації прийнято розділяти на основні, що забезпечують, процеси управління і процеси розвитку.

Основні нотації при моделюванні бізнес-процесів (нотація - це стійка сукупність правил, відповідно до якої описується бізнес-процес):

- структурні моделі (управління) - нотація IDEF0, нотація VAD (ARIS, MS Visio);
- моделі потоків робіт - нотації «процес» і «процедура», нотація eEPC (ARIS, MS Visio);
- моделі виконуваних процесів - нотації BPMN 2.0, нотації S-BM, CFFC;
- моделі потоків даних - нотації DFD [3; 4].

При описі і оптимізації процесів організації можуть бути вирішені дві можливі задачі: підвищення прозорості та ефективності діяльності організації; автоматизація бізнес-процесів.

Розглянемо питання вибору найкращого варіанту опису процесів в умовах невизначеності з використанням векторної оптимізації [5]. Серед різних способів оптимізації складних систем, до яких відносяться і системи бізнес-процесів на підприємствах, першорядне значення має формування безлічі можливих варіантів рішень [6].

У зв'язку з тим, що системи процесів на підприємстві є багатофункціональними і виконуваними ними функції можуть істотно

відрізнитися, при розгляді багатьох питань використовуємо функціональний підхід. При цьому для розгляду процесів за деякою функцією зі складу всіх елементів виділяється група технічних, програмних і ергатичних (персонал) елементів, що беруть участь у виконанні даної функції.

Система функцій формує характеристики функціональних підсистем. При цьому функції можна розділити на основні і допоміжні. Основними вважаються ті, які безпосередньо формують інші функції, допоміжні - лише беруть участь (допомагають формувати). Між ієрархією функцій (перетворень) і ієрархією функціональних підсистем існує відповідність.

В даному випадку розглядається два типи моделей бізнес-процесів: процесна і функціональна структури.

На наш погляд не тільки не можна протиставляти процесний і функціональний підходи до управління організацією, а, навпаки, систему управління якістю необхідно розглядати як систему взаємодії процесно-орієнтованого і функціонально-орієнтованого управління.

Показано, що за рахунок застосування процесного підходу до управління організацією можна значною мірою вдосконалювати її діяльність та забезпечувати якість продукції, що виготовляється. В результаті впровадження процесного підходу і опису процесів буде зафіксований порядок і відповідальність за виконання робіт, усунені збої у виконанні процесів, підвищено якість виконання процесів. Переорієнтація організацій на процесне управління дозволить вітчизняним виробникам виживати і розвиватися в умовах сучасного світу.

Список літератури:

1. Майкл Хаммер, Джеймс Чампи. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. / Хаммер М., Чампи Дж. – М: Манн, Иванов и Фербер, 2006.
2. ISO 9001:2015 Системы менеджмента качества – Требования.
3. Ротер, Шук. Учитесь видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности. 2-е изд. / Ротер, Шук – М: Альпина Бизнес Букс, 2008.
4. Калянов Г. Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. / Г. Н. Калянов. – М. : Финансы и статистика, 2007. – 240 с.
5. Залога В. О. Спадкові принципи формування якості складних машинобудівних виробів : монографія / В. О. Залога, К. О. Дядюра, В. В. Нагорний – Суми : Вид-во СумДУ, 2012. – 347 с.
6. Залога В. А. Методология повышения эффективности взаимозависимых процессов проектирования, изготовления и эксплуатации в проектах машиностроения / В. А. Залога, К. А. Дядюра, А. В. Прокопенко // Резание и инструмент в технологических системах»: Межд. научн.-техн. сборник Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – Вып. 86. – С. 34–42.

ВИРОБНИЧА ПРАКТИКА, ЯК ЗАСІБ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ВИПУСКНИКІВ ЗВО

Залого В. О., професор; Ступін Б. А., доцент, СумДУ, м. Суми

Важливим напрямом у функціонуванні системи підготовки спеціалістів в ринковій економіці повинна бути інтеграція зі сферою праці. Щоб молодий спеціаліст міг легко адаптуватися в сучасних умовах, необхідна наявність у нього не тільки глибоких знань з обраної спеціальності, а й уміння грамотно впроваджувати їх в життя, правильно орієнтуватися у сформованій економічній ситуації і, на основі цього, самостійно приймати відповідні технічні рішення, чому може суттєво сприяти досвід практичної роботи, отриманий за роки навчання у вищому навчальному закладі. Тому особливу роль при вирішенні цих завдань у процесі навчання відіграє виробнича практика. Таким чином, організація виробничої практики є важливою науково-практичною проблемою, оскільки спрямована як на вдосконалення процесу професійного навчання майбутніх інженерів, так і сприяє зв'язку навчального закладу з підприємством з метою визначення тем реальних курсових і дипломних проєктів та робіт і, відповідно, з їхнім можливим впровадженням у виробництво.

Сучасний рівень техніки та своєрідність (як правило, пов'язаних з комп'ютерною технікою) виробничих технологічних процесів обумовлюють необхідність проведення відносно тривалої, ефективної виробничої практики, яка є інтегруючим видом підготовки спеціаліста, де студенти вивчають у дії засоби виробництва та технологічні процеси.

Одним з ефективних методів організації виробничої практики є її поєднання з навчальним процесом. За своїм змістом поєднана практика націлена на отримання студентами робітничих професій або підвищення кваліфікаційних розрядів, самостійне виконання робіт на конкретних робочих місцях.

Під час виробничої практики, поєднаної з навчальним процесом на протязі одного семестру, студента доцільно переводити на навчання за індивідуальним планом, що дозволить працювати йому на відповідному підприємстві на конкретному робочому місці, наприклад, у першу зміну. Потім, згідно з затвердженим індивідуальним графіком, він може відвідувати заняття у ЗВО згідно з розкладом.

Робочі місця для студентів-практикантів доцільно виділяти в механічних цехах підприємств. При цьому, для студентів, які мають кваліфікацію по одній з робочих професій – за відповідною професією. При відсутності у студента кваліфікаційного розряду він може бути оформленим учнем та проходити курс практичного навчання за вибраною професією.

По закінченню практичного навчання студент зобов'язаний здати іспит на відповідний кваліфікаційний розряд, що записується у трудову книжку про роботу на даному підприємстві.

В подальшому студент має змогу самостійно підтримувати зв'язок з цим підприємством та розраховувати (сподіватися) на працевлаштування на ньому.

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

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИТРИМКИ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ВИРОБУ ПРИ ТЕПЛОВОЛОГІЙ ОБРОБЦІ У ФОРМІВНОМУ СТЕНДІ

Чумак Л. І., доцент; Ковтун А. В., Черненко В. О., ПДАБА, м. Дніпро

Математична модель процесу являє собою залежність вихідних величин процесу від вхідних параметрів. Модель об'єкта управління може бути знайдена на підставі аналізу фізичних законів. В основі лежить метод малих відхилень змінного параметра, що входить у рівняння теплового балансу. Далі з одержаного рівняння віднімають вихідні і результат ділять на приріст часу. Отримане співвідношення є математичною моделлю процесу витримки залізобетонного виробу. [1]

Рівняння теплового балансу зони витримки залізобетонного виробу при тепловологісній обробці у формівному стенді має вигляд:

$$Q_1 - Q_2 - Q_3 = 0 \quad (1)$$

Приймається, що залізобетонний виріб у зоні витримки несе рівну частку тепла. Крім того, зміни, що відбуваються із залізобетонним виробом, не змінюють кількості тепла в процесі витримки. Тоді в рівнянні (1) ураховуються такі потоки тепла: Q_1 - тепловий потік, що йде з теплообмінника на виріб; Q_2 - тепловий потік, що залишає зону витримки; Q_3 - потік теплових втрат через огороження формівного стенду.

Слід зазначити, що потоки Q_1 та Q_2 - керуючі, а Q_3 - збурення. Регульованою величиною є температура Θ_n у зоні витримки. Завдання дослідження полягає у встановленні залежності цієї температури від змінних величин (керуючих ізбурювальних) із часом.

Після виведення динамічних характеристик об'єкту і спрощення рівнянь динаміки, отримаємо передаточну функцію зони витримки формівного стенда:

$$W(p) = \frac{\Delta\theta_f(\vartheta)}{\Delta m_f(\vartheta)} = \frac{k(T_2 p + 1)}{T_0^2 p^2 + T_1 p + 1} \quad (2)$$

Враховуючи вихідні параметри об'єкту та змінні тепловології обробки, було отримано передаточну функцію об'єкта регулювання:

$$W(p) = \frac{60,71p + 1}{2,21p^2 + 0,44p + 1} \quad (3)$$

У результаті розрахунків $T_0^2 = 2,21$; $T_1 = 0,44$; $T_2 = 440,44$; $k = 60,71$.

Для виконання оптимізації системи управління процесом витримки залізобетонного виробу розроблено блок-схему моделі (рис. 1) за допомогою пакету програми MATLAB 2017, графічного середовища Simulink.

Результати моделювання на рис. 2

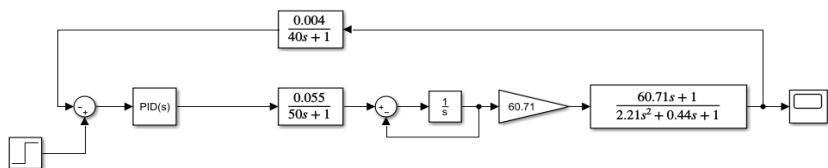


Рисунок 1 – Блок-схема моделі САР витримки залізобетонного виробу

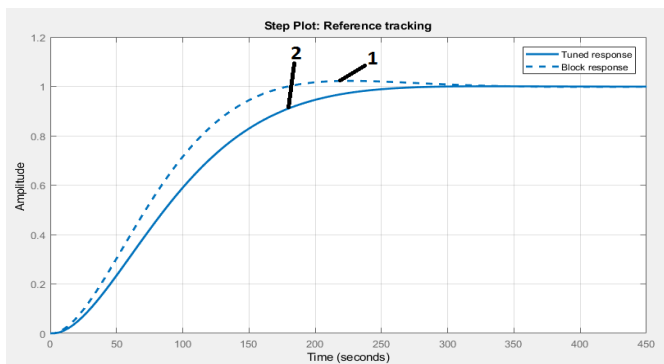


Рисунок 2 – Перехідний процес:

1 – до оптимізації системи; 2 – після оптимізації системи

У результаті математичного моделювання було знайдено передаточну функцію системи автоматизованого управління процесу витримки залізобетонного виробу при тепловолгій обробці у формівному стенді; розроблена і реалізована блок-схема моделі, здійснено регулювання температури, побудовано перехідний процес, проведено оптимізацію системи. Це допоможе поліпшити якісь регулювання процесу витримки залізобетонного виробу при тепловолгій обробці у формівному стенді, зменшити витрати теплоносія.

Список літератури:

1. Бейко И. В. Методы и алгоритмы задач оптимизации / И. В. Бейко, Б. М. Бублик. – К. : Вища школа, 1983. – 512с.
2. Ралко А. В. Тепловые процессы в технологи силикатов / А. В. Ралко, А. А. Крупа. – К. :Вища школа, 1986. – 232 с.
3. Ужеловський В. О., Методичні вказівки до визначення динамічних параметрів об'єктів регулювання для студентів фаху 6.092500 / В. О. Ужеловський, В. С. Ткачов, К. А. Бровченко. –Д. : ПДАБА, 2007.– 31 с.
4. Пат. 551550 СССР, УДК 66.047.012(088.8). Способ автоматического управления тепловой обработкой / В. П. Абрамов, В. В. Шмалько ; заявл. 18.12.82 ; опубл. 15.01.84, Бюл. № 2.

ТЕПЛОЗАЩИТНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ В ФУТЕРОВКЕ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

Швачко Д. Г., студ.; Щербина В. Ю., НТУУ «КПИ им. Сикорского», г. Киев

Вращающиеся тепловые агрегаты барабанного типа – вращающиеся печи, нашли широкое применение во многих областях промышленности, как основные устройства в технологической линии производства. Однако в этом аппарате потери тепла через корпус весьма значительны и обычно достигают 20–25 % от общей теплоты сжигания топлива. Отсутствие прочного термостойкого материала с теплоизоляционными свойствами определило направление работ по созданию футеровки с повышенным тепловым сопротивлением путем создания специальных ячеек в огнеупорах и введением в них дополнительного волокнистого теплоизоляционного материала [1].

В работе проведено компьютерное моделирование для исследования возможностей установки футеровки с фасонным огнеупором (рис.1). Учитывалась тепловая эффективность и конструкционная надежность, за счет величины возникающих в огнеупоре и корпусе печи термомеханических напряжений, которые увеличиваются при повышении теплового сопротивления.

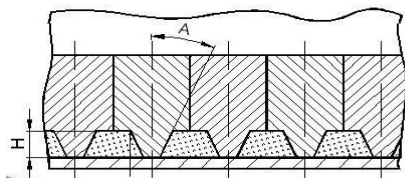


Рисунок 1 – Форма ячейки огнеупора с теплоизоляцией

Расчетная схема и деформированная модель, полученные с помощью интегрированной системы VESNA [2], на которой проводились тепловые и прочностные, представлены рис. 2.

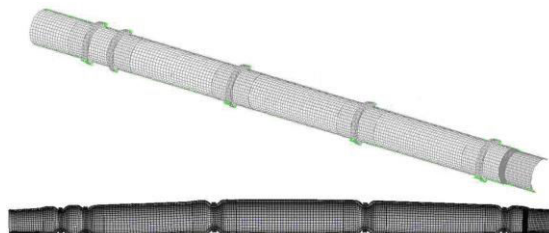


Рисунок 2 – Расчетная схема и деформация

В расчетах учитывалось, что печь является не только тепловым агрегатом, но и несущей конструкцией, на прочность которой большое влияние оказывают как массовые силы конструктивных элементов, так и

силы что возникают под действием неравномерных температурных полей и вызывают термомеханические напряжения. Расчет производился для вращающейся печи 4,5×80 м с целью выбора рациональной конструкции огнеупора. Моделировалась работа для различных степеней износа огнеупоров и конфигураций ячеек с теплоизоляцией.

Расчет температур (рис. 3) показывает, что установка огнеупоров с теплоизоляцией в зоне максимальных температур позволит уменьшить тепловой потока на 30–40 %.

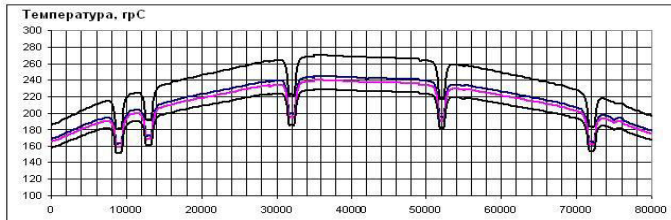


Рисунок 3 – Температура корпуса печи

Расчет напряженно-деформированного состояния для футеровки с теплоизоляционным слоем по длине печи приведен на рис.4.

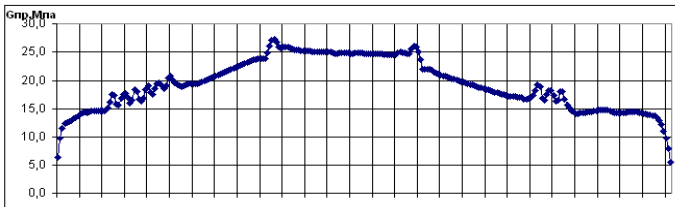


Рисунок 4 – Приведенные напряжения в футеровке печи (критерий Мизиса)

При использовании фасонного огнеупора с теплоизоляционным слоем напряжения увеличиваются, и максимум составляет 25 МПа, однако не превышает допустимого – 30-35 МПа.

Таким образом, использование в огнеупоре ячеек с дополнительной теплоизоляцией, удовлетворяет условиям прочности и позволяет уменьшить тепловые потери в окружающую среду на 30–40 % по длине теплового аппарата.

Список литературы:

1. Пат. № 57792 Україна, МПК F27B 7/00. Обертова піч / Щербина В. Ю., Шишковський О. В., Саміленко Ю. Н. ; заявл. 31.08.2010 ; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5/2011.
2. О. С. Сахаров, В. Ю. Щербина, О. В. Гондляр, В. І. Сівецький. САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання: – К. : ТОВ “Поліграф”, 2006. – 156 с.

ОСОБЛИВОСТІ КЛАСТЕРОУТВОРЕННЯ В РІДКОМУ ПОЛІМЕРНОМУ РЕАКТОПЛАСТИЧНОМУ КОМПОЗИТІ

Колосова О. П., ас.; Ванін В. В., проф., НТУУ «КПІ ім. Сікорського», м. Київ

При розгляді фізико-хімічних аспектів модифікації епоксидних полімерівкоротковолокнистимита/або безперервними волокнистими наповнювачами насамперед слід розглянути ряд питань. Серед них – особливості кластероутворення в рідкому полімерному композиті, поверхнева взаємодія використовуваних наповнювачів з епоксидним олігомером, механізм молекулярної взаємодії між епоксидним полімером і наповнювачем, а також адгезія між епоксидним полімеромта наповнювачем. У даній роботі розглядається перший з вищевказаних механізмів.

Як правило, у загальному випадку під кластером розуміється група частинок наповнювача, розділених тонкими прошарками полімеру, що повністю знаходяться в плівковій фазі. Кластерні структури з дисперсних частинок утворюються внаслідок протікання ряду процесів (дифузійних, седиментаційних тощо), пов'язаних з мимовільним відносним переміщенням частинок наповнювача. Такі структури також утворюються в результаті вимушеного руху частинок наповнювача при перемішуванні (гомогенізації) полімерної матриці, що відбувається під дією зовнішніх сил (наприклад, під дією низькочастотного ультразвуку – УЗ – чи УЗ-кавітації).

Процес кластероутворення починається з взаємодії двох окремих частинок. Так як структура граничного шару формується в результаті прагнення цих частинок наповнювача знизити свою поверхневу енергію, то енергетично вигідніше, коли граничні (фейзонні) шари окремих частинок починають взаємодіяти між собою. Це призводить до нерівномірного розподілу частинок, але й водночас сприяє компенсації енергетичного надлишку.

При цьому частки наповнювача починають структуруватися так, щоби полімер у просторі між ними повністю переходив в орієнтаційно-впорядкований стан з утворенням лінійних кластерів. Тобто кластерів, в якому частинки радіуса r_c розташовуються уздовж кривої або деякої умовної лінії (рис. 1). Збільшення довжини лінійних кластерів відбувається до певних розмірів, після чого він стає гідродинамічно нестійким і розпадається на декілька малих лінійних кластерів або утворює кільцеподібний кластер (див. рис. 1 б).

Останні, у свою чергу, групуються між собою з утворенням просторових мірчастих кластерів, що є неправильними (спотвореними) сферами. Периферійний шар останніх складається з частинок наповнювача, що чергуються з плівковою фазою полімерної матриці. А внутрішня область сфери є вільною від частинок наповнювача й містить тільки полімерну матрицю в об'ємному стані.

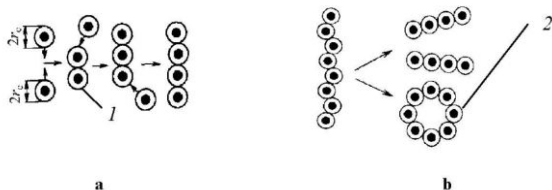


Рисунок 1. Схема кластероутворення в рідкому полімерному композиті:
 а – утворення лінійного кластера; б – перетворення нестійкого лінійного кластера; 1 – елементарний двохчастковий лінійний кластер; 2 – кільцеподібний кластер [1]

Якщо ж наповнювач полідисперсний, то в процесі його поєднання з рідким полімером дрібні частинки «захоплюються» поверхнею крупних частинок, внаслідок чого виникають щільні клубкові кластери.

Слід зазначити, що кластери, які вільно розподілені в об'ємі матеріалу і не зв'язані між собою, не здійснюють зміцнюючої дії на полімер. При руйнуванні вони можуть слугувати тільки стопором для тріщин, знижуючи швидкість їх розповсюдження. Це приводить до підвищення тріщиностійкості затверділих полімерних композитів. Збільшення міцності наповненого частинками наповнювача затверділого композиту відбувається у тому випадку, коли в об'ємі цього композиту утворюється просторовий каркас з частинок наповнювача і плівкової фази полімерної матриці, що пронизує каркас об'ємної полімерної матриці.

Перехід від окремих кластерів до каркаса об'ємної полімерної матриці відбувається унаслідок об'єднання і укрупнення окремих малих кластерів. На певному етапі наповнення весь об'єм композиту пронизується одним нескінченним кластером з утворенням просторового каркаса. Це приводить до збільшення міцності композиту, а УЗ-дія розглядається як інтенсифікуючий чинник кластероутворення.

Окрім цього, також на міцність ПКМ значний вплив здійснює дисперсність частинок наповнювача. Основною величиною при цьому є величина питомої поверхні наповнювача, що припадає на одну його частку. Так, збільшення розміру частинок наповнювача призводить до збільшення їх площі поверхні, тобто до зниження їх поверхневої енергії, і, отже, енергії когезії. Це, у свою чергу, призводить до зниження міцності композиту. І навпаки: із збільшенням дисперсності наповнювача міцність ПКМ підвищується.

Список літератури:

1. Voronkov, A. G., Yartsev, V. P. (2006). Epoxy Polymer Solutions for Repair and Protection of Building Objects and Structures: Textbook, Izd. TGTU, Tambov [in Russian].

НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАДИЦІЙНИХ Й НАНОМОДИФІКОВАНИХ РІДКИХ ПОЛІМЕРНИХ СЕРЕДОВИЩТА АРМОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ

Колосов О. С., професор, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

Класичні термореактивні композити конструкційного призначення на основі армованих волокон та епоксидної матриці широко використовуються в багатьох сферах сучасної промисловості. Серед останніх можна виділити авіаційну та ракетно-космічну галузі, машинобудування, енергетику, зв'язок, газову, хімічну, суднобудівну, електротехнічну та ряд інших галузей промисловості. Такі матеріали також знаходять все зростаюче застосування в комунальному господарстві, зокрема, в технологіях з'єднання і відновлення полімерних трубопроводів.

Сьогодні існує величезна кількість полімерних композиційних матеріалів (ПКМ), які розрізняються між собою не тільки складами і властивостями, але й технологією одержання. Однак оптимізація процесів і конструктивно-технологічних параметрів обладнання для їх формування та переробки, а також створення ПКМ з певним, задалегідь заданим комплексом властивостей, залишається актуальним завданням і до теперішнього часу.

Виготовлення виробів з ПКМ – порівняно складний технологічний процес, який заснований на використанні певних фізико-хімічних закономірностей. Залежно від умов формування ПКМ змінюються його фізико-механічні властивості. Тому вибір і обґрунтування режимних параметрів формування, а також параметрів формуючого обладнання, мають принципове значення.

Особливе значення розвиток теоретичних основ формування і переробки ПКМ набуває в зв'язку зі зростанням обсягів виробництва ПКМ – як термопластичних, так і реактопластичних. Це висуває підвищені вимоги до існуючих технологій формування та реалізуючого обладнання. Не менш важливим чинником є інтенсифікація процесів формування ПКМ при одночасному зниженні енергоємності та досягненні ресурсозбереження при реалізації цих процесів.

Будемо розуміти під модифікацією ПКМ (як на основі термопластичних, так і на основі реактопластичних матриць), спрямоване регулювання їх структури і властивостей. Така модифікація може здійснюватися як хімічними, так і фізичними (або фізико-хімічними) методами. Крім чисто хімічних методів модифікації (таких, як сополімеризація, прививка, зшивання тощо), технологія переробки полімерів оперує й фізико-хімічними методами.

Серед останніх можна виділити такі методи, як пластифікація, наповнення, сплавлення двох або більше полімерів, обробка струмами

високої частоти, ультразвуком (УЗ), лазерним чи радіаційним випромінюванням. Цими методами можна змінювати хімічну будову полімеру, його фізичну (надмолекулярну) структуру, склад і фазову структуру як олігомера, так і полімерного зв'язуючого на його основі. Все це приводить до спрямованої зміни властивостей кінцевого затверділого полімеру.

Слід зазначити, що прогнозування та створення ПКМ з необхідним комплексом властивостей є виключно складною науково-технічною задачею з ряду причин. По-перше, до цих пір відсутні досить чіткі теоретичні уявлення, що дозволяють направлено синтезувати нові ПКМ зі специфічними властивостями, а також прогнозувати режимні параметри їх формування. Особливо це стосується моделювання процесів просочення, дозованого нанесення, а також прогнозування конструктивно-технологічних параметрів формуючого обладнання.

Якщо простежити історію створення полімерних систем, то можна переконатися в тому, що в більшості випадків теоретичні уявлення про властивості полімерів (зокрема, про їх адгезію) з'являлися вже після розроблення відповідних (конкретних) матеріалів. Ці теорії та концепції, безумовно, важливі, оскільки вони розширюють наші уявлення про механізм виникаючих процесів. Вони також корисні при вдосконаленні існуючих та створенні нових ПКМ.

Це також обумовлює розроблення технологій і устаткування для їх формування, а також відповідних методик оптимізації формуючих технічних засобів. Однак жодна з існуючих теорій не є універсальною. Тому вважаємо за доцільне говорити лише про створення науково обґрунтованої системи уявлень, яка охоплює широке коло питань, які відносяться до фізико-хімічної модифікації при формуванні ПКМ.

Попередньо проведені результати досліджень підтверджують ефективність фізичних, хімічних і фізико-хімічних методів модифікації як базового напрямку поліпшення технологічних і експлуатаційних характеристик традиційних і наномодифікованих рідких полімерних середовищ та армованих полімерних композитів.

Технологія одержання наномодифікованих ПКМ залежить від типу частинок-наномодифікаторів, які вводять в рідкий полімер. Висока поверхнева енергія наночастинок створює певні складнощі для поєднання їх з полімерної матрицею. Це призводить до злипання і агрегації частинок, тобто до утворення т.зв. фулеритів.

Агломерація надмірної кількості вуглецевих нанотрубок (ВНТ) призводить до різкого зниження міцності полімеризованих зразків. Це дає право розглядати агломерати УНТ як своєрідні концентратори напружень. А для диспергування ВНТ використовуються різні розчини та ПАР, у тому числі методи із застосуванням УЗ-кавітаційного впливу.

РОЗРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО КОМПЕНДІУМУ З ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

*Берладір Х. В., асистент; Говорун Т. П., доцент; Харченко Н. А., доцент;
Дегула А. І., доцент; Руденко Л. Ф., старший викладач, СумДУ, м. Суми*

Сучасний рівень розвитку суспільства, науки і виробництва пред'являє високі вимоги до фахівців-інженерів. В системі вищих навчальних закладів (ВНЗ) необхідно вирішувати завдання професійної освіти в руслі компетентнісного підходу, який акцентує увагу на формування у майбутнього фахівця інженерних спеціальностей готовності до практичного застосування знань, умінь і навичок в умовах вирішення реальних виробничих завдань.

Рішення найважливіших технічних проблем, пов'язаних з економією матеріалів, зменшенням маси машин і приладів, підвищенням точності, надійності і працездатності механізмів та приладів багато в чому залежить від правильного вибору матеріалу. Правильний вибір матеріалу не тільки надає конкретному виробу певних властивостей, але і відкриває можливості використання нових технологічних процесів. Впровадження нових технологій у виробництво створюють можливості підвищення якості продукції, а також відкривають додаткові шляхи одержання матеріалів із ще кращими властивостями.

Склад, будова і властивості основних матеріалів містяться в довідковій літературі, якою необхідно користуватися при вирішенні даних завдань. Якщо при розгляді властивостей вибраних сплавів виявиться, що вони не задовольняють вимогам завдання, наприклад, по міцності або по в'язкості, то необхідно розглянути можливість їх поліпшення вибором термічної (ТО) або хіміко-термічної обробки (ХТО). При цьому потрібно вибрати види ТО або ХТО, їх температуру і режими, з метою одержання потрібної структури і властивостей.

Але щоб зробити вірний вибір матеріалу й технологій, необхідно переглянути велику кількість літератури з методами отримання деталей і машин, матеріалознавства, термічної та хіміко-термічної обробки, сучасних зміцнюючих технологій і т.п.

На теперішній час не існує єдиної узагальноної і систематизованої бази, де була б сконцентрована довідкова інформація із вище наведених питань. Окрім того, необхідно також відзначити, що, на відміну від студентів попередніх поколінь, сучасні студенти широко застосовують інформаційні технології в житті та навчанні. Отже, вони добре підготовлені до роботи з комп'ютерними лабораторними і практичними роботами, і можуть для вивчення предметів застосовувати також власні електронні мобільні пристрої.

В інформаційну епоху електронні засоби масової інформації, стали невід'ємною частиною нашого життя. Вони визначають способи передачі

знань, приносять нові форми викладання і змісту освіти і, отже, ці технології не повинні залишатися без уваги і в сфері освіти [1]. Використання інформаційних технологій дозволяє оптимізувати роботу у багатьох сферах життєдіяльності, зробити виробничий процес більш продуктивним, ефективним, цікавим, пізнавальним, творчим.

Нагальною потребою практики навчання в технічному ВНЗ стало впровадження інноваційних методів, заснованих на інформаційних технологіях, що забезпечують прикладні знання, формують відповідні інженерні компетенції. Сучасні інформаційні технології відкривають можливість переходу на новий рівень існуючої системи освіти. Так, з'являється можливість відходу від традиційних книг і навчально-методичних матеріалів та переходу до електронних підручників, комп'ютерних тренажерів, тестів різних типів, тобто від звичайної аудиторії до мультимедійної і віртуальної.

Ефективність навчального процесу визначається сукупністю прийомів і способів організації пізнавальної діяльності студентів і характеризується відносною зміною результатів навчання за певний проміжок часу [2].

В рамках організації навчання за допомогою інформаційних технологій, особлива роль в забезпеченні ефективності цього процесу повинна відводитися об'єктам електронного освітнього середовища (контенту). Адже в сучасному динамічному суспільстві основа успіху базується на «трьох складових»: відмінному знанні предметної області, застосуванні новітніх технологій та професійному використанні комп'ютерної техніки..

На даний час можливе поєднання існуючих предметних інженерних знань і програмного продукту шляхом створення на основі операційної системи (ОС) Android програм-додатків, які створюють Java-розробники.

Додаток-компендіум для ОС Android з термічної обробки матеріалів повинен забезпечувати зручний доступ, перегляд і аналіз інформації студентами матеріалознавчих та загалом інженерних спеціальностей навчальних закладів, так як пристрої, що функціонують на операційній системі Android, широко застосовуються в сучасному житті. Це мобільні телефони, смартфони і планшети, які завжди знаходяться під рукою.

Саме тому даний мобільний додаток-довідник буде затребуваним серед студентів і фахівців-інженерів та дозволить покращити рівень знань, підвищити професійні якості, а також зекономити час та зусилля.

Список літератури:

1. Ерофеев В. А. Программнообеспечениеобучениеинженеров-сварщиков / В. А. Ерофеев, С. С. Миллер // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2017. – Вып. 1. – С. 296–300.
2. Кузьмина Н. А. Эффективность процесса обучения и учения / Н. А. Кузьмина // Eastern European Scientific Journ. – 2014. – № 5. – С. 121–126.

МЕТОД НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА РОБОЧУ ПОВЕРХНЮ ДЕТАЛІ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ

Ніколаєнко А. С., студ., гр. МТМ-71; Гапонова О. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Вибір поверхневої обробки завжди заснований на забезпеченні повного набору вимог до поверхні виробу в передбачуваних умовах експлуатації. Відомо, що поверхня відповідає за всі механічні, термічні, хімічні і електрохімічні взаємодії з навколишнім середовищем. Для забезпечення корозійної стійкості, зносостійкості, певних триботехнічних або оптичних властивостей, декоративної поведінки тощо застосовують різного роду покриття.

Основним технологічним процесом отримання покриттів є хіміко-термічна обробка (ХТО). В даний час намітилася тенденція заміни історично традиційних технологій екологічно чистими плазменно-пучковими технологіями.

Одним із перспективних методів поверхневого зміцнення деталей є електроіскрове легування, даний метод полягає у нанесенні захисного покриття, шляхом впровадження атомних частинок електроду на поверхню оброблюваної поверхні деталі. Сама обробка досить універсальна, адже дозволяє використовувати легуючі електроди з будь яких електропровідних матеріалів і їх сполук. Електроіскрове легування дає можливість наносити багато шарів покриття, суттєвою перевагою є і час проведення даної операції, оскільки насичення матеріалу проходить миттєво і не потребує подальшої термічної обробки.

Метод електроіскрового зміцнення отримав розвиток, завдяки перевагам над хіміко-термічною обробкою, а саме: можливість отримувати точковий вплив на ділянки, висока адгезія зчеплення з деталлю, простота обладнання та технологічного процесу, високий ККД (масопереніс знаходиться в діапазоні 60–80 %), невеликі температури під час процесу в результаті чого не виникають зміни структури основного матеріалу або його деформації, можливість відновлення робочої поверхні виробу тощо.

В якості альтернативи ХТО для забезпечення високої твердості та зносостійкості шийок колінчастого валу пропонуємо проводити електроіскрове легування твердими зносостійкими матеріалами (твердими сплавами, хромом, вольфрамом тощо). Процес ХТО є досить тривалий і енергозатратний, також потребує спеціального обладнання. Метод електроіскрового легування досить простий у використанні, і є можливість нанесення поверхневого шару у місцях робочої поверхні.

Отже, метод електроіскрового легування є перспективним через свою універсальність, як в області нанесення покриттів так і у відновленні робочої поверхні деталі.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ДИФУЗІЙНИХ БОРИДНИХ ПОКРИТТІВ НА ІСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЯХ

Охріменко В. О., магістрант, гр. МТм-71, СумДУ, м. Суми

В наш час підвищують зносостійкість деталей машин нанесенням покриттів на матеріали. Серед покриттів, які наносять методом хіміко-термічної обробки найкраще себе зарекомендували боридні покриття. Борирування – це один із найперспективніших методів обробки поверхні металів та сплавів, який дозволяє отримати високу зносостійкість, твердість та корозійну стійкість поверхневого шару. Через високу твердість боридного шару, він має низьку пластичність, яка затрудняє застосування борирування для зміцнення поверхні виробів, що працюють в умовах знакозмінних навантажень, а також зазнають в процесі роботи механічні або термічні удари.

Один із найефективніших методів покращення пластичності боридних покриттів є їх легування. При цьому змінюються як структура, так і властивості отриманого шару.

Метою роботи є вдосконалення борирування як методу хіміко-термічної обробки шляхом отримання комплексних боридних покриттів; дослідження особливостей структуроутворення дифузійних шарів на інструментальних сталях; встановлення впливу хімічного складу карбюризатору для борирування на структуру, утворення дифузійних шарів та їх властивості.

Для проведення випробувань були обрані інструментальні сталі У8, ХВГ та 5ХНМ. Борирування проводили в герметичних контейнерах при температурі 900–950 °С, впродовж 4 годин. Мікроструктурний аналіз проводили на мікроскопі МІМ-7 в інтервалі збільшення 50–500 разів, дюрOMETричні дослідження – на приборі ПМТ-3 при навантаженні 0,49–0,98 Н та дослідження абразивної зносостійкості – на машині СМТ-1.

Для покращення пластичності боридних покриттів пропонується додавати в карбюризатор мідний порошок. Дослідження показали, що при цьому збільшується товщина дифузійного шару, покриття щільне з вираженою голчастою структурою дифузійного шару порівняно з класичним борируванням. Зменшується характерна для боридних покриттів закрита пористість. Можливо саме мідь сприяє зменшенню пор. Недоліком покриття легованого міддю є зменшення твердості дифузійного шару.

Для підвищення твердості та зносостійкості покриття пропонується мікролегування карбюризатора ванадієм. Після борованадіювання товщина дифузійних шарів знижуються майже у два рази порівняно із класичною технологією. Покриття щільні володіють меншою пористістю. Спостерігається чітка голчата структура боридного покриття, голки боридів нормально орієнтовані до поверхні зразку. ДюрOMETричні дослідження

показали, що отримані шари після класичної технології насичення мають мікротвердість близько 20 ГПа, після бороміднення – ~ 10,9 ГПа для сталі У8; ~ 15 ГПа для ХВГ та ~ 14 ГПа для 5ХНМ, що дещо нижче твердості борированого шару при класичній технології насичення (мікротвердість ~ 20 ГПа). Після борованадіювання покриття мають дещо більшу мікротвердість, ніж після бороміднення приблизно ~ 13,5 ГПа для сталі У8; ~ 16 ГПа для ХВГ та ~ 15 ГПа для 5ХНМ.

Відносна зносостійкість боридних покриттів знаходиться у діапазоні від 2,58 до 2,9. Так, відносна зносостійкість бор-мідних покриттів $K_{Cu} = 5,46$; $K_{Cu} = 5,96$; $K_{Cu} = 5,75$ на сталі У8, ХВГ та 5ХНМ відповідно, а відносна зносостійкість борванадієвих покриттів $K_v = 4,21$; $K_v = 4,81$; $K_v = 4,60$ на сталях У8, ХВГ та 5ХНМ відповідно.

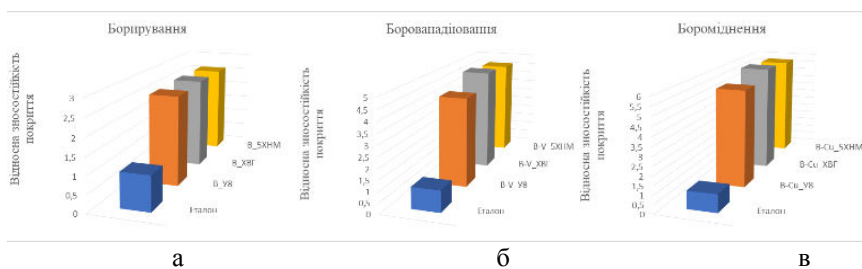


Рисунок 1 – Відносна зносостійкість комплексних боридних покриттів: а – після борирування; б – після бороміднення; в – після борованадіювання; (на сталях У8, ХВГ та 5ХНМ; за еталон взята сталь 45 (відпалена))

Отже, борирування – один із перспективних методів підвищення зносостійкості покриттів. Головним його недоліком є підвищена крихкість, тому одним із методів підвищення пластичності боридних покриттів є створення на поверхні комплексних боридних покриттів (боридних, борванадієвомідних тощо). В роботі показано що покриття В-В характеризуються високою твердістю, а отже і зносостійкістю покриттів. Мідь також сприяє дифузії бору вглиб сталі, що забезпечує формування щільних та рівномірних за товщиною покриттів, а також дещо зменшує твердість та крихкість покриття, роблячи його більш пластичним.

Робота виконана під керівництвом доцента Гапонової О. П.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖАРОСТІЙКОСТІ ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ AlCrFeCoNi , ЛЕГОВАНИХ МІДДЮ

Демченко М.В., магістрант, гр. МТМ-71, СумДУ, м. Суми

Високоентропійні сплави (ВЕСи) – сплави, що містять у складі 5 і більше металевих елементів (зазвичай від п'яти до тринадцяти) в еквімолярних або майже еквімолярних пропорціях (тобто концентрація кожного елемента знаходиться в межах від 5 до 35 атомарних відсотків). Принциповою відмінністю ВЕСів від традиційних сплавів, які містять розчинник і розчинену речовину, є формування невпорядкованого твердого розчину, в якому атоми складових елементів мають рівну ймовірність зайняти вузол кристалічної ґратки, при цьому ігноруючи хімічний порядок. Особливістю ВЕСів – високі значення ентропії змішування в вихідному (шихта) і рідкому (розплав) стані. Мета роботи – встановлення залежності між хімічним складом, структурою та фізико-механічними властивостями високоентропійних сплавів системи AlCrFeCoNiCu_x .

Досліджувані зразки виготовлялися методом аргонно-дугової плавки в печі МІФІ-9-3. Для дослідження структури, твердості, мікротвердості та властивостей сплаву в роботі використовувалися наступні методи: мікроструктурний, мікродюрOMETричний, растрова електрона мікроскопія, випробування на жаростійкість (ГОСТ 6130-71).

Досліджено вплив концентрації міді на фазовий склад та структуру сплавів. Показано, що вміст Cu значно впливає на фазовий склад системи AlCrFeCoNiCu_x , який при збільшенні концентрації міді змінюється від початкового однофазного (ОЦК) до трифазного (ОЦК+ГЦК₁+ГЦК₂).

Випробування, проведені ваговим методом по збільшенню маси зразків після витримки у печі в окиснювальній атмосфері протягом 100 годин при постійній температурі 1000 °С показали, що досліджувані сплави характеризуються високими показниками жаростійкості. Найвищу жаростійкість мають сплави AlCrFeCoNi та AlCrFeCoNiCu , жаростійкість сплаву AlCrFeCoNiCu_2 є дещо нижчою, а найвищу втрату маси на одиницю площі поверхні (і, відповідно, найнижчу жаростійкість) показав сплав AlCrFeCoNiCu_3 . При окисленні вивчених сплавів завдяки відносно високому вмісту Al внаслідок його селективного окислення формується шар окалини, що складається з Al_2O_3 . Інші оксиди можуть бути виявлені лише за дуже короткий час або взагалі не виявляються.

Відомі дослідження показують, що мідь при концентрації більше половини еквіатомної призводить до ліквідації, утворення декількох ГЦК фаз замість одного початкового ОЦК твердого розчину. Очевидно, що такий вплив міді на мікроструктуру та фазовий склад погіршує показники жаростійкості при її підвищеному вмісті за рахунок того, що збагачена Сіміждендритна область є легкоплавкою.

Таким чином, ВЕСи системи AlCrFeCoNiCu_x характеризуються високою жаростійкістю за рахунок відносно високого вмісту алюмінію. Найвищу жаростійкість мають сплави AlCrFeCoNi та AlCrFeCoNiCu , а при підвищеному вмісті міді показники жаростійкості сплавів погіршуються.

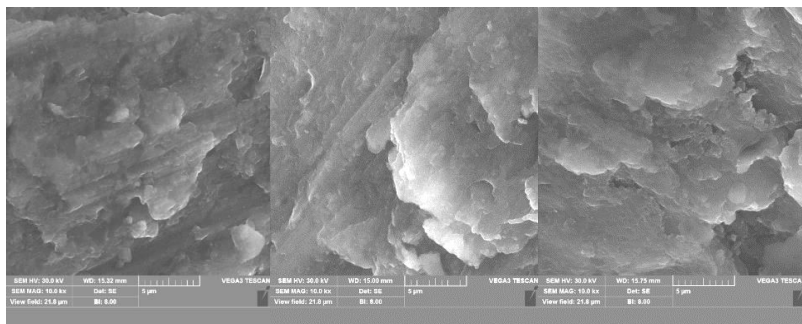
Робота виконана під керівництвом доцента Гапонової О. П.

ВПЛИВ АКТИВНИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ ЛИВАРНИХ АЛЮМІНІЄВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ СПЛАВІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ

Перерва В.І., студентка, гр. МТ-41; Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми

В останні роки велику увагу конструкторів привертають ливарні композиційні матеріали підвищеної міцності. Застосування деталей кузова і шасі, двигуна легкового автомобіля з алюмінієвих сплавів дозволяє зменшити масу машини на 40 %, в тому числі і за рахунок так званого вторинного зменшення, наприклад, застосування менш потужного і більш легкого двигуна через використання легких матеріалів, установка паливного бака меншої ємності за рахунок зменшення витрати палива, використання пружин, амортизаторів і гальмівних пристроїв менших розмірів і маси. Підняти модуль пружності матеріалу без втрати міцності, але з помітним зниженням пластичних характеристик, можна досягти введенням в склад алюмінієвих сплавів під час лиття модифікуючих лігатур або дисперсних частинок у вигляді карбідів, оксидів, нітридів [1, 2].

Модифікуючий вплив активних добавок у вигляді лігатури (Ti-Al) та зміцнюючих частинок (SiC) на процеси формування структури і властивостей досліджувався для доевтектичного вторинного ливарного алюмінієвого сплаву АК5М2 у вихідному та модифікованому стані; в литому та термообробленому стані. Знімки мікроструктур (рис. 1) отримали за допомогою електронного мікроскопу Tescan-VEGA 3 і металографічного мікроскопу МИМ-7.



а б в
Рисунок 1 – Знімки мікроструктури після термічної обробки:
а – АК5М2; б – АК5М2 + Ti-Al; в – АК5М2 + SiC

Встановлено, що оптимальна кількість модифікатора-лігатури Ti-Al складала 0,1 % від маси рідкого металу, а зміцнюючої добавки SiC – 15 % від загальної концентрації сплаву. Використання більшої кількості модифікатора не раціонально з позицій матеріалознавства, економіки, а також екології.

Додавання зазначених добавок забезпечило підвищення твердості на 20–30 %, ударної в'язкості – на 17–35 %, міцності – на 15–25 % за рахунок зміни форми та дисперсності утворюваних інтерметалідних фаз, зменшення пористості та підвищення щільності. Для отримання алюмінієвих ливарних композитних матеріалів рекомендовано використовувати методи композиційного лиття *in-situ* (армування матричного сплаву фазами, що виділилися спонтанно в процесі кристалізації), а для зниження собівартості композитних матеріалів використовувати замішування в розплав (*in-vitro*) недорогих і недефіцитних армуючих добавок.

У зв'язку з цим, застосування недефіцитних, дешевих і екологічно безпечних активних добавок в поєднанні з традиційною рафінуючо-модифікуючою обробкою може забезпечити істотне підвищення властивостей литих виробів з вторинних алюмінієвих сплавів та рекомендується для застосування у промисловості.

Список літератури:

1. Hovorun T. P. Modern materials for automotive industry / T. P. Hovorun, K. V. Berladir, V. I. Pererva, S. G. Rudenko, A. I. Martynov // Journal of Engineering Sciences, 2017, Vol. 4, Issue 2.– P. F8–F18.
2. Tian X. Preparation and Forming Technology of Particle Reinforced Aluminum Matrix Composites / X. Tian, A. Zhu, J. Wei, R. Han // Materials Science: Advanced Composite Materials, 2017, Vol. 1, Issue 1. – P. 1–9.

ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Горбачова Т. Ю., студентка; Перерва В. І., студентка; Циганенко Б. С., студент, гр. МТ-41; Говорун Т. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Для сучасного економічного стану України характерним є підвищення ролі транспорту, який забезпечує життєдіяльність населення, функціонування і розвиток економіки держави, збереження її обороноздатності, можливість досягнення зовнішньоекономічних цілей країни. Автомобільний транспорт відноситься до важливих сфер життя і господарчої діяльності, оскільки кожен із цих процесів потребує перевезення людей, матеріалів, сировини, готової продукції [1].

Однією з найважливіших систем автомобіля є двигун, бо без двигуна немає руху, а отже немає автомобіля. За аналогією з будовою людини, двигун – серце автомобіля. Надійність і довговічність його роботи безпосередньо пов'язана з підвищенням навантажень, температур, агресивності середовищ, в яких працює двигун.

Двигун внутрішнього згоряння є складним агрегатом, що складається з величезної кількості елементів. Але є основні, які характеризують його продуктивність. До найбільш відповідальних деталей автомобільного двигуна відносять: колінчастий вал, розподільний вал, шатун (рис. 1), циліндр, клапани впускання і випускання, поршень і т.д. Колінчастий вал сприймає зусилля, які передаються від поршнів через шатуни, і перетворює їх на крутний момент, а також слугує для приведення в дію різних механізмів і деталей двигуна. Шатун передає зусилля від поршня до колінчастого валу. Для цього в ньому є шарнірне з'єднання з поршнем та з колінчастим валом. Основною деталлю газорозподільного механізму, який служить для синхронізації тактів роботи двигуна і впускання-випускання паливної суміші (повітря) і відпрацьованих газів, є розподільний вал, що керує відкриттям і закриттям клапанів двигуна.

Для цих деталей зазвичай застосовують вуглецеві, леговані, або поліпшовані сталі. Щоб забезпечити надійність роботи в складних умовах експлуатації та довговічність деталей, сталі повинні мати гарну конструкційну міцність і задовільні механічні властивості. Завдяки термічній чи хіміко-термічній обробці деталі мають високу твердість виробу і зносостійкість поверхневого шару, підвищену контактну витривалість, а також в'язку, м'яку серцевину, щоб сприймати (гасити) знакозмінні напруги, які діють на них [2].

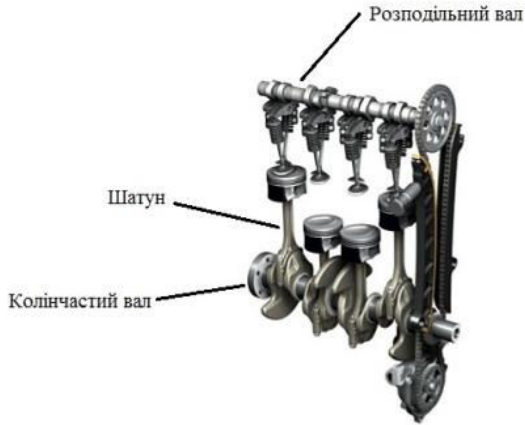


Рисунок 1 – Схема двигуна внутрішнього згоряння

Щоб покращити властивості колінчастого валу, поверхні шари шийок валу піддають дифузійній хіміко-термічній обробці – нітроцементації, а для покращення характеристик поршневої і кривошипної головки шатуну – азотуванню, в результаті чого на поверхні виробу утворюється нова, відмінна від серцевини, структура. Для опорних шийок і шийок ексцентриків розподільного валу проводять гартування струмами високої частоти, в результаті чого ми одержуємо деталь, у якій поверхні шари дуже тверді, а серцевина - пластична і в'язка.

Список літератури:

1. Селезень С. В. Транспортне право: навч.-метод. посібн. / С. В. Селезень, Л. В. Єрофєєнко, Ю. М. Нещеретний. – Харків : ХНАДУ, 2007. – С. 86–95.
2. Руденко Л. Ф. Легованісталі та сплави: навч. посібн. / Л. Ф. Руденко, Т. П. Говорун – Суми : СумДУ, 2007. – 180 с.

ЛИВАРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ

Руденко С. Г., студ., гр. МТ-61; Берладір Х. В., асистент, СумДУ, м. Суми

Проблема підвищення якості алюмінієвих сплавів актуальна для всіх розвинених країн [1]. Одним з найважливіших завдань є цілеспрямоване управління їх литою структурою і властивостями при об'ємній кристалізації виливків в звичайних нестационарних процесах традиційного лиття [2]. Проблема підвищення механічних і експлуатаційних властивостей литих виробів з алюмінієвих сплавів для деталей автомобілів та інших агрегатів й машин залишається актуальною і важливою в теорії та практиці ливарного виробництва.

Мета роботи – дослідження залежності впливу різних типів і концентрації добавок на мікроструктуру і механічні властивості алюмінієвого сплаву.

В роботі досліджено вплив лігатури Ti-Zr та волокнистого наповнювача (вуглецевого волокна (ВВ)) шляхом їх введення у вторинний алюмінієвий сплав марки АК5М2. Сплав виплавлено в умовах промислового виробництва (ТОВ «РЕЛІТ», м. Суми).

Плавлення матеріалу здійснювали в електричній печі опору під шаром соляного флюсу. Вищезазначені добавки вводили в розплав при температурі 720-740 °С за допомогою ливарного дзвоника. Їх кількість варіювалася від 0 до 0,1 % для лігатури та від 0 до 15 % для волокна. Ретельно перемішували розплав для забезпечення однорідності і повного засвоєння легуючих елементів. Силумін після модифікування витримували в печі при температурі 720 °С протягом 10 хв., після чого його розливали в кокіль діаметром 50 мм. Далі проводили термічну обробку.

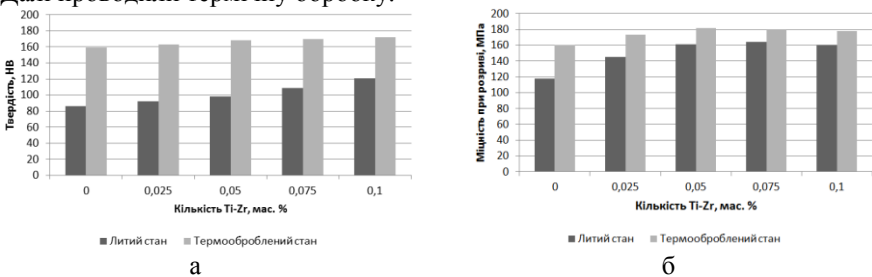


Рисунок 1 – Вплив лігатури Ti-Zr на твердість (а) та міцність при розриві (б) доєвтектичного сплаву АК5М2 в литому стані та після термообробки.

В результаті проведених досліджень встановлені залежності концентрації лігатури Ti-Zr на твердість та міцність при розриві силуміну в литому стані і після термічної обробки (рис. 1).

Аналіз одержаних даних дозволив сформулювати наступні висновки:

- виявлена лінійна залежність впливу концентрації лігатури на твердість силуміну: зростання концентрації лігатури веде до збільшення твердості силуміну як в литому, так і термообробленому стані;
- термічна обробка дослідних матеріалів сприяє підвищенню показників твердості в 1,4-1,8 рази;
- при введенні 0,1 мас. % Ti-Zr твердість зростає в 1,4 та 1,1 рази в литому і термообробленому стані відповідно;
- термічна обробка дослідних матеріалів сприяє підвищенню міцності при розриві в 1,3-1,5 рази;
- максимальна міцність при розриві спостерігається при введенні лігатури 0,05 мас. %.

На рис. 2 показано графік залежності концентрації ВВ на твердість та міцність при розриві силуміну в литому стані і після термічної обробки.

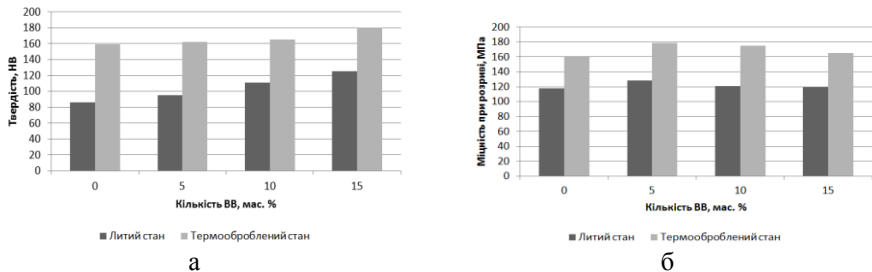


Рисунок 2 – Вплив концентрації ВВ на твердість та міцність при розриві доевтектичного сплаву АК5М2 в литому стані та після термообробки.

Встановлено, що максимальна твердість спостерігається при введенні 15 мас. % ВВ – твердість зростає 1,5 та 1,15 рази в литому і термообробленому стані відповідно; максимальна міцність при розриві – при вмісті 5 мас. % ВВ.

На підставі отриманих результатів встановлено, що введення модифікуючих добавок у вторинні алюмінієві сплави сприяє підвищенню фізико-технічних і експлуатаційних властивостей сплавів. При цьому твердість досліджених сплавів підвищується на 20–30 %, міцність – на 15–25 %.

Список літератури:

1. Mavhungu, S. T. Aluminummatrixcompositesforindustrialuse: advancesand trends / S. T. Mavhungu, E. T. Akinlabi, M. A. Onitiri, F. M. Varachia // ProcediaManufacturing. – 2017. – Vol. 7. – P. 178–182.
2. Hovorun, T. P. Modernmaterialsforautomotiveindustry / T. P. Hovorun, K. V. Berladir, V. I. Pererva, S. G. Rudenko, A. I. Martynov // JournalofEngineeringSciences. – Sumy : SumyStateUniversity, 2017. – Volume 4, Issue 2. – P. F8–F18.

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МЕТАЛУ З ВИСОКИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Короточ А. С., студ., гр. МТм-61; Марченко С. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Використання титану, як легувального елементу сплавів на основі заліза обмежується високою активністю титану, насамперед до кисню. Введення титану звичайними металургійними методами, призводить до значних втрат титану через вигорання і випаровування.

В роботі досліджувалась можливість створення ефективних умов для утворення карбіду титану і його переходу до металу при оптимальному співвідношенні вхідних порошкових компонентів, з використанням СВС (саморозповсюджуваний високотемпературний синтез) технологій при комбінованому електродуговому напавленні.

Отримано залежності та візуальне підтвердження проходжень екзотермічних реакцій утворення карбідів титану в металі, отриманому електродуговим переплавленням при використанні в шихті композицій феротитану, титану, заліза та графіту. Підвищення вмісту феротитану ФТн60 замість дорогого титану ПТК1 в складі шихти дозволило суттєво знизити вартість такого процесу у порівнянні з СВС, при цьому об'єм, зайнятий карбідами титану та його мікротвердість в металі, отриманому переплавленням порошкового дроту, зросла.

За результатами проведених металографічних досліджень встановлено, що в процесі комбінованої електродугової наплавки, при оптимальному співвідношенні вхідних порошкових компонентів, в зразках утворюється 44,25-70,65% твердої фази, мікротвердість якої становить 12582–25862 МПа.

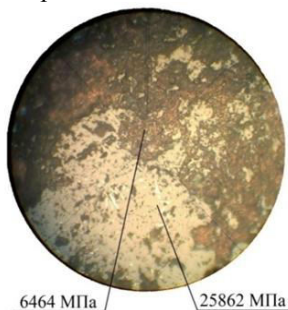


Рисунок 1 – Мікроструктура зразку, отриманого переплавленням шихти (20г): 17,87 г ФТн60; 0,35 г ПТК1; 1,78 г ЕУТ, х500

Отримані результати дають можливість вважати перспективним застосування комбінованого електродугового переплавлення з СВС при використанні недорогих компонентів з метою отримання карбіду титану і напавленого (переплавленого) металу з високим вмістом ТіС.

АПАТИТ-БІОПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ТА ПОКРИТТЯ ДЛЯ БІОМЕДИЦИНИ

Панченко В. А., студ., гр. МТ-41; Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми

У світі активно розробляється широкий спектр різних біоматеріалів для клінічного використання, зокрема в травматології, ортопедії та стоматології. Статистична оцінка хірургії нещасних випадків свідчить, що близько 9 % усіх хірургічних операцій після нещасних випадків спрямовані на відновлення втраченої кісткової тканини. Зростання поширеності пухлинних захворювань опорно-рухового апарату та вдосконалення хірургічної тактики також потребують значної кількості остеопластичного матеріалу.

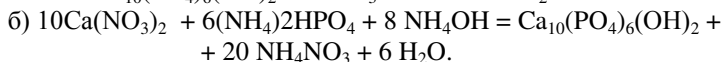
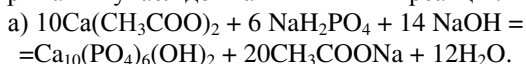
Одним із важливих завдань сучасного медичного матеріалознавства є створення біосумісних матеріалів для тканинної інженерії з метою заміщення кісткових дефектів та дефектів м'яких тканин у практиці хірургічної та пластичної медицини. Бажаним також є те, щоб матеріал мав здатність до біодеградації, тобто сам виводився з організму після формування кісткової тканини. Складність проблеми зумовлена умовами функціонування біоматеріалів в організмі людини: рН розчинів тканин змінюється від 1 до 9; кістки знаходяться під тиском ~ 4 МПа (хрящі, зв'язки мають пікові стреси від 40 до 60 МПа); середнє навантаження на стегнові суглоби втричі перевищує вагу тіла тощо. Ці вимоги потребують дуже специфічного синтезу біоматеріалів з точки зору складу, форми, фізичних і біохімічних властивостей. Значно підвищити біосумісність можна, використовуючи апатитні композити, що близькі за своїми структурними і складовими характеристиками до мінералізованих колагенових фібрил – другого ієрархічного рівня структури кісткової тканини.

Основною мінеральною складовою кісткової тканини є біоактивний гідроксиапатит (ГА) у вигляді нанодисперсних (10– 35 нм) частинок, що залежать як від віку, так і навколишнього середовища. Наноструктуровані матеріали на основі ГА та інших фосфатів кальцію зарекомендували себе як нетоксичні, біосумісні з нативною кістковою тканиною та здатні до резорбції.

Титан та його сплави широко використовуються як матеріали для імплантатів в ортопедії та стоматології завдяки їх високій біосумісності, корозійній стійкості та відмінним механічним властивостям. Найкращі властивості поєднані у сплаві Ti_6Al_4V . Хімічне перетворення імплантата і вихід іонів металу визначається оксидним шаром та його межею поділу з біологічним середовищем. Оксид є більш інертним і біосумісним, ніж сплав, і демонструє корозійну стійкість. Осадження гідроксиапатиту на відповідний субстрат має за мету зменшити ризик відторгнення імплантата організмом та вихід іонів металів у навколишні тканини та забезпечити краще вживляння імплантата у кісткову тканину. Металічний субстрат забезпечує необхідну міцність імплантата.

Останнім часом усе більшого використання набувають імплантати на основі магнію, схильні до біодеградації. Однак їх надзвичайно висока здатність до корозії вимагає використання покриттів для їх захисту. Існує багато технологій нанесення ГА та інших кальцій-фосфатних покриттів на металеві субстрати. Біоміметичні технології синтезу дозволяють отримувати новітні нанокompatитні апатит-полімерні матеріали за кімнатної температури без використання концентрованих кислот, лугів та інших токсичних матеріалів. Можливість утворення як покриттів, так і осаду заданої кристалічної структури, фазового складу та морфології є важливим аспектом під час створення біоматеріалів, оскільки всі параметри отриманого покриття можуть істотно впливати на його біологічну активність та поведінку в організмі. Технологічна схема синтезу пористого біоматеріалу на основі біополімерів хітозану, альгінату натрію і гідроксилапатиту розроблена в лабораторії «Біонанокompatит» Сумського державного університету. Покриття отримували методом термодепозиції, що базується на осадженні кальцій-фосфатів із водного розчину на нагріті металеві субстрати.

ГА був отриманий унаслідок таких хімічних реакцій:



Особливості кристалічної будови $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ є такими, що найбільш рухливими елементами ґратки є катіон кальцію та гідроксил-іон.

Технологічний режим:

- рН = 11–12 з додаванням 10 М водного розчину NaOH;
- прогрів при $T = 80\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 10 хв;
- зістарювання протягом 12–24 год;
- промивання деіонізованою водою;
- відпал при $900\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 1 год.

Результати проведених досліджень демонструють, що частинки гідроксилапатиту мають ниткоподібну структуру, їх середня довжина становить 80 нм. Кристалічність та Ca/P-відношення залежить від рН, температури, типу та концентрації реагуючих компонентів.

Результати свідчать, що в зразках, синтезованих за різними технологіями, та прогрітих при $T = 900\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 1 години розмір кристалітів для відповідних площин є дещо меншим при синтезі б). Так, для ГА (площина 121) при синтезі а) розмір кристалітів 48–53 нм, а для синтезу б) в цій самій площині 36–46 нм; для ТСП (площина 104) при синтезі а) розмір кристалітів становить 29–43, при синтезі б) ця фаза відсутня.

Отримані результати є дуже важливими для глибокого розуміння біохімічних процесів, що покладені в основу нормального і патологічного метаболізму кістки.

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ І БАГАТОШАРОВИХ НІТРИДНИХ ПОКРИТТІВ

Саранчук А. В., студ., гр. МТ-51; Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми

Найбільш перспективним та таким, що інтенсивно розвивається, методом підвищення ефективності працездатності робочих поверхонь виробів є формування на інструментальних і конструкційних матеріалах зносостійких іонно-плазмових покриттів на основі нітридів і карбідів тугоплавких елементів. Зростання вимог, що висуваються до надійності металорізального інструменту, обумовлює необхідність розвитку принципово нових концепцій синтезу або вдосконалення захисних покриттів.

Відомо, що різальні властивості інструменту визначаються складним комплексом факторів. Наприклад, вони залежать від хімічного складу, структури та кристалохімічної будови ґратки інструментального матеріалу, що визначають найважливіші експлуатаційні властивості інструменту – мікротвердість, теплостійкість, теплопровідність, міцність, ударну в'язкість, корозійну стійкість і стійкість проти окислення при підвищених температурах. У свою чергу, зазначені властивості інструментального матеріалу визначають контактні характеристики, термомеханічний напружений стан і працездатність інструменту.

Кристалохімічна будова покриття, його фізико-механічні й теплофізичні властивості можуть значно відрізнятись від відповідних властивостей інструментального та оброблюваного матеріалів, тому покриття варто розглядати як своєрідне «третє середовище», яке, з одного боку, може помітно змінювати поверхневі властивості інструментального матеріалу, з іншого боку – впливати на контактні процеси, деформації, сили та температури різання, спрямованість теплових потоків, термодинамічний напружений стан різальної частини інструменту та ін. З урахуванням специфіки роботи інструменту (високі питомі навантаження, високі температури, тертя, адгезія, дифузія та ін.) вимоги до покриттів для різальних інструментів можуть бути розділені за загальними ознаками на 4 групи:

1) службове призначення різальних інструментів; 2) сумісність властивостей матеріалів покриття та інструмента; 3) технологічні особливості методів одержання покриття; 4) загальні вимоги до покриттів.

Оптимізацію структури ІК як правило виконують шляхом варіювання розташуванням шарів, їхніми складом (фізичними властивостями) і параметрами, зокрема, товщиною а також на основі спеціальних досліджень параметрів інструмента з покриттям під час різання.

Об'єктом дослідження є процеси формування структури, фазового складу і їх взаємозв'язок з фізико-механічними властивостями багатокомпонентних і багатошарових нітридних покриттів на основі Ti, Hf, Zr, Nb, V, Si, Al, Y, Ta, B, Mo елементів.

Багатошарові вакуумно-дугові покриття являють собою особливий клас вакуумно-дугових матеріалів, властивості яких для обраних систем змінюються завдяки різній товщині шару в періоді і різної кількості самих періодів. Основою в більшості розроблених до теперішнього часу багатошарових покриттів є або шари з перехідних металів, або відповідні нітриди, як одержувані випаровуванням відповідних перехідних металів у реактивної азотної атмосфері.

Метою роботи є встановлення взаємозв'язку між елементним, фазовим і напружено-деформованим станом і механічними та трибологічними властивостями наноструктурних покриттів з подальшим термічним відпалом, а також розробка фізико-технологічних основ для отримання твердих нанокompозитних покриттів.

Ідея додаткового модифікування конденсатів шляхом збільшення кількості складових елементів дозволила регулювати спектр необхідних фізико-механічних властивостей захисних покриттів у широкому діапазоні. На підставі цього нещодавно виявлені багатокомпонентні нітридні покриття на основі високоентропійних сплавів, що містять не менше п'яти складових елементів, становлять науковий інтерес, а їх синтез та інтенсивне дослідження властивостей – актуальне завдання матеріалознавства.

Експериментальні та теоретичні дослідження покриттів показують, що плівки, отримані при вибраних параметрах осадження, мають нанокompозитну структуру і складаються з нанокристалітів. Нанокompозитні покриття в результаті мікрODEFORMAЦІЙ, що виникають через розходження атомних радіусів металевих складових кристалічних решіток, мають високі значення твердості (до 32GPa). Сформовані нанокompозитні покриття, отримані за допомогою катодного вакуумно-дугового осадження, у разі формування двох фаз мають більш високу твердість і дуже гарні трибологічні характеристики, а також досить високу адгезію до підкладки. Виявлено вплив товщини нанорозмірного шару на зміну структури і властивостей нанокompозитних багатошарових покриттів TiN/MoN. За допомогою методу Arc-PVD були отримані багатошарові покриття TiN/MoN з товщиною шару 2, 10, 20 і 40 нм. Виявлено формування двох фаз TiN (ГЦК) і γ -Mo₂N. Максимальне значення твердості, отримане для різних товщин шарів, не перевищує 28-31 ГПа. У наноструктурних багатошарових покриттях при товщині шару 10 і 20 нм спостерігається найменше значення коефіцієнта тертя 0.09-0.12.

У процесі осадження Ti-Zr-Cr-Nb-N системи формується двофазна структура з кубічної (TiN) і тетрагональної (Cr₂N) кристалічними решітками. Твердість отриманих покриттів (Zr-Ti-Cr-Nb)N змінюється в залежності від умов осадження матеріалу і сформованого структурно-фазового складу. Максимальні значення твердості були виявлені у покриттів з найбільшими розмірами кристалітів. Значення навантаження на індентор при досягненні напруги, що перевищує когезійну міцність покриття, склало $L_C = 62,06$ Н.

**СЕКЦІЯ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ
ТА МАШИНОЗНАВСТВО»**

ОПЫТ РАННЕЙ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ НА БАЗЕ ЦЕНТРА ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА г. БЕЛОПОЛЬЕ

Смирнов В. А., директор, НТТУМ, СумГУ, г. Сумы;
Ручкина И. В., директор, Центр детского
и юношеского творчества, г. Белополье;

К работе привлекались школьники 9, 10, 11 классов г. Белополье, г. Ворожба, с. Куяновка, с. Искрисковщина, с. Павловка, с. Речки и др. Большая роль в наборе школьников принадлежит заведующей отделом Солоревой А. И. Занятия проходят в кабинете теоретической механики и сопротивления материалов с использованием наглядных пособий, планшетов. Разработана авторская программа для I и II годов обучения, утвержденная деканом факультета ТеСЭТ Гусаком А. Г., где рассмотрены основные принципы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость, экономичность, с учетом практической направленности на решении конкретных инженерных задач.

При овладении курса развиваются навыки самостоятельной работы с учетом анализа полученных результатов. Предусмотрена индивидуальная работа с учащимися: вычерчивание листа ватмана формата А1, изготовление макетов и стендов. Изучается методика четкого и краткого пояснения сути проблемы на ежегодной научно-технической конференции в СумГУ, кафедре сопротивления материалов и машиноведения, возглавляемой профессором Каринцевым И. Б.

Основной путь к достижению данной цели лежит наш взгляд через проблемное обучение. Прежде всего, необходимо рассмотреть условия возникновения проблемных ситуаций. Основное – наличие противоречия между знаниями и новыми данными, которые нельзя объяснить на их основе. Суть идеи состоит в том, что учащийся приобретает знания основным образом не в готовом виде, а в процессе самостоятельной познавательной деятельности.

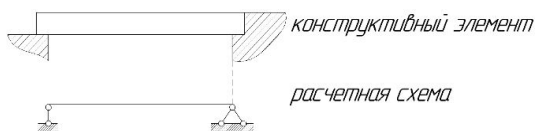


Рисунок 1 – Проблемная ситуация построения расчётной схемы конструктивного элемента

Рассматривая правила создания проблемных ситуаций, отметим:

– познавательная задача основывается на знаниях и умениях, которыми владеет учащийся;

– проблемное задание должно соответствовать интеллектуальным возможностям;

– проблемная ситуация создается, а познавательная задача формируется под руководством преподавателя.

Возможно рассмотрение системы создания проблемных ситуаций, т. е. расчленение сложных заданий на более мелкие и частные. Предлагается следующие разделение фактических функций (рисунок 2).

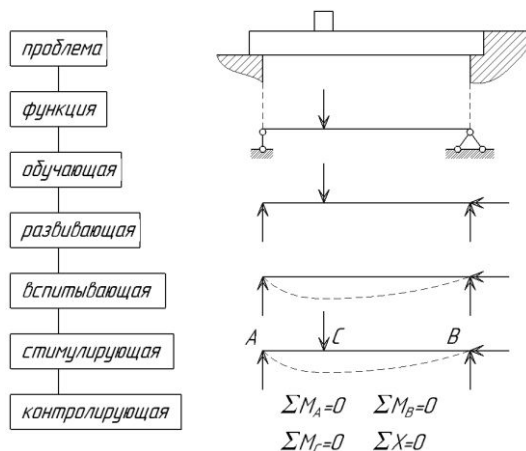


Рисунок 2 –Разделение фактических функций проблемного обучения и их практическая реализация

Способы создания проблемных ситуаций и уровня проблемности могут быть представлены:

- наличие проблемной ситуации вне зависимости от преподавателя;
- преподаватель намеренно создает проблемную ситуацию;
- создав проблемную ситуацию преподаватель вовлекает учащихся в совместный поиск;
- учащиеся самостоятельно решают проблемы созданную преподавателем;
- учащиеся самостоятельно ставят проблему и решают ее.

Применение данного метода, наряду с другими, позволит активизироватьпрофорientационную работу по изменению отдельных разделовтеоретической механики и сопротивления материалов для привлеченияшкольников к поступлению на факультет ТеСЭТ Центром НТТГУМ в издательстве СумГУ в 2017 г. авторами издана методическая разработка «Проблемное обучение».

РЕЗИНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РАДИАЛЬНЫЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Стрелец В. В., доцент; Кучеренко Н. В., студент, гр. ИМ-61, СумГУ, г. Сумы

Резино-металлические радиальные подшипники скольжения применяются в качестве заменителей металлических и деревянных подшипников в тех случаях, когда опора вала (узел трения) должен находиться в воде или другой жидкой среде, содержащей абразивные частицы. Такие подшипники также гасят вибрацию, шум и перекосы валов.

Резино-металлические подшипники обычно представляют собой цилиндрические металлические втулки, облицованные изнутри натуральными или синтетическими каучуками. Двухслойную резину наносят путем вулканизации или механическим способом, причем фрикционный слой делают более твердым и износостойким, а внутренний - более податливым. Для крупных подшипников применяют сегментные резиновые вкладыши. Внутренняя резиновая поверхность подшипника имеет продольные или винтовые канавки для прохода смазки, лучшего охлаждения и уноса абразивных частиц. Толщина резиновой обкладки подшипника зависит от диаметра, количества оборотов вала, сечения канавок и составляет 8 мм и более. Резиновые подшипники имеют такой же коэффициент трения, как и подшипники скольжения из бронзы (0,010–0,005). При повышении удельной нагрузки на подшипник и окружной скорости коэффициент трения резины уменьшается. Физический механизм трения в резиновых подшипниках при водяной смазке близок к гидродинамическому.

К положительным качествам резино-металлических подшипников относятся бесшумность работы, поглощение вибраций вала, малая чувствительность к неточностям установки и ударам, дешевизна и небольшой вес, экономия цветного металла, высокая износостойкость, возможность применения для смазки речной воды; кроме того, резиновые подшипники упрощают конструкцию подшипниковых узлов. Установленный по стандарту ресурс подшипников – 2 000 часов, срок службы – 10 лет.

Основные недостатки следующие. Резина боится соприкосновения с маслами и нефтью, поэтому подшипники не могут работать в средах, загрязненных этими веществами. Низкий коэффициент теплопроводности резины исключает ее применение при температуре выше 70 °С, резина стареет и теряет свои упругие, антифрикционные качества. Присутствие в резине серы оказывает коррозирующее действие на углеродистую сталь, поэтому цапфы валов должны покрываться рубашками из нержавеющей стали или другими антикоррозионными покрытиями.

Наибольшее распространение резино-металлические подшипники получили в судостроении, гидротурбиностроении, насосостроении, торфяной, нефтяной, бумажной и горной промышленности, также используются в подводных механизированных инструментах.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Стрелец В. В., доцент; Пирогов Д. А., студент; Ахмедов М. Ю., студент, гр. ИМ-61, СумГУ, г. Сумы

Коробка переключения передач (КПП), является неотъемлемым элементом трансмиссии авто. Основные функции КПП: передача и изменение вращающего момента от двигателя к ведущим колёсам, регулирование скорости и направления движения автомобиля при помощи специальных механизмов и в зависимости от поведения водителя.

Современные легковые транспортные средства комплектуются различными типами КПП, среди которых наиболее популярны: ступенчатые - механические, автоматические, роботизированные (типтроники) и бесступенчатые – вариаторные. Последние две также можно считать автоматическими, управляемыми электроникой. Главные конструктивные отличия указанных коробок следующие. Для «механики» используются цилиндрические зубчатые передачи с зубчатыми муфтами и синхронизаторами, установленные на двух или трех валах. Планетарные зубчатые передачи в сочетании с гидротрансформатором и фрикционными муфтами применяют для «автоматов». В «роботах» используются планетарные передачи, турбины, сервоприводы и обгонные муфты. Вариаторы работают как фрикционные передачи, среди которых наибольшее распространение получила передача с металлическим клиновым ремнем.

Сравнивая механические и автоматические КПП, можно указать достоинства МКПП: простота конструкции и обслуживания; невысокая стоимость ремонта; большой эксплуатационный ресурс; малый вес и расход топлива; высокие КПД и приемистость; возможность буксировки автомобиля на жесткой, гибкой сцепке и запуска двигателя с неисправным стартером или аккумулятором; лучшее управление автомобилем в гололедицу, по грязи и бездорожью; возможность ехать накатом; более легкий запуск зимой; использование в спортивных авто. Минусы МКПП: сложность эксплуатации в интенсивном городском режиме; перегрузка двигателя при некорректном включении передач; увеличенный промежуток времени переключения передач, что приводит к потере мощности.

Преимущества АКПП: комфорт и простота использования - нет педали сцепления; отсутствие перегрузки двигателя и потери мощности при переключении передач; плавность работы; более быстрое переключение передач; автомобиль не откатывается на горке. Недостатки АКПП: сложность конструкции; высокая стоимость, в том числе обслуживания и ремонта; необходимость охлаждения; большой вес и расход топлива; низкая приемистость; отсутствие возможности буксировки; небольшой эксплуатационный ресурс; низкий КПД, т. к. нет жесткой связи с двигателем, необходимость специальных навыков управления автомобилем в сложных погодно-климатических условиях.

РОЗРАХУНКИ ЖОРСТКИХ МУФТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РЕЖИМИ РОБОТИ

Жигилій Д. О., доцент; Тихоненко О. Ю., студент, гр. СУ-61, СумДУ, м. Суми

Виробничі механізми переважно працюють при невеликій швидкості робочих органів (100–300 об/хв), в той час коли двигуни з економічних міркувань конструюються на швидкості 750–3 000 об/хв. Тому між двигуном і механізмом розміщується передавальний пристрій (редуктор), окремі елементи якого рухаються з різними швидкостями і сполучаються муфтами.

Зазвичай розміри муфти визначають розрахунком на міцність або підбирають за каталогом в залежності від крутного моменту. Точність вибору муфти в цьому випадку залежить від правильного визначення максимального крутного моменту за формулою $T_{max} = k_{дин} \cdot T_{ном}$.

Коефіцієнт динамічного навантаження $k_{дин}$ визначено з динамічних розрахунків з урахуванням моментів інерції мас, жорсткості і демпфуючої здатності в машинах. При практичних розрахунках на основі кінематичної схеми складена розрахункова схема механічної частини електроприводу, в якій кінетичні і динамічні характеристики механічних зв'язків замінені еквівалентними величинами, наведеними до однієї розрахункової швидкості вала двигуна. Заміна реальної системи на еквівалентну двомасову коливальну систему відбувається за умови збереження запасу кінетичної і потенційної енергії системи, а також елементарної роботи всіх діючих в системі сил і моментів на всіх можливих переміщеннях.

При з'єднанні жорсткої муфти виконавчої машини з приведеним моментом інерції J_2 із двигуном з моментом інерції J_1 крутний момент, що діє на муфту при розгоні машини без навантаження, складає

$$T_1 = T_{ном} \cdot T_{max} / T_{ном} \cdot J_{II} / (J_1 + J_{II}) = T_{ном} \cdot k_{дин 1};$$

момент, що навантажує муфту при гальмуванні двигуном, складає

$$T_2 = T_{ном} \cdot T_{max} / T_{ном} \cdot J_1 / (J_1 + J_{II}) = T_{ном} \cdot k_{дин 2};$$

момент при розгоні машини, що попередньо навантажена постійним моментом $T_{ном}$, складає

$$T_3 = T_{ном} \cdot [1 + (T_{max} / T_{ном} - 1) \cdot J_{II} / (J_1 + J_{II})] = T_{ном} \cdot k_{дин 3},$$

де T_{max} - крутний момент двигуна; $T_{ном}$ - номінальний крутний момент, який визначається за проектною потужністю при частоті обертання двигуна.

Приведені моменти інерції J_1 та J_2 визначаються відповідною сумою приведених значень моментів інерції всіх елементів електроприводу, що обертаються з іншими кутовими швидкостями: J_1 / i_1^2 ; $J_2 / (i_1^2 \cdot i_2^2)$; ...; $J_n / (i_1^2 \cdot \dots \cdot i_n^2)$.

У роботі проведено конструювання приводу шредера двобального SHR-885×535/36-22.1000: підібрано асинхронний двигун 4A180S4 УЗ та горизонтальний двоступінчастий циліндричний редуктор РМ-500-50,0-12-Ц-УЗ до нього. Головний моменти інерції шредера визначено аналітично, як для системи пластин складної форми, що обертаються, згідно з паспортом. Підібрано жорсткі компенсаційні муфти.

ЖОРСТКА ТА М'ЯКА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ ФІНАНСІВ УСТАНОВИ

Жигилій Д. О., доцент; Рибалка М. А., студент, гр. І-62/ЕМ, СумДУ, м. Суми

Для побудови найпростішої моделі фінансової платоспроможності установи достатньо на основі даних про баланс коштів скористатися моделлю Ланкастора боротьби двох супротивників: будемо умовно вважати додатними величинами об'єми x – надходження та y – витрати коштів. Стан системи описується точкою (x, y) позитивного квадранта площини.

Модель має вигляд

$$\begin{cases} \dot{x} = -b(x; y) \cdot y, \\ \dot{y} = -a(x; y) \cdot x. \end{cases}$$

Тут a – потужність очікуваних витрат при наявних прибутках x і b – потужність очікуваних прибутків при наявних витратах y . Тобто передбачається, що на кожну гривню прибутку ми очікуємо певний відсоток витрат і навпаки на витрати – прибуток з інвестицій. Похідна береться за часом і моделюється на основі статистичних даних звітів методом скінчених різниць.

Якщо вважати $a(x; y) = const$ і $b(x; y) = const$, то модель зводиться до жорсткої, що допускає точний розв'язок: $a \cdot x^2 - b \cdot y^2 = const$.

Еволюція численності прибутків та витрат x і y відбувається уздовж гіперболи, заданої цим рівнянням. З якої саме гіперболи піде розвиток системи, залежить від початкової точки. Ці гіперболи розділені прямою. Якщо початкова точка лежить вище цієї прямої, то гіпербола виходить на вісь y , що означає банкрутство, інакше – стале збагачення.

Звичайно, наявність статистики за кілька років дозволяє побудувати м'яку математичну модель, де $a(x; y) \neq const$ і $b(x; y) \neq const$. В роботі побудована м'яка математична модель розвитку СумДУ на основі різних звітів про фінансовий стан установи, що знаходяться у відкритому доступу. Систему диференціальних рівнянь розв'язано на основі схеми метода скінчених різниць чисельно. Значення функцій $a(x; y)$ і $b(x; y)$ визначалися за допомогою інтерполяційного багаточлена Лагранжа.

Зроблено загальний висновок про структурну стійкість вихідної моделі: зміна функцій $a(x; y)$ і $b(x; y)$ змінить криві розв'язку, що описують хід розвитку системи, але ця зміна не зачіпає основного якісного висновку, що положення стійкого збагачення та стійкого збанкрутування розділені визначеною нейтральною лінією. Топологічний тип системи на площині (x, y) не змінюється при зміні функцій $a(x; y)$ і $b(x; y)$: воно призводить лише до викривлення нейтральної лінії.

ПОРІВНЯЛЬНА МІЦНІСТЬ ПРИ РОЗТЯГАННІ ГЛАДКОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО СТЕРЖНЯ ТА СТЕРЖНЯ З ВИТОЧКОЮ

Жигилій Д. О., доцент, Дудник Б. В. студент, гр. СУ-61, СумДУ, м. Суми

В роботі два стержні піддано випробуванню на розтягання. Перший стержень гладкий і має діаметр d . Другий стержень має вузьку кільцеву виточку. Діаметр ослабленого перерізу також дорівнює d . Досліджено, який із стержнів при всіх однакових умовах витримає більше статичне навантаження.

Задачу змодельовано методом скінчених елементів в тривимірній постановці в програмному комплексі ANSYS. Моделювання геометрії відбувалося згори донизу: створенням циліндричних об'ємів та їх Булевським додаванням. Розбивка на ансамбль скінчених елементів проводилася за допомогою 10-вузлового 3D елемента високого порядку SOLID 187. Елемент придатний для моделювання пластичності. Скінчено-елементну модель жорстко затиснуто за нижньою основою циліндра і прикладено рівномірно розподілене за верхньою основою навантаження, що спричиняє простий деформівний стан - розтягання.

Моделювання процесу непружного деформування виконувалося по кроках для врахування реального шляху навантаження через незворотність переміщень в конструкції. Вона є результатом пластичної течії матеріалу і говорить про залежність такого процесу від шляху навантаження. Виділялися два характерні задачі пластичного деформування:

- при навантаженні виникають пластичні деформації малого порядку порівнянні з пружними. В цьому випадку застосовувалася модель пластичності з кінематичним зміцненням.

- при навантаженні виникають настільки великі пластичні деформації, що пружними на їх фоні можна знехтувати. Основною характеристикою міцності в цьому випадку стає ресурс пластичності матеріалу. При цьому використовувалася модель ізотропного зміцнення матеріалу.

В роботі застосовувалося спрощення згаданих двох моделей до моделі зміцнення з білінійною діаграмою. Виявлено декілька випадків руйнування:

1. Якщо матеріал пластичний, то більше навантаження витримає другий стержень, оскільки перед руйнуванням першого стержня буде утворюватися шийка і її обрив відбудеться при значно зменшеній площі поперечного перерізу у зоні руйнування. У другому стержні шийка не буде утворюватися або майже не буде, оскільки більш товсті його частини будуть перешкоджати зсуву в площинах, нахилених до поздовжньої осі стержня, і руйнування відбудеться без помітного звужування поперечного перерізу.

2. Якщо матеріал не пластичний, а крихкий то тоді обидва зразки матимуть однакову міцність і витримають однакове руйнуюче навантаження.

3. Якщо матеріал має велику міцність і на нього суттєво впливає місцеві напруження, то більше навантаження витримає перший стержень.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ МІЖ ВИТКАМИ РІЗЬБИ

Жигилій Д. О., доцент; Ковальчук Б. В. студент, гр. СУ-61, СумДУ, м. Суми

Відомо, що при навантаженні різбового з'єднання типу болт - гайка осьова сила розподіляється між витками нерівномірно. Нерівномірність розподілу сил по витків посилюється тим, що витки на найбільш розтягнутій частині болта сполучаються з витками, розташованими в найбільш стиснутій частині гайки. Задача про розподіл навантаження за витками статично невизначена. Розподіл сил між витками різьби, отримане М. Є. Жуковським для гайки з десятьма витками, показано на рисунку 1. На перший, найбільш навантажений, виток припадає близько $1/3$ загальної сили на болт, а на десятий виток – менше $1/100$ загальної сили. Деформації в різьбі, пов'язані з похибками профілю, контактні деформації кілька знижують навантаження на перший виток різьби. При такій великій нерівномірності розподілу осьової сили по витків велике збільшення висоти гайки виявляються марним у зв'язку з небезпекою послідовного руйнування витків.

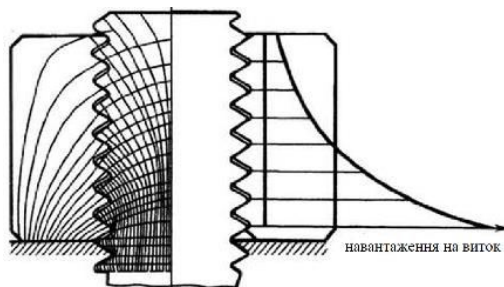


Рисунок 1 – Схема розподілу повздовжнього навантаження між витками різьби за М. Є. Жуковським

В роботі проведено чисельне моделювання розподілу навантаження між витками різьби методом скінчених елементів в програмному комплексі ANSYS. Моделювання геометрії відбувалося знизу догори: у віссиметричній постановці побудовані точки вершин та западин метричної різі та кутів перерізу болта та гайки, сполучалися прямими лініями та утворювалися площі, що обмежені цими лініями. При цьому похибками профілю було знехтувано, проте розв'язувалася контактна задача для витків профілю гвинтової пари. Скінчено-елементний ансамбль закріплено на нижньому торці гайки (рис. 1) та болт розтягнуто вздовж осі.

За результатами розв'язку зроблено висновки про інтенсивність роботи перших витків різі, побудовано діаграму повздовжніх зусиль в болті та показаний вплив гострих концентраторів напружень у вершинах та западинах витків різі.

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПОЛИЦІ

Жигилій Д. О., доцент; Соколов О. С. студент, гр. СУ-61, СумДУ, м. Суми

Моделлю полиці для сипучих речовин прийнято двох двохопорних круглих в перерізі балок з пружньо-податливим затисненням жорсткістю s на одному кінці. Прийнято, що вага сипучих речовин розподілена між балками у вигляді рівномірно розподіленого навантаження інтенсивністю q .

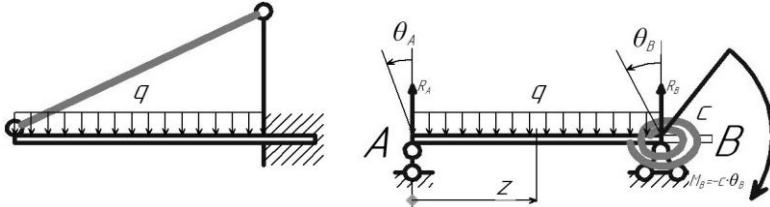


Рисунок 1 – Розрахункова схема полиці

Умовою раціональної роботи є нерівність $\theta_A \leq 0$, коли сипуча речовина не розсипається. Вважається, що підвіс є абсолютно жорстким, т. А затиснення має скінчену жорсткість тільки від кута повороту перерізу в т. В.

Система є статично визначуваною і з рівняння рівноваги отримано реакцію

$$R_A = \frac{q \cdot AB}{2} + \frac{c}{AB} \cdot \theta_B.$$

Методом початкових параметрів визначено кут повороту перерізу в т. А. із загальної системи рівнянь:

$$\theta(z) = \theta_A + \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \left(\frac{R_A \cdot z^2}{2!} - \frac{q \cdot z^3}{3!} \right);$$

$$y(z) = y_A + \theta_A \cdot z + \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \left(\frac{R_A \cdot z^3}{3!} - \frac{q \cdot z^4}{4!} \right),$$

що доповнюється граничними умовами $y(0) = y(AB) = 0$.

Далі з рівняння умови раціональної роботи отримана жорсткість s , що забезпечується пресовим з'єднанням, тобто з рівняння

$$\theta_A = \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \left(\frac{q \cdot AB^3}{4!} - \left(\frac{q}{2} + c \cdot \frac{q \cdot AB}{8 \cdot E \cdot I_x} \right) / \left(\frac{c \cdot AB}{3} - 1 \right) \right) \cdot \frac{AB^3}{3!} = 0.$$

На основі технічної теорії розрахунку на міцність пресового з'єднання за умови лінійного розподілення контактної тиску за поверхнями контакту з рівняння жорсткості знайдено характеристику пресового з'єднання в т. В.

ПОДБОР ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ БАЛКИ С УЧЁТОМ ВЫБОРА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО СОЧЕТАНИЯ ВНУТРЕННИХ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ

*Киктенко Д. Е., ученик, школа № 6;
Смирнов В. А., директор, НТТУМ, г. Сумы*

В работе рассмотрены две статически определимые балки с небольшими вертикальными консолями. Внешние нагрузки представлены сосредоточенными силами F_i , распределенными нагрузками q_i и сосредоточенными парами сил M_k .

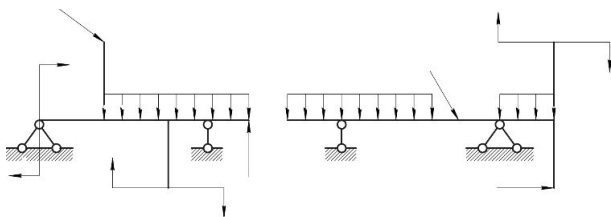


Рисунок 1 – Расчётные схемы балок

В начале находилось значения и направления опорных реакций используя принцип освобождения от связей. Составлялись 3 независимых уравнения статики и выполнялась проверка решения. Далее изучался предполагаемый вид и характер деформации отдельных частей балок с целью изучения растянутых и сжатых волокон и наличия внутренних силовых факторов.

Переходя к построению эпюр внутренних силовых факторов перерезывающих сил Q , изгибающих моментов M и продольных сил N , использовался способ «характерных» точек, метод сечений, правило знаков и принцип независимости действия сил. Выполнялась проверка правильности построения эпюр, используя теорему Д. И. Журавского, наличия «скачков». Найденные опорные реакции относились к категории внешних сил.

Затем рассмотрены условия возникновения неблагоприятных внутренних силовых факторов, сведя все значения эпюр Q , M и N в характерных точках в табличную форму. Используя условия прочности для заданного вида деформации, решалась задача подбора различных видов поперечных сечений балок. Строились эпюры напряжений, как нормальных, так и касательных, с определением положения нейтральной оси. С целью более наглядного получения значений внутренних силовых факторов их значения откладывались в ортогональных проекциях X , Y , Z с учетом графического решения. Необходимо отметить, что наибольшие значения величин Q , M и N совпадают не всегда в одной из характерных точек, что представляет известные трудности при решении задачи проектирования по условию прочности.

НАХОЖДЕНИЕ ОПАСНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ В СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ РАМЕ

Филатов В. В., ученик, школа № 6; Смирнов В. А., директор НТТУМ, г. Сумы

Изначально изучалось понятие рамы, её расчетная схема, их варианты, вертикальные и горизонтальные элементы, способы закрепления этих элементов, статическая определенность и неопределенность, способы расчётов.

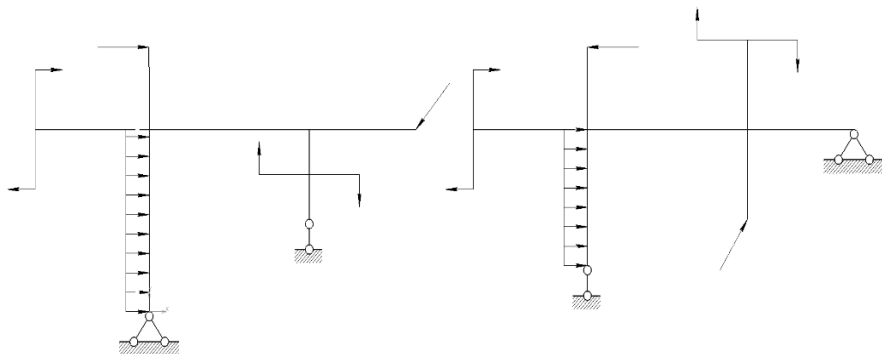


Рисунок 1 – Расчётные схемы рам

Рассмотрены две статически неопределимые рамы, нагруженные постоянными нагрузками. Мысленно, для определения предварительного вида и характера деформации, рассматривались отдельные части рамы, что дало возможность проще находить значения внутренних силовых факторов. Намечался порядок определения величин, начиная со свободной части консоли рамы. Значения перерезывающих сил Q , изгибающих моментов M и продольных сил N находились с учётом правила знаков, «скачков», теоремы Д. И. Журавского. Сопоставлялись значения внутренних силовых факторов между собой, в частности эпюр Q и M .

Найденные аналитические значения эпюр сводились в таблицу, где определялось самое неблагоприятное сочетание значений Q , M и N для нахождения опасных сечений в стойках и ригеле элементов рамы.

Необходимо отметить, что перед определением Q , M и N находилось значения и направления опорных реакций V_A , V_B и H_A с проверкой их вычислений. Для построения эпюр внутренних силовых факторов величины значений опорных реакций относятся к категории внешних силовых факторов. После построения эпюр выполнялась статическая проверка узлов рамы, суть которой состоит в том, что $\Sigma X = 0$, $\Sigma Y = 0$ и $\Sigma M = 0$ относительно заданного узла рамы.

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

ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ВІДЦЕНТРОВИХ МАШИН

Вашист Б. В., аспірант; Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Основними завданнями, які постають перед виробниками насосного обладнання, є забезпечення його надійності, підвищення ефективності та економічності. Однак, під час роботи насосів завжди виникають вібрації, які є одним із основних факторів погіршення цих показників. Підвищений рівень вібрацій обумовлений причинами механічного, гідродинамічного та електротехнічного походження. Найскладнішою задачею є прогнозування коливань гідродинамічного походження, що спричиняє найбільш руйнівний вплив на елементи насоса, особливо при роботі на нерозрахункових режимах. Надмірний рівень вібрацій такого типу призводить до биття валів, руйнування підшипників, ущільнень, елементів проточної частини, що може спричинити повну відмову роботи насосного обладнання.

Виникнення гідродинамічних коливань відцентрових машин обумовлюється процесами, що відбуваються в проточній частині. До них відносяться такі нестационарні гідродинамічні явища, як кавітація, неоднорідність потоку, нерівномірний розподіл тиску на виході із робочого колеса, коливання об'єму рідини, пульсації потоку. Найбільш значущим фактором виникнення коливань такого типу є явище кавітації в зонах пониженого тиску. При кавітації неможливо передбачити ні момент появи супутньої вібрації, ні її значення. Складові відповідних коливань знаходяться в області середніх і високих частот. При співпадінні частот цих коливань з власними частотами коливань елементів насоса, у т. ч. лопатей робочого колеса, виникають самозбуджувальні коливання відповідних вузлів.

Динамічний вплив нестационарних явищ на елементи проточної частини і, як наслідок, на вузли насоса має випадковий характер на відміну від механічних чи електротехнічних вібрацій, де джерело їх виникнення достатньо точно ідентифікується шляхом проведення процедури вібродіагностування.

У зв'язку із вищезазначеним явище кавітації вимагає більш глибокого вивчення його впливу на динаміку ротора відцентрових машин, а знаходження причин утворення нестационарних гідродинамічних коливань потребує більш детального розгляду. Для цього необхідно створити достовірну математичну модель динаміки ротора відцентрового насоса з урахуванням взаємодії потоку з робочим колесом при кавітації. Для розв'язання цієї задачі в нестационарній постановці доцільно застосовувати числові методи досліджень, зокрема із використанням сучасних програмних комплексів, а саме ANSYS Workbench.

ЧИСЛОВИЙ РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ НОВИХ ШПАРИННИХ УЩІЛЬНЕНЬ З КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Гудкова О. В., аспірант; Дейнека А. В., старший викладач, СумДУ, м. Суми

Найбільш розповсюдженим типом ущільнень роторів відцентрових насосів та компресорів є шпаринні ущільнення. Шпаринні ущільнення виконують одночасно функції ущільнень та опор, що ускладнює їх розрахунок та проектування. Головною характеристикою шпаринних ущільнень окрім витоків є жорсткостні та демпфуючі властивості, та їх вплив на вібраційний стан ротора. Тому виникає необхідність розробки принципово нових конструкцій, що забезпечують економію енергії та перекачуваних продуктів, а також екологічну безпеку насосного і компресорного обладнання та методів їх розрахунку. Це можливо за рахунок використання сучасних композиційних матеріалів.

Використання сучасних композиційних матеріалів для виготовлення шпаринних ущільнень дозволяє покращити вібраційний стан ротора за рахунок зменшення зазору в ущільненні. 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.

Аналітичний розрахунок шпаринних ущільнень з композиційних матеріалів є наближеним. Це пов'язано з використанням багатьох прийнятих допусків. Тому перспективним є використання числових методів для розрахунку шпаринних ущільнень з композиційних матеріалів.

В роботі розглянуто шпаринне ущільнення робочого колеса відцентрового насоса виготовленого з композитного матеріалу. Шпаринне ущільнення розглядається як багатошарова оболонка з різною кількістю шарів та різного матеріалу. Слід зазначити, що між різницею переміщень точок сполучених поверхонь сусідніх шарів і дотичними напруженнями у поздовжньому напрямку існує залежність $u^{i-1}(r_i, z) - u^i(r_i, z) = k^i \tau_{rz}^i$. У загальному випадку k^i – заданий параметр, який визначається шляхом чисельних та експериментальних досліджень. Як граничні значення з цього рівняння постають два варіанти: $k^i = 0$ – спостерігається ідеальне прослизання суміжних шарів, $k^i = \infty$ – ідеальний контакт. Вважається, що радіальні напруження й переміщення при переході через поверхню розділу шарів стрибка не мають.

За допомогою числових методів отримано напружено-деформований стан ущільнення робочого колеса відцентрового насоса виготовленого з композитного матеріалу, під дією теплових та силових навантажень. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ КОРПУСА ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА ВИГОТОВЛЕНОГО МЕТОДОМ ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ

*Маленко О. О., студент, група КМ-41; Рогоуля В. В., студент, група КМ-41;
Гудков С. М., доцент, СумДУ, м. Суми*

Обов'язковим етапом в процесі розробки будь-якого нового виробу є його прототипування. Основною метою прототипування є оцінки ергономіки, візуалізації, дизайну, функціональності виробу. Для створення прототипів існує велика кількість методів і типів обладнання, які вибираються в залежності від поставлених завдань. Найбільш поширеною технологією є швидке прототипування (Rapid Prototyping, RP). Ця технологія дозволяє швидко, якісно і недорого виготовляти моделі нових виробів. RP - це пошарова побудова фізичної моделі (прототипу) відповідно до геометрії САD-моделі. Основна відмінність цієї технології від традиційних методів виготовлення моделей полягає в тому, що модель створюється не відділенням матеріалу від заготовки, а пошаровим нарощуванням матеріалу, що і становить модель. До її складу входять внутрішні і навіть рухливі частини. Моделі, виконані методом RP, можуть виготовлятися з різних матеріалів.

В роботі за допомогою технології RP виготовлений прототип консольного відцентрового насосу загальнопромислового призначення. В якості матеріалу використовувався ABS (AcrylonitrileButadieneStyrene) - це матеріал, який завдяки своїм перевагам широко використовується в промисловості. Процес створення прототипу складався з декількох етапів. На першому етапі за допомогою САD-систем створювалася модель насоса та його вузлів. На другому етапі на спеціально призначеному для цього принтері виконувався друк.

Головним елементом будь-якого насоса є його корпус. Корпус насоса ізолює робоче середовище, піддаючись його хімічному впливу, сприймає механічне та теплове навантаження. Тому надійність роботи насоса залежить від надійності його корпусу. Головною характеристикою надійності корпусу насоса є його міцність. Втрата міцності корпусу призводить до його руйнування, наслідком чого можуть бути великі економічні втрати, забруднення навколишнього середовища, а також нанесення шкоди життю людини.

Для перевірки міцності прототипу корпусу насоса за допомогою програмного комплексу ANSYSStudentv проводився розрахунок напружено-деформованого стану при робочому тиску. В результаті розрахунку отримано розподіл еквівалентних напружень, переміщення та виконано оцінку міцності прототипу корпусу насоса.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОПРУЖНОГО НАПРУЖЕНОГО СТАНУ КОМПОЗИТНИХ ТОРОВИХ ОБОЛОНОК

*Мисловська М. С., студ., гр. КМ.м-71; Немикін Д. В., студ., гр. КМ-41;
Дейнека А. В., старший викладач, СумДУ, м. Суми*

В даний час досить перспективним напрямком є роботи, пов'язані зі створенням композитних торових балонів для підводних апаратів, лабораторій і підводних бурових платформ. Як показують дослідження, заміна циліндричних балонів на рівновеликі композитні торові дає значний економічний ефект, а також знижує вагу конструкції. Сучасна технологія намотування дозволяє виготовляти об'ємні вироби практично будь-яких розмірів. Зокрема, намотані склопластики і вуглепластики, що володіють малою щільністю і високою питомою жорсткістю і міцністю, виявилися перспективним матеріалом для виготовлення міцних корпусів, що працюють під дією зовнішнього тиску. До того ж створення торових міцних корпусів з армованих пластиків виявляється більш простою процедурою, ніж з металів, які повинні піддаватися штампуванню, куванню, згинанню, мають добре зварюватися без втрати міцності і порушення герметичності з'єднань.

Проте, зазначені переваги до теперішнього часу залишаються нереалізованими через ряд невирішених задач проектування і технології намотування. До таких задач можна віднести створення надійної методики розрахунку торових балонів шаруватої структури і змінної товщини в меридіональному напрямку з наявністю міжшарових дефектів структури матеріалу.

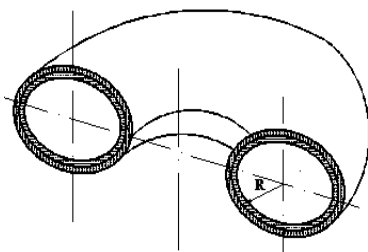


Рисунок 1 – Композитна торова оболонка

На основі методу скінченних елементів було досліджено термопружний напружений стан композитної торової оболонки під дією зовнішнього тиску та температурних навантажень. На основі модифікованого критерію міцності, який включає трансверсальні напруження і враховує вплив ослабленого міжфазного контакту шарів, досліджені питання конструкційної міцності торової оболонки шаруватої структури та змінної товщини в меридіональному напрямку.

АНАЛІЗ РАДІАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ РОТОРА ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА

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

Динамічні характеристики роторів швидкохідних машин, головним чином, визначаються діючими в зазорах проточної частини безконтактних ущільнень гідродинамічними силами, які в залежності від конструкції і умов роботи ущільнюючих вузлів, можуть стабілізувати його динаміку та зменшувати віброактивність, або навпаки, викликати втрату динамічної стійкості і руйнуючі для машини автоколивання ротора.

Особливістю шпаринних ущільнень є, те що вони являють собою повноохоплюючі малонавантажені гібридні підшипники ковзання і мають значний вплив на вібраційний стан ротора. Завдяки цьому ущільнення виступають як додаткові проміжні опори, підвищуючи критичні частоти ротора.

В відцентрових насосах для зменшення об'ємних втрат використовують багатошпаринні ущільнення.

Так як багатошпаринні ущільнення є деяким резервом підвищення об'ємного ККД - то дослідження якісного впливу їх окремих параметрів на величину і напрямок гідростатичної сили має практичне значення.

Аналіз впливу багатошпаринних ущільнень дозволяє вибрати їх конструкцію так, щоб у всьому робочому діапазоні рівень вібрацій не виходив за допустимі межі.

З радіальних сил, що виникають в кільцевих дроселях розглядаються сили, обумовлені напірним плином F_p і потоком витіснення: дисипативна сила F_d циркуляційна сила F_ω . Інерційні сили, через їхню малість не враховуються. Використовуються лінеаризовані вираження радіальних сил. Вихідним рівнянням в'язкої нестисливої рідини в каналі прийнято рівняння Рейнольдса розподілу тиску в короткому кільцевому каналі з відповідними граничними умовами.

Розглянуті вільні коливання ротора в багатошпаринних ущільненнях. Отримані частоти системи з урахуванням демпфування залежно від частоти обертання при різних тисках. На підставі результатів розрахунків проведено порівняння характеристик трьохшпаринного ущільнення з двохшпаринним.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ КСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БАГАТОШПАРИННИХ УЩІЛЬНЕНЬ

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

Одним із методів зменшення об'ємних витрат відцентрових насосів без збільшення їх габаритів є використання багатошпаринних ущільнень. Однак, такі ущільнення здатні погіршувати вібраційний стан машини, оскільки в них можуть виникати децентруючі гідродинамічні сили.

Метою досліджень є оцінка впливу геометричних параметрів багатошпаринних ущільнень на витоки і на вібраційний стан насоса при різних частотах обертання валу і величинах тиску ущільнювального середовища, яким є вода при нормальній температурі. Пристрій дозволяє плавно змінювати частоту обертання валу в діапазоні 0–12 000 об/хв. за допомогою тиристорного перетворювача. Тиск рідини 0–4 МПа забезпечується плунжерним насосом.

Змінні геометричні параметри: внутрішній і зовнішні діаметри кілець; товщини кілець; середні діаметри камер, довжина і кількість камер.

Вимірювані параметри: температура робочого середовища; частота обертання валу; напір насоса; амплітуда та фаза вібрацій ротора, витоки через ущільнення.

Експериментальні характеристики:

- залежність протікання через ущільнення від величини тиску,
- залежність витоків через ущільнення від частоти обертання валу.

Порядок проведення експерименту

1. Подання насосом рідини в вузол з ущільненням.
2. Установка необхідного тиску.
3. Пуск двигуна, плавне збільшення частоти обертання до робочої.
4. Випробування проводяться при різних тисках і частотах обертання.
5. Огляд кілець.

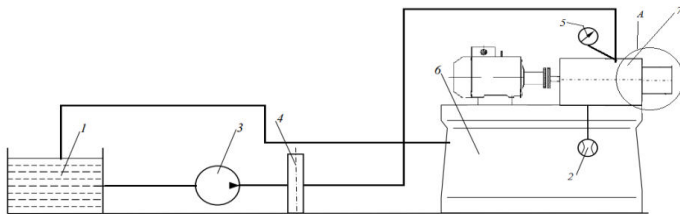


Рисунок 1 – Схема експериментального станда:

- 1 – бак; 2 – мірна ємність; 3 – плунжерний насос; 4 – гасник пульсацій;
5 – манометр; 6 – корпус станда; 7 – досліджуваний вузол

ВПЛИВ ВИПАДКОВОЇ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ «РОТОР-ШПАРИННІ УЩІЛЬНЕННЯ» НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА

Бідненко І. Г., студ., гр. КМ.м-71; Савченко Є. М., доцент, СумДУ, м. Суми

У сучасних умовах усе більше зростають потреби в стисканні і перекачуванні різноманітних рідин. Ці потреби переважно задовольняються відцентровими насосами, кількість яких тільки в Україні сягає мільйонів штук, а на їх роботу витрачається понад 50 % від всієї вироблюваної енергії.

Складною і надзвичайно важливою для таких машин є проблема герметизації ротора. Особливу актуальність ця проблема набуває в зв'язку з невідкладними проблемами захисту навколишнього середовища, адже через ущільнення роторів втрачається величезна кількість перекачуваних продуктів, які одночасно забруднюють навколишнє середовище.

Крім того, у відцентрових машинах близько 10 % споживаної потужності витрачається на перетоки через шпаринні ущільнення робочих коліс і системи авторозвантаження осьових сил. Однак енергію цих втрат можна перетворити в корисну енергію, якщо шпаринні ущільнення використовувати одночасно як гідростатичні опори. У цьому випадку енергія витоків не тільки може забезпечити необхідну несучу здатність опор, але і, що найважливіше, знизити до припустимого рівня вібрації ротора. Мова йде про силові гідродинамічні фактори, що виникають під час течії рідини чи газу в дроселюючих каналах ущільнень. Ротор і ущільнення розглядаються при цьому як замкнута гідромеханічна система, у якій роль сполучної ланки виконує перекачуване середовище, його інерційні й гідродинамічні характеристики. Вплив середовища особливо істотний при наявності великих градієнтів швидкостей і тисків. Такі умови саме й характерні для малих зазорів шпаринних ущільнень, на яких дроселюються великі перепади тиску, а одна із стінок належить ротору, який обертається й вібрує. Таким чином, ротор і ущільнення являють собою складну гідромеханічну систему, характеристики якої істотно впливають на надійність, герметичність і економічність відцентрових машин.

Аналіз теоретичних і експериментальних результатів з розрахунку характеристик шпаринних ущільнень показує, що дана проблема розв'язана не повністю. Існуючі на даний час методи аналітичного і чисельного розрахунку гідродинамічних параметрів ущільнень, дають результати, що розрізняються між собою і головне - не враховують випадкової природи геометричних характеристик ущільнень. Більшість дослідників розв'язують задачу підвищення надійності й герметичності системи «ротор-ущільнення» у детерміністичній постановці, не враховуючи випадкової зміни параметрів як самих ущільнень, так і динамічних навантажень, що діють на ротор, у процесі експлуатації, зокрема, через знос поверхонь. Все це доводить необхідність імовірнісного розрахунку, у якому відповідні параметри описуються випадковими величинами або функціями.

ВПЛИВ ВИПАДКОВОЇ ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Скиртач В. О., студент, гр. КМ-41; Савченко Є. М., доцент, СумДУ, м. Суми

Експлуатаційні характеристики роторних машин багато в чому визначаються працездатністю опорних і ущільнюючих вузлів. До роботи опорних вузлів пред'являється ряд специфічних вимог, відмінних від тих, яким повинні задовольняти ущільнювальні вузли, 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-охлоджуючого матеріалу, можливість використання в якості мастила робоче середовище, технологічність і зручність в експлуатації.

В даний час в якості опор роторів використовуються складні триботехнічні пристрої з різними фізичними принципами створення несучої здатності, включаючи підшипники кочення, магнітні підшипники, підшипники рідинного тертя і різні види їх комбінацій. Застосування підшипників кочення як опор високошвидкісних роторів обмежена їх граничною швидкохідністю і довговічністю, тому широке застосування знаходять підшипники ковзання, що дозволяють забезпечувати надійну роботу роторної машини в широкому діапазоні частот обертання і навантажень.

Різноманітність типів підшипників ковзання умовно можна розділити відповідно до наступних критеріїв: за принципом дії (гідродинамічні, гідростатичні, комбіновані); за напрямом і характером навантаження (радіальні, осьові і радіально-осьові); за типом мастила (рідинні, газові); за конструктивним виконанням.

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 методи 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.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА НА МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКАХ

Костель А., студ., гр. КМ-41; Симоновский В. И., профессор, СумГУ, г. Сумы

Для анализа нелинейных колебаний и устойчивости ротора турбокомпрессора на магнитном подвесе 225ГЦ2-135/12-50М (мощность 7,325 Мвт, рабочая частота вращения 8920 об/мин.) была разработана дискретная трех массовая неконсервативная нелинейная модель, представляющая собой систему дифференциальных уравнений 12-го порядка. Сосредоточенные массы модели оценивались с помощью метода идентификации на основе данных расчёта собственных частот и форм балочной конечно-элементной модели ротора.



Рисунок 1 – Общий вид ротора центробежного компрессора 225ГЦ2

В результате исследования методом численного интегрирования нелинейных колебаний ротора с помощью этой модели были получены зависимости граничной по устойчивости частоты вращения от ряда параметров подшипников и уплотнений, выявлены закономерности влияния этих параметров и получены количественные представления о полигармонических нелинейных колебаниях и запасах по устойчивости вращения рассмотренного ротора.

Список литературы:

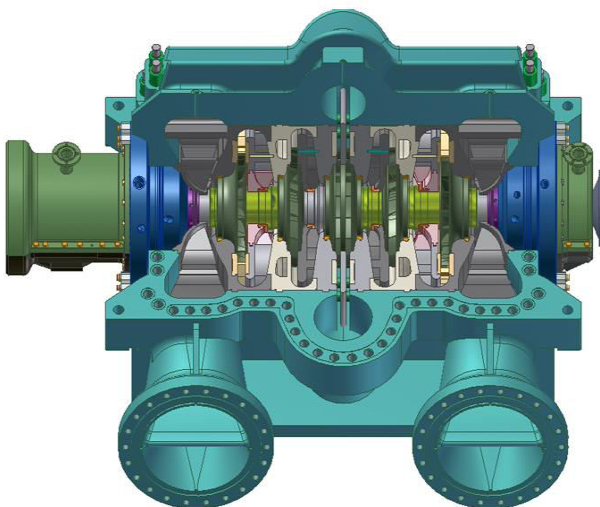
1. Разработка нелинейной математической модели ротора турбокомпрессора, вращающегося в сегментных подшипниках / В. И. Симоновский, Л. Н. Равлюк // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. – 2012. – № 2. – С.84–89.
2. Симоновский В. И., Василевский В. О. Особенности колебаний роторов турбокомпрессоров в неустойчивой области частот вращения / Журнал инженерных наук. – Том 1, № 2 (2014). – С. С1–С7.
3. Оцінювання коефіцієнтів математичних моделей за експериментальними даними. Теорія і практика : навч. посіб. / В. І. Симоновський. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 122 с.
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 oscillation of the rotor». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 61788 від 23.09.2015.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА НА СЕГМЕНТНЫХ ПОДШИПНИКАХ

Сумцова Н. О., студ., гр. КМ-41; Симоновский В. И., проф., СумГУ, г. Сумы

Для анализа устойчивости вращения ротора центробежного компрессора СОГ-4 (мощность 5,54 МВт, диапазон рабочих частот 5 740–8 610 об/мин.) были рассчитаны параметры дискретной трех массовой линейной модели ротора с помощью метода идентификации на основе данных расчёта собственных частот и форм балочной конечно-элементной модели ротора.

Разрез компрессора СОГ- 4 КС «Ямбургская»



С помощью этой модели были проведены исследования устойчивости вращения ротора, выявлены особенности влияния на устойчивость динамических параметров сегментных подшипников. Расчёт областей устойчивости был выполнен с помощью программы, реализующей метод Гурвица для линейных много массовых моделей роторных систем центробежных машин.

Список литературы:

1. В. И. Симоновский. Уточнения математических моделей коливальных систем за экспериментальными данными. – Сумы, вид-во СумДУ, 2010. – 91 с.
2. Математическая модель ротора турбокомпрессора для исследования несинхронных составляющих вибраций / В. Г. Гадяка, В. Д. Лейких, В. И. Симоновский // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2010. – № 2 (20). – С. 48–50.
3. Явление потери устойчивости вращения ротора на сегментных подшипниках / В. Г. Гадяка, Д. В. Лейких, В. И. Симоновский // Вибронадежность и герметичность центробежных машин : монография / под ред.: В. А. Марцинковского, А. В. Загорюлько. – Сумы : Сумский государственный университет, 2011. – С. 283–293.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ С АМПУТИРОВАННЫМИ НИЖНИМИ КОНЕЧНОСТЯМИ

Смирнов В. А., директор Центра НТТУМ, СумГУ;
Пазынюк Б. О., заведующий хирургическим отделением;
Стовбыр А. А., сосудистый хирург высшей категории;
Керей Д. Н., хирург, г. Сумы

Работа включает в себя III раздела: I – расчетно-теоретический; II – опытно-конструкторский, III – выводы, рекомендации, предложения.

В данном случае предложен к рассмотрению I раздел. В начале рассмотрены исходные данные для исследования, разница между датой операции и датой поступления, длительность нахождения на стационаре; даты поступления на стационар, в зависимости от прогноза центра «Галактика». Далее изучалась деятельность больших полушарий, функции левого и правого, принцип функциональной асимметрии, законы концентрации.

Предложена условная схема строения головного мозга, их функциональные зависимости. Показаны условные скорости образования рефлексов: безусловного и условного, Даны вопросы для апробации теста на темперамент, соотношение темпераментов с типами нервной системы и психическими реакциями. Рассмотрены основные положения к расчетно-теоретической части: конструктивные и расчетные схемы, конструктивные особенности (варианты). Определялись нормативные и расчетные нагрузки с определением значений внутренних силовых факторов для различных схем. Проводился выбор неблагоприятного сочетания ВСФ.

Задачи решались исходя из условия прочности, для различных видов деформации. Выполнена принципиальная аксонометрическая схема установки для реабилитации пациентов. Использовалась обучающая программа для обучения ходьбы. Дано теоретическое обоснование по способам задания движения, законы динамики для материальной точки и тела, виды сложных движений, свойства функций. Основные понятия кинематики при изучении движения тела и точки.

В разделе II планируется изготовить различные конструктивные элементы, провести их испытания, сопоставив с полученными расчетами и дать рекомендации по их целесообразности применения. В разделе III будут даны общие выводы, предложения по дальнейшей работе.

ОПЫТ РАННЕЙ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ НА БАЗЕ ЦЕНТРА ВНЕШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ г. ЛЕБЕДИН

*Смирнов В. А., директор Центра НТТУМ, СумГУ, г. Сумы;
Попова А. А., директор Лебединского центра внешкольного образования*

Проведение «деловой игры» при частичном отказе от традиционных методов обучения на наш взгляд покажет ее целесообразность. Очевидна необходимость использования дидактического принципа: связи теории с практикой. Предлагаются следующие способы обучения: сведение учебного материала в крупные блоки, использование самоанализа в выборе решения, «мозгового штурма». Все это позволит на наш взгляд прийти к необходимости более глубокой подготовленности учащихся (предварительно проигрывая проблемные ситуации), использования «бригадного» метода обучения, организации взаимопосещений, обобщения опыта проведения «деловой игры» и т. д.

К работе привлекались учащиеся 9–11 классов школ № 5, № 7 г. Лебедин. Предлагается вариант составления обучающей программы для проведения «деловой игры». Это прежде всего скелетная схема обучающей программы, включающая в себя следующий алгоритм: информационный, операционный кадр, контрольный и указательный, а также кадр обратной связи. Суть обучающей программы состоит в определении того, что должен изучать учащийся, как изучать, как создавать условия для контроля и самоконтроля учебной деятельности. Более подробно рассмотрим информационный кадр (рисунок 1).

В структуре умственного поиска предлагается рассмотрение здания центра внешкольного образования г. Лебедин, 2-х этажное, кирпичное, расположенное на самом рельефе местности. Далее дается анализ проблемной ситуации с учетом выполняемой геодезической съемки и геологических исследований. (Рисунок 2).

Предлагается выдвижение возможных путей решения. Мыслительные операции могут включать в себя: устройство контрфорса, зачатки бетонной смеси (возле фундамента), последовательная разборка здания, полное уничтожение. Все эти работы должны быть сопоставлены с трудоемкостью, номой времени, выработки себестоимости и т. д.



Рисунок 1

Далее рассмотрим операционный кадр.

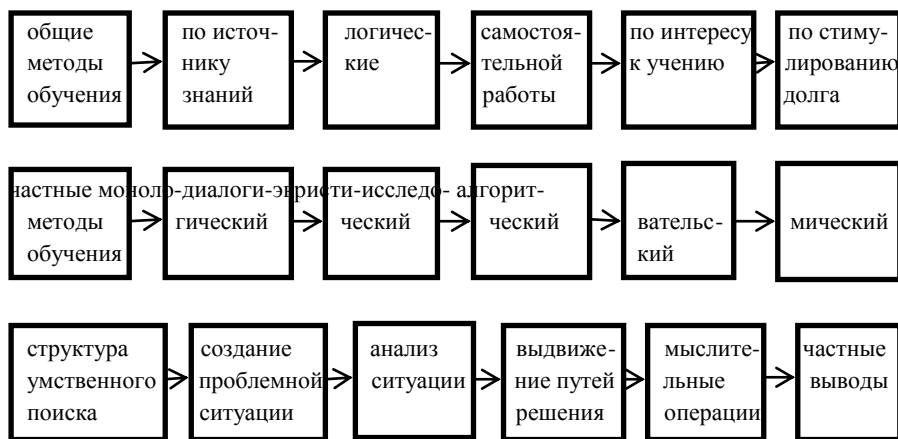


Рисунок 2

Далее рассматриваются частные выводы, соотношение их и общей вывод. В кадре обратной связи необходимо рассмотреть ответы возможные на вопросы: почему произошла недопустимая деформация, определение источника деформации, меры предполагаемые к исправлению ситуации, последствия к предполагаемым мерам, прогноз по затратам материальных средств, выбор единственного экономически обоснованного решения.

ВПЛИВ ВИПАДКОВОЇ ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОП'ЯТИ НА ЇЇ СТАТИЧНУ ХАРАКТЕРИСТИКУ

Сторож Ю. В., студент, гр. КМ-41; Сovenko Н. В., доцент, СумДУ, м. Суми

У більшості конструкцій високонапірних багатоступеневих насосів для розвантаження ротора від неврівноваженого осьового зусилля, що діє на його робочі колеса, використовують спеціальні автоматичні пристрої – гідроп'яти. Такий пристрій крім функції осьового підшипника з автоматичним регулюванням несучої здатності, виконує функцію кінцевого ущільнення, знижуючи тиск рідини від тиску нагнітання до тиску на вході у насос. При цьому втрати на гідроп'яті складають більше 5% всієї потужності насоса.

Автоматичний розвантажувальний пристрій включає в себе послідовно розташовані циліндричний і торцевий дросель, робочі характеристики яких і визначають роботу пристрою в цілому. При досить високому тиску характерні деформації опорного диска гідроп'яти, причому ці деформації ведуть до появи дифузійного зазору, що зменшує гідростатичну осьову силу на торцевому дроселі і торцеві витрати. Похибки при виготовленні і збірці гідроп'яти призводять до неплоскостності робочих поверхонь. В процесі монтажу насоса розвантажувальний диск гідроп'яти і нерухома подушка встановлюються з деяким перекосом по відношенню до осі обертання вала, що збільшує середній торцевий зазор, і опір торцевого дроселя зменшується. Початковий перекис і деформації обертового і необертового дисків істотно впливають на характеристики гідроп'яти. Загалом, геометрія дроселюючих каналів має стохастичний характер.

Метою статичного розрахунку є вибір основних геометричних параметрів гідроп'яти, за умови, щоб в заданому діапазоні осьової сили торцевий зазор і витрата рідини не виходили за допустимі межі. Розрахунок гідроп'яти як автоматичного пристрою, що регулює несучу здатність залежно від величини торцевого зазору, зводиться до побудови статичної характеристики - залежності величини торцевого зазору від врівноважуючої сили, що діє на ротор.

Проведено розрахунок статичної характеристики автоматичного врівноважує пристрої відцентрового насоса з урахуванням ймовірнісної природи геометричних характеристик дроселюючих каналів. А саме розглянуто вплив випадкової зміни вхідних витрат на розрахункові характеристики, що дає випадковий характер зміни параметрів врівноважуючого пристрою, а саме величини осьової врівноважуючої сил и, а отже і торцевого зазору. Відхилення зазору від розрахункового в будь-якому випадку призводить до негативних наслідків, а саме: зменшення - до задирів і повного виходу з ладу всього пристрою, збільшення - до зниження об'ємного ККД насоса.

СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГІДРОП'ЯТИ З УРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЇ ДИСКА

Гахун А. О., студент, гр. КМ.м-71; Совенко Н. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Розрахунок гідроп'яти, як системи автоматичного регулювання осьової сили, що діє ротор насоса, перш за все включає в себе статичний розрахунок. Метою статичного розрахунку є вибір основних геометричних параметрів гідроп'яти, за умови, щоб в заданому діапазоні сили торцевий зазор і витрата рідини не виходили за допустимі межі. На рисунку 1 наведена розрахункова схема автоматичного урівноважуючого пристрою.

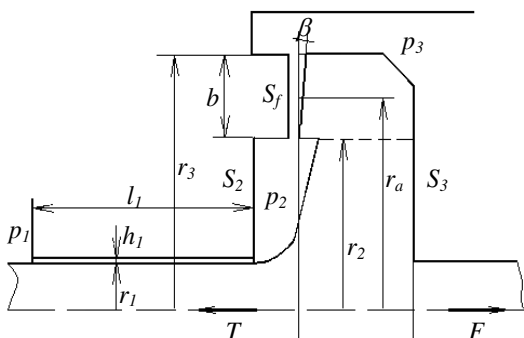


Рисунок 1 – Розрахункова схема гідроп'яти

Розрахунок гідроп'яти як автоматичного пристрою, що регулює несучу здатність залежно від величини торцевого зазора, зводиться до побудови статичної характеристики - залежності величини торцевого зазора від врівноважувати сили, що діє на ротор.

Шукана залежність визначається з умови осьової рівноваги розвантажувального диска гідроп'яти, а саме рівності сили, що діє на ротор, та результуючої осьової сили тиску, що діє на диск, яка складається з сили тиску в камері гідроп'яти і сили тиску в торцевому зазорі.

При обчисленні сили необхідно визначити розподіл тиску рідини на торцеві поверхні диска гідроп'яти. Тиск в камері гідроп'яти постійний, а в торцевому зазорі – змінюється по довжині. Тиск в камері розвантаження від величини торцевого зазора знаходиться з балансу витрат рідини через циліндричний і торцевий дроселі, які визначаються величиною зазора відповідної щілини. Провідність циліндричного дроселя залежить від величини радіального зазора і довжини щілини, які під час роботи не змінюються. Провідність торцевого дроселя залежить від величини торцевого зазора гідроп'яти і зумовлює залежність тиску в камері розвантаження від величини торцевого зазора.

ОЦІНКА ЧУТЛИВОСТІ ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШПАРИННИХ УЩІЛЬНЕНЬ ДО ВИПАДКОВИХ ЗМІН ЇХ ПАРАМЕТРІВ

Безверха В. О., студ., гр. КМ.м-71; Тарасевич Ю. Я., доцент, СумДУ, м. Суми

Мета роботи – визначення впливу випадкової зміни параметрів шпаринних ущільнень на їх витратні характеристики та на ККД багатоступінчастого відцентрового насоса. В роботі виконано аналітичний огляд літературних джерел, де показано, що проблема герметизації ротора насоса, насамперед у місцях його виходу з корпусу, є складною і надзвичайно важливою. Особливу актуальність ця проблема набуває у зв'язку з невідкладними проблемами захисту навколишнього середовища, адже через ущільнення роторів втрачається величезна кількість перекачуваних продуктів, які одночасно забруднюють навколишнє середовище. Одним з найпоширеніших типів ущільнень, що використовуються у відцентрових насосах вітчизняної промисловості та народного господарства, є шпаринні ущільнення. Оскільки шпаринні ущільнення є безконтактними, то їх робота супроводжується постійними витратами перекачуваного середовища, що негативно позначається на ККД насоса. З огляду на кількість насосів, що працюють у всіх галузях промисловості, легко уявити значення ущільнень не тільки для збереження навколишнього середовища, але і для підвищення економічної ефективності різноманітних виробництв.

В роботі показано, що через встановлені допуски на виготовлення ущільнюючих поверхонь шпаринних ущільнень розрахункові значення ККД насоса можуть різнитися з фактичним ККД насоса під час його експлуатації. Крім цього, в процесі роботи насоса можлива зміна основних геометричних параметрів шпаринних ущільнень через знос поверхонь, що також у більшості випадків негативно позначається на величині ККД насоса. В роботі проведено дослідження впливу випадкової зміни параметрів шпаринного ущільнення в процесі його роботи на значення ККД відцентрового насоса. Отримані в роботі уточнені залежності для визначення витрати через шпаринне ущільнення робочого колеса насоса дозволяють розрахувати енергію об'ємних втрат, які можна перетворити в корисну енергію, якщо шпаринні ущільнення використовувати одночасно як гідростатичні опори. У цьому випадку енергія витоків не тільки може забезпечити необхідну несучу здатність опор, але і, що найважливіше, знизити рівні вібрації ротора. Отримані результати роботи можуть використовуватися при розробці нових та удосконаленні існуючих методів підвищення вібронадійності, герметичності й екологічної безпеки відцентрових машин та створення на їх основі нових енерго- і ресурсозберігаючих конструкцій ущільнень роторів на підприємствах і в організаціях, які займаються розробкою, виготовленням, дослідженнями та експлуатацією насосного обладнання.

ОПОРНИЙ МЕХАНІЗМ З ВІЛЬНИМ ПЕРЕМІЩЕННЯМ ПРИ РОБОТІ ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ

*Сфименко С. А., бакалавр; Щербина В. Ю., доцент,
НТУУ «КПІ ім. Сікорського», м. Київ*

Робота обертових печей, промисловості будівельних матеріалів, відбувається в умовах високих температур, тисків та підвищеної запиленості. Такі умови вимагають особливих заходів щодо підвищення надійності, безпеки та довговічності. Розробка більш ефективного опорного механізму дозволить вирішити ці питання.

У даній роботі пропонується вдосконалення опорного механізму обертової печі [1], яка включає ролики здатні взаємодіяти з бандажем так, щоб забезпечити постійне утримання осі бандажа паралельно осі ролика та конструкції опорного механізму. Схема конструкції приведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Модернізація опірної механізму печі

Для визначення напружено-деформованого стану обертової печі застосовувалась інтегрована система VESNA, яка розроблена на кафедрі ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського [2].

Розрахункова модель обертової печі 4.5×80м приведена на рис. 2. Піч з закріпленням (рис. 2 а), фрагмент що моделює рухому опору (рис. 2 б).

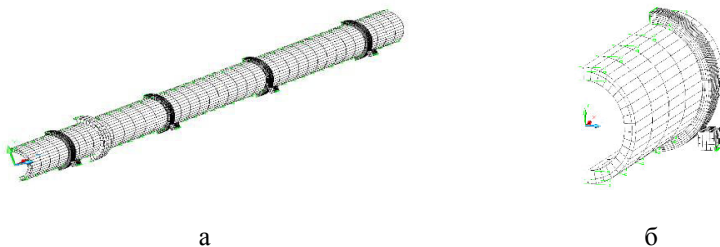


Рисунок 2 – Розрахункова модель:
а – обертова піч; б – опорний механізм

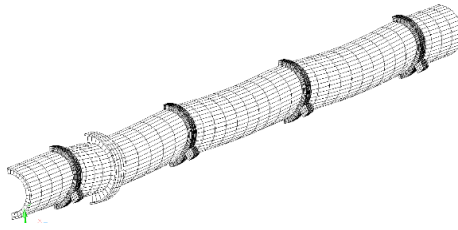
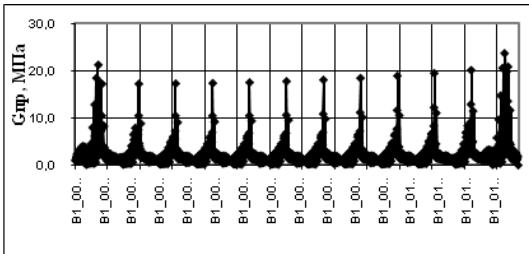
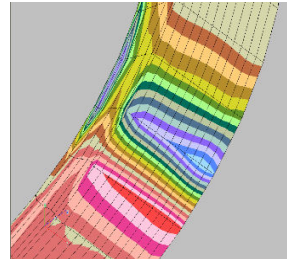


Рисунок 3 – Деформована схема

Деформована схема з коефіцієнтом масштабування 2 000 приведена на рис. 3. У центрі SE виникають приведені напруження для стандартної моделі – рис. 4 та для опори з вільним переміщенням рис. 5.

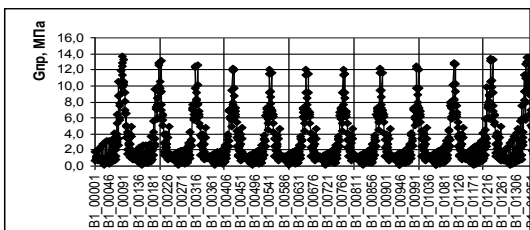


a

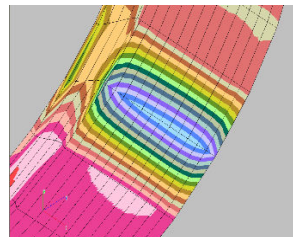


б

Рисунок 4 – Напруження базового опорного механізму:
а – графік приведених напружень; б – епюра напружень



a



б

Рисунок 5 – Напруження опорного механізму з вільним переміщенням:
а – графік приведених напружень; б – епюра напружень

З рисунків видно, що максимальні напруження в бандажі зменшились з 24,5 МПа до 13,9 МПа, крім того вони стали більш рівномірними і симетричними по ширині бандажа. Що пояснюється наявністю піддатливої роликної опори, яка здатна відслідковувати нахил корпусу оберткової печі і налаштовуватись під роботу бандажа.

Таким чином, використання опорного механізму сприяє зменшенню навантаження на бандаж на 56 % та більш рівномірному і симетричному розподіленню напружень по ширині бандажа. Розглянута схема зменшила кількість деталей підлягаючих тертю, що уповільнює знос використаних механічних частин. Навантаження в бандажі не перевищують допустимі і така конструкція може рекомендуватись для модернізації печі.

Список літератури:

1. Патент России, № 2202745. «Опорное устройство для вращающегося барабана и вращающийся барабан, оснащенный таким устройством».
2. Сахаров О. С., Щербина В. Ю., Гондляр О. В., Сівецький В. І. САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості: Навчальний посібник – К. : ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006. – 156 с.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МЛИНА «ГІДРОФОЛ» З МОДЕРНІЗОВАНИМ БАРАБАНОМ

*Гонка О. Ю., бакалавр, ІХФ; Щербина В. Ю., доцент,
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ*

Майже на будь-якому виробництві процес подрібнення матеріалів є одним з найважливіших. Він використовується в вугільній, будівельній та металургійній та інших галузях промисловості. Досить часто для виконання цього процесу використовуються млини самоподрібнення типу «ГІДРОФОЛ», які є надійними та продуктивними установками. Тому з метою підвищення ефективності подрібнення та покращення роботи питання їх модернізації є вкрай актуальними.

З метою підвищення ефективності подрібнення та збільшення продуктивності млина в барабан встановлюються дистанційно розташовані ряди підйомних елементів, які виконані у вигляді ножів, тильна сторона яких по ходу обертання барабана перекрита балкою, що розташована в основі ножів, а передня сторона перекривається балкою, яка розташована у ріжучій кромці [1].

В даній роботі проведений чисельний експеримент який моделює роботу млина та встановлюється працездатність запропонованої конструкції. Для розрахунку використовувалась інтегрована система VESNA [2]. Система розроблена на кафедрі ХПСМ НТУУ «КПІ» і дозволяє виконувати теплові, гідродинамічні розрахунки та розрахунки на міцність просторових об'єктів.

Розрахункова схема конструкції, що приведена на Рис.1. містить барабан млина, броньову футерівку, розділювальну перегородку, опірні цапфи та вінцеву шестерню. Барабан млина має встановлені по колу ряди ножів та балки які до них кріпляться.

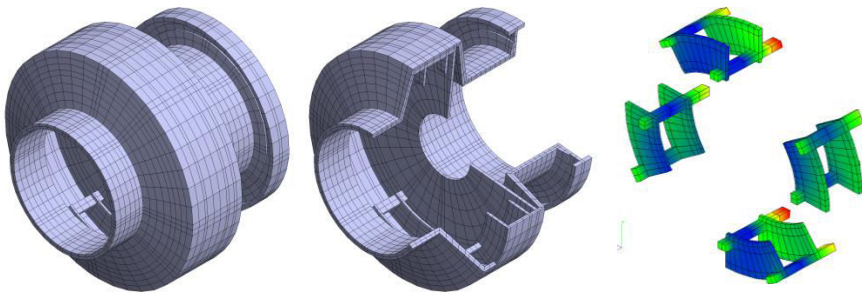


Рисунок1 – Розрахункова схема

У результаті розрахунку був визначений напружено-деформований стан млина. Для аналізу пружно-деформованого стану та працездатності

млина на рис. 2, показані приведені напруження, які визначались в центрах скінчених елементів по енергетичній теорії міцності.

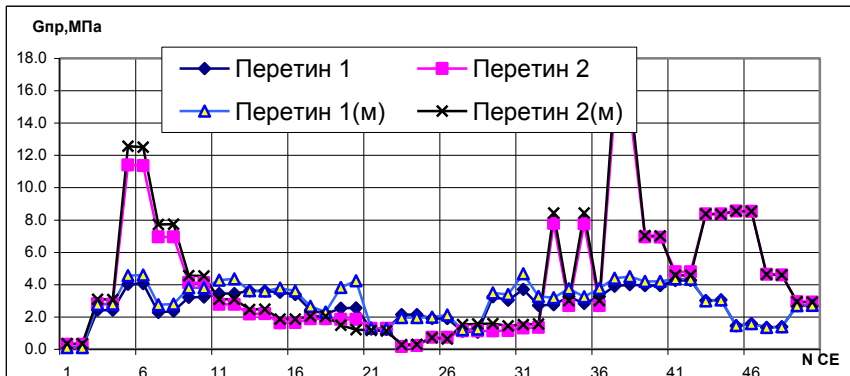


Рисунок 2 – Результати розрахунку

Позначення «Перетин 1» на рис. 2 відповідає куту 180° , «Перетин 2» – 270° ; (м) – для модернізованого млина з ножами та балками.

Аналізуючи отримані результати було встановлено, що ножі та балки, які використовуються в млині не суттєво збільшують напруження в корпусі. Максимальні напруження в загрузочній цапфі склали 11.5 МПа для базового варіанту млина і 13.1 МПа для млина запропонованої конструкції. Для розвантажувальної цапфи 14.5 МПа та 16.2 МПа відповідно. Такі навантаження для корпусу є допустимими і дозволяють використовувати зазначене технічне рішення в млинах самоподрібнення типу «ГІДРОФОЛ» так як допустимі напруження, з врахуванням циклічності навантажень, роботи у відкритому приміщенні та інших факторів складають $[\sigma] = 62$ МПа.

Таким чином, результати розрахунку дають змогу провести аналіз технологічних параметрів модернізованих частин машини у різних експлуатаційних умовах і обрати раціональні параметри їхньої роботи та конструкцій в цілому.

Запропоноване конструктивне рішення для модернізації млина самоподрібнення «ГІДРОФОЛ», яке дозволяє збільшити продуктивність та підвищити ефективність подрібнення, задовольняє вимогам надійності конструкції.

Список літератури:

1. Патент РФ №2013130. Мельница самоизмельчения. Чурюмов В. А.
2. О. С. Сахаров, В. Ю. Щербина, О. В. Гондляр, В. І. Сівецький. «САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості»: Навчальний посібник – К. : ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006. – 156 с.

ТРУБНИЙ МЛИН З ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ КОРПУСУ

*Точинський В. О., бакалавр; Щербина В. Ю., доцент,
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ*

Одним з найважливіших технологічних процесів майже на будь-якому виробництві є подрібнення матеріалів до часток різної величини. Подрібнення матеріалів використовується в хімічній, будівельній, металургійній, харчовій та інших галузях промисловості. При виробництві цементу «сухим» способом здебільшого використовується барабанний млин 4.6x10м. Тому питання зниження його енергоємності, підвищення продуктивності та ефективності подрібнення є актуальними.

Згідно [1] запропонована конструкція (рис. 1), що включає установлений з можливістю обертання на опорах 2 барабан 1 з ободами 5 та ребрами 6, встановленими з інтервалом, та пристрої завантаження 4 та розвантаження 3.

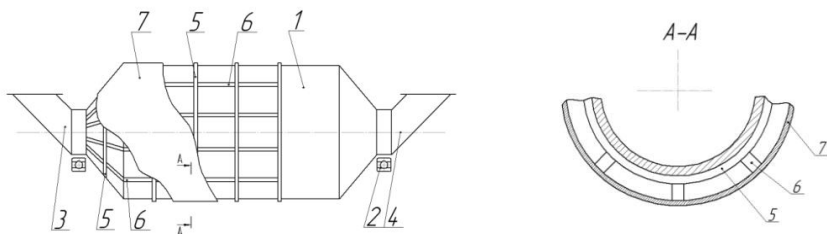


Рисунок 1 - Барабанний млин модернізований

Чисельне моделювання. Для рішення задачі використовувалась інтегрована система VESNA, розроблена на кафедрі ХПСМ НТУУ “КПІ”[2]. Складено розрахункову систему для скінченного елементного аналізу конструкцій (рис. 2).



а – схема млина;

б – схема ободів та ребер;

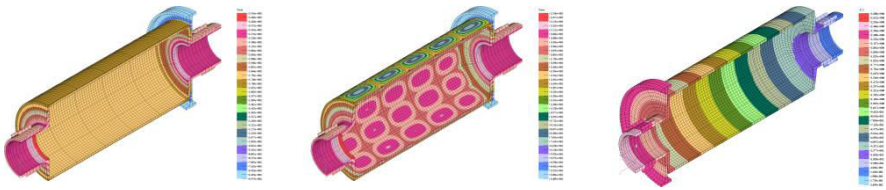
в – схема термоізоляції

Рисунок 2 – Розрахункова схема

Отримано схему розподілу температур в базовій (рис. 3 а) та модернізованій (рис. 3 б) конструкції, розраховано переміщення (рис. 3 в).

В трубному млині 4.6x10 мм ребра, ободи та обичайка моделюються сталевими, а термоізоляція виконана з базальтового волокна. Температура

газового потоку, що потрапляє в млин становить 400°C . Коефіцієнт тепловіддачі до броньових плит $\alpha_1 = 19 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, зовнішньої поверхні млина $\alpha_2 = 3.5 + 0.062T$. Середній тепловий потік по корпусу барабану млина для базової та модернізованої конструкції, склали відповідно $2527,7 \text{ Вт}/\text{м}^2$ і $1626 \text{ Вт}/\text{м}^2$.



а – температури в базовій конструкції;

б – температури в модернізованій конструкції;

В переміщення

Рисунок 3 – Результати розрахунку

Для визначення приведених напружень в корпусі трубного млина використовується енергетична теорія міцності. Отримані значення напруження в корпусі млина показані на рис. 4.

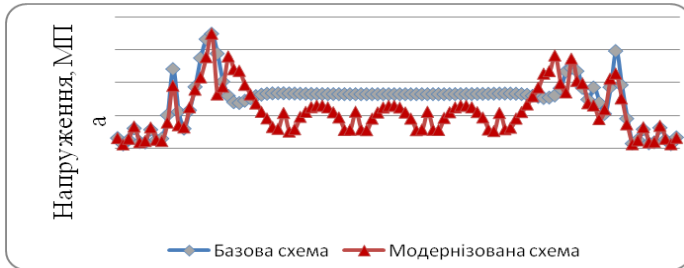


Рисунок 4 – Напруження приведені для корпусу млина

Дана модернізація дає змогу підвищити ефективність подрібнення матеріалу та збільшити міцність корпусу барабану млина. Приведені напруження в корпусі зменшуються на 40 %, а теплові витрати барабану на 35 % що в свою чергу підвищує ефективність процесу подрібнення та зменшує енергозатрати на нагрів матеріалу.

Список літератури:

1. Пат. № 88496 Україна, МПК В02С 17/00. Барабанный млин / Щербина В. Ю., Гондляр О. В., Товкач О. М.; № u201307073; заявл. 05.06.2013 ; опубл. 25.03.2014, Бюл. № 6/2014.
2. Сахаров О. С. САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості: Навчальний посібник / О. С. Сахаров, В. Ю. Щербина, О. В. Гондляр, В. І. Сівецький. – К. : ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006. – 156 с.

МЕХАНІЗМ РОБОТИ І ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ УЩІЛЬНЕНЬ З ПЛАВАЮЧИМИ КІЛЬЦЯМИ

Міщенко С. О., завідувач навчальної лабораторії, СумДУ, м. Суми

Ущільнення з плаваючими кільцями (рис. 1) являють собою комбінацію кільцевого дроселя B (безконтактне шпарове ущільнення) і торцевого контакту C , що виконує функцію механічного торцевого ущільнення. Дросель B утворений поверхнею валу 1 та внутрішньою циліндричною поверхнею плаваючого кільця 4. Попереднє натиск кільця до нерухої поверхні кришки 2 здійснюється пружними елементами 5, що розташовані у втулці 6, яка закріплена в корпусі 7. Можливе обертання кільця разом з валом утримується штифтами 3. Штифти, пружини та втулка 6 не є обов'язковими елементами конструкції.

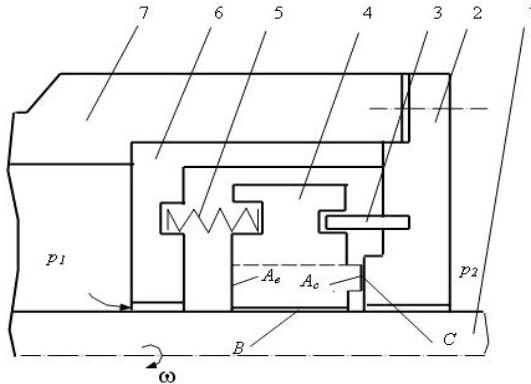


Рисунок 1 – Схема шпаринного ущільнення з плаваючим кільцем

За рахунок тиску p_1 на поверхню A_e , що навантажується, утворюється осьова сила $F_c = A_e p_1$, що забезпечує необхідну щільність торцевого контакту C . Радіальна гідродинамічна сила F_y , що виникає в шпаринному ущільненні B і пропорційна ексцентриситету кільця відносно валу, забезпечує самоцентрування кільця, якщо за величиною вона перевищує силу тертя $R_c \cong fF_c$ в торцевому контакті.

Завдяки здібності плаваючого кільця до самоцентрування, радіальний зазор в кільцевому дроселі можна робити в декілька раз меншим, ніж у звичайних шпаринних ущільненнях, без загрози зіткнення кільця з валом, що обертається. Оскільки витoki через кільцевий дросель пропорційні

кубу зазору (H^3) для ламінарного режиму витікання, і $H^{3/2}$ для турбулентного, ущільнення з плаваючими кільцями здатні забезпечити значне зниження протікання у порівнянні зі звичайними шпаринними ущільненнями.

Герметичність торцевого стику С залежить від відношення контактного тиску $p_c = F_c / A_c$ до ущільнювального тиску p_l . Контактне ущільнення, у свою чергу, визначається коефіцієнтом навантаження. Конструкція ущільнення дозволяє змінювати цей коефіцієнт у широких межах, задовольняючи потреби герметичності. Плаваюче кільце не обертається, тому витрати потужності на тертя в торцевому стику менше, ніж в механічних торцевих ущільненнях. Завдяки цьому відпадає проблема відводу тепла від поверхонь контакту, а саме ущільнення не має жорстких обмежень по окружній швидкості $v = \omega r$ у і по ущільнювальному тиску p_l . Іншими словами, фактор $p_l v$ для шпаринних ущільнень з плаваючими кільцями не є визначальним.

Із механізму роботи ущільнення випливає, що кільце плаває, якщо виконується умова самоцентрування $F_{y,max} > R_c$. Але, якщо ця умова не виконується і кільце не плаває, то воно все таки зміщується в радіальному напрямленні під дією ударів зі сторони валу. Маючи на увазі, що енергія удару обмежена роботою сили тертя на торцевому стику, можна підібрати матеріали, для яких такі легкі епізодичні удари безпечні. Кільце порівняно легко займає нейтральне положення, в якому забезпечується безударна робота. Необхідно тільки, щоб амплітуда поперечних коливань валу не перевищувала величини радіального зазору, а матеріал ущільнювальних поверхонь протистояв задирам при коротких контактах на перехідних режимах. У багатьох випадках такі напіврухомі або умовно рухомі кільця виявляються більш ефективними, оскільки мають вищу статичну і динамічну стійкість.

Ущільнення з плаваючими кільцями використовується в насосах різноманітного призначення, в турбонасосних агрегатах рідинних ракетних двигунів, у стаціонарних і транспортних відцентрових компресорах, для ущільнення криогенних рідин і високотемпературних середовищ, які володіють низькими мастильними якостями.

У складних запірних ущільненнях високонапірних машин, у яких не допускається неконтрольовані витоки рідини, яка перекачується, плаваючі кільця використовуються в якості внутрішніх ущільнень, що розділяють порожнини з робочим і запірним середовищем. Прикладом можуть бути запірні кінцеві ущільнення живильних насосів і відцентрових компресорів високого тиску, системи ущільнення валів головних циркуляційних насосів атомних електростанцій.

ШПАРИННІ УЩІЛЬНЕННЯ ТА ВІБРАЦІЇ РОТОРІВ

Мищенко А. Є., студ., гр. ІН-61; Марцинковський В. А., проф., СумДУ, м. Суми

Основними показниками технічного рівня відцентрових машин, особливо високонапірних швидкохідних, є їх вібраційний стан, а головне джерело вібрації – неурівноважений ротор. Ротор багатоступеневого відцентрового насоса обертається в шпаринних ущільненнях, які мають вигляд короткого кільцевого каналу з радіальним зазором 0,15-0,3 мм. Кожен ступінь ізольований від суміжних ступенів двома шпаринними ущільненнями. Окрім того, такі ущільнення використовуються в системах авторозвантаження осьових сил. Таким чином, ущільнення розміщені досить густо по всій довжині ротора. При цьому об'ємні втрати (сюди входять і внутрішні перетікання) складають від 5 до 10% подачі насоса.

На ущільненнях вхідних воронок робочого колеса дроселюється напір ступені, що досягає 10 МПа, а на циліндричному дроселі автомата розвантаження – приблизно половина повного тиску, що розвиває насос: 10-20 МПа. При неминучих ексцентриситетах ротора шпаринні ущільнення працюють як гідростатодинамічні підшипники, радіальна жорсткість яких пропорційна дроселюючому перепаду тиску. Як правило, жорсткість ущільнень або порівняна, або перевищує жорсткість підшипників ковзання. Тому ущільнення працюють як додаткові проміжні опори, які визначають вібраційні характеристики ротора: ротор, «гнучкий» без обліку ущільнень, стає «жорстким» в ущільненнях. Ущільнення не тільки міняють критичні частоти ротора, але й істотно впливають на амплітуди його вимушених коливань і на границі його динамічної стійкості. В результаті, проблеми безконтактних шпаринних ущільнень зростаються з проблемами гідростатодинамічних підшипників і проблемами динаміки роторів. Виникає нова важлива та цікава гілкагідродинамічної теорії змашування, яка не має невизначеності в рамках кордонів шару змашування: осьовий перепад тиску забезпечує суцільність витратної течії у всьому кільцевому зазорі.

Визначення гідродинамічних характеристик ущільнень: витрат, моменту тертя, радіальних сил і моментів, потребує вирішення рівнянь нестационарної, в основному турбулентної течії в'язкої рідини в кільцевих каналах, стінки яких пов'язані з пружним ротором. Вібрації ротора визначаються гідродинамічними характеристиками ущільнень. В результаті, ущільнення і ротор утворюють замкнуту, багатоконтурну, гідромеханічну систему, фізично складними ланками якої є кільцеві дроселі.

Рівень вібрації роторної машини – найбільше важлива інтегральна характеристика її технічного стану, тому прогнозування вібрацій і розробка конструкцій шпаринних ущільнень, які володіють завищеною жорсткістю і демпфуванням і здатні гасити коливання ротора, є важливими практичними завданнями.

БЕЗВАЛЬНИЙ ВІДЦЕНТРОВИЙ НАСОС З КОМБІНОВАНОЮ ОПОРОЮ-УЩІЛЬНЕННЯМ

Мищенко А. Є., студент, гр. ІН-61; Гудков С. М., доцент, СумДУ, м. Суми

В роботі розглянута конструкція та принцип роботи відцентрового насоса, в якому робоче колесо вільно плаває в шпаринних ущільненнях, а крутний момент приводу передається на колесо через гнучкий торсіон. В плаваючому стані робоче колесо (ротор) підтримується радіальними силами і моментами, що виникають у кільцевих зазорах опорно-ущільнюючого вузла, а також гіроскопічним моментом самого робочого колеса. В результаті ротор самоцентрується та займає найбільш стійке по відношенню до зовнішніх збурень, положення. Безконтактний стан ротора забезпечується комбінованим опорно-ущільнюючим вузлом, який одночасно виконує функції заднього шпаринного ущільнення та саморегулюемого радіально-упорного гідростатичного підшипника. Несуча здатність підшипника пропорційна дросельованому на ньому перепаду тиску і залежить від осьового положення ротора, тобто від величини торцевого зазору.

У даній роботі наведений статичний розрахунок комбінованого опорно-ущільнювального вузла безвального насоса. На основі рівняння балансу витрат одержано вирази коефіцієнта осьової гідростатичної жорсткості. Жорсткість опорно-ущільнювального вузла негативна, що свідчить про стійкість рівноваги. Із рівняння осьової рівноваги отримані статичні характеристики-залежності осьового положення ротора (торцевого зазору) і витрат від зовнішнього впливу. В якості впливу виступають тиск нагнітання і всмоктування, частота обертання, радіальний ексцентриситет. Отримані аналітичні вирази статичних характеристик дозволяють на стадії проектування вибрати основні геометричні параметри вузла, які забезпечують потрібний торцевий зазор в усьому робочому діапазоні зміни зовнішнього впливу.

Працездатність досліджуваної конструкції підтверджується дослідженнями експериментальних зразків насосів, а також результатами експлуатації натурних машин. Ці результати підтверджують суттєві переваги безвальних конструкцій відцентрових насосів у порівнянні з традиційними до яких відноситься:

- зменшені масогабаритні показники за рахунок усунення виносних підшипникових опор;
- покращені віброакустичні характеристики;
- збільшена надійність і ресурс агрегату;
- спрощене технічне обслуговування, монтаж і наладка.

РОЗШИРЕННЯ ДІАПАЗОНУ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ ДИНАМІЧНИХ СЕПАРАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОКОАГУЛЯЦІЇ ГАЗОРІДИННОГО ПОТОКУ

*Дем'яненко М. М., аспірант; Павленко І. В., доцент;
Ляпоценко О. О., доцент, СумДУ, м. Суми*

На сьогоднішній день для покращення якості продукції, зменшення енерговитрат, габаритів та маси технологічного устаткування нафтових і газових підприємств необхідно розв'язати одну з головних задач підвищення ефективності та надійності сепараційного обладнання. Основними способами удосконалення внутрішніх відповідних пристроїв є встановлення насадок для коалесценції та фільтруючих насадок, або їх тонкошарових модулів; застосування змочуваних або не змочуваних матеріалів, створення регулярно-структурованих елементів з організованим відведенням рідини. Використання цих способів не повністю вирішує проблему зміни режимних параметрів сепараційного обладнання під час експлуатації систем видобутку, підготовки та переробки вуглеводневої сировини.

Для вирішення вищезазначеної проблеми запропонований метод інтенсифікації процесу розділення фаз шляхом застосування динамічних сепараційних елементів. Їх робота супроводжується динамічними гідроаеропружними явищами, зокрема флатером і бафтингом. При цьому коливання пружних відбійних елементів призводить до коагуляції крапель газорідного потоку.

Спосіб акустичної коагуляції краплин, у якому використовується накладання акустичних коливань із заданою частотою на газодисперсний потік, також дозволяє створити інтенсивні механічні коливання високодисперсних зважених краплин рідини у потоці, що призводить до різкого збільшення кількості їх зіткнень. При цьому, від час накладання акустичних коливань може спостерігатись негативний ефект необгрунтованого підвищення дисперсності рідкої фази. Отже, встановлення частоти коливань, при якій спостерігається коагуляція частинок, є актуальною задачею.

Ураховуючи вищесказане, в результаті коливань пружних відбійних елементів та викликаних ними коливань потоку, спостерігається збільшення краплин, а отже і підвищення ефективності розділення. Таким чином, за рахунок використання явищ флатеру або бафтингу можливе розширення використання динамічних сепараційних пристроїв. Для цього необхідно створити достовірну математичну модель взаємодії газорідного потоку та динамічними відбійними елементами. Відповідні дослідження виконуються у рамках виконання проекту «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання» на замовлення Міністерства освіти і науки України (ДР № 0117U003931).

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА

*Павленко І. В., доцент; Іванов В. О., доцент, СумДУ, м. Суми, Україна;
Трояновська Ю., Ph.D., асистент, Познанський технологічний університет,
м. Познань, Польща; Самохвалов Д. О., провідний інженер-програміст;
Іземенко В. В., студент, гр. ІМ-71, СумДУ, м. Суми, Україна*

Процес підготовки сучасного інженера пов'язаний з розробкою та імплементацією інноваційних технологій у навчальний процес для формування професійних компетентностей студентів при вивченні дисциплін інженерного спрямування.

У роботі представлено мобільний додаток “ARinEngineeringGraphics”, заснований на застосуванні технології доповненої реальності[1], який дозволяє представляти двовимірні кресленникидеталей у вигляді їх тривимірних моделей (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Застосування технології доповненої реальності
в графічних дисциплінах інженерного спрямування

Запропонована технологія спрямована на покращення професійних компетентностей майбутніх інженерів та підвищення рівня їх мотивації. Реалізація результатів у навчальному процесі показує ефективність та можливість застосування даного підходу для інших галузей інженерії.

Список літератури:

1. Židek K. Využitírozšířenejrealityprimontážnomprocesev masovokustomizovanejvýrobe / K. Židek, I. Pavlenko, S. Bednár // Automatizácia a riadenie v teórii a praxi : 12 ročníkkonferencieodborníkov z univerzít, vysokýchškól a PRAXE (07.02–09.02.2018, StaráLesná, SlovakRepublic. – P. 35-1–35-8.
2. Іземенко В. В. Застосування технології доповненої реальності у нарисній геометрії / В. В. Іземенко; наук. керівники: І. В. Павленко, В. О. Іванов // Матеріали ІХ студентської конференції «Перший крок у науку» (м. Суми, 25 лютого 2018 р.). – Суми : СумДУ, 2018. – С. 116.

ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ У ГРАФІЧНИХ ДИСЦИПЛІНАХ ІНЖЕНЕРНОГО СПРЯМУВАННЯ

*Павленко В. В., завідувач відділення, МК СумДУ;
Павленко І. В., доцент; Лазаренко А. Д., студент, гр. І-72;
Яковчук В. В., студент, гр. ІМ-71, СумДУ, м. Суми*

У сучасному машинобудівному виробництві широко застосовуються CAD/CAM/CAE технології, які дозволяють реалізувати процес проектування виробів у такий спосіб, що усі проектні рішення одержуються у результаті обчислення елементів відповідних математичних моделей [1]. При цьому підготовка сучасного інженера неможлива без отримання професійних компетентностей у результаті вивчення нарисної геометрії як базової дисципліни в усьому циклі графічних дисциплін інженерного спрямування.

Існує ряд позиційних і метричних задач, для розв'язання яких слід застосовувати комбінації способів перетворення комплексного креслення, косокутного проєціювання, допоміжних січних поверхонь-посередників [2].

Зокрема, для розв'язання однієї з найскладніших задач нарисної геометрії про знаходження точок перетину просторової кривої із поверхнею традиційно застосовується метод січних поверхонь-посередників. Однак, цей спосіб супроводжується необґрунтованою кількістю допоміжних точок і ліній допоміжних побудов, а лінія перетину інтерполюється за дискретним набором отриманих точок [3]. Подолання цих недоліків можливе шляхом застосування альтернативного методу послідовних наближень [4], який відрізняється точністю, простотою та можливістю числової реалізації.

Список літератури:

1. Лазаренко А. Д. Застосування методу послідовних наближень для визначення перетину тіл обертання з просторовими кривими / А. Д. Лазаренко; наук. керівник І. В. Павленко // Матеріали ІХ студентської конференції «Перший крок у науку» (м. Суми, 25 лютого 2018 р.). – Суми : СумДУ, 2018. – С. 300–301.
2. Яковчук В. В. Альтернативні способи розв'язання позиційних задач нарисної геометрії / В. В. Яковчук; наук. керівник І. В. Павленко // Матеріали ІХ студентської конференції «Перший крок у науку» (м. Суми, 25 лютого 2018 р.). – Суми : СумДУ, 2018. – Секція «Математичні науки. Комп'ютерні та інформаційні технології». – С. 115.
3. Павленко І. В. Нарисна геометрія : підручник / І. В. Павленко, В. В. Павленко. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 239 с.
4. Павленко І. В. Застосування методу послідовних наближень для визначення точок перетину просторової лінії з поверхнею тіла обертання / І. В. Павленко // Вісник СНАУ. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – 2011. – № 1 (23). – С. 85–89.

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОР БАГАТОСТУПІНЧАСТИХ ВІДЦЕНТРОВИХ МАШИН

*Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми, Україна;
Пітель Я., Ph.D., професор, Технічний університет м. Кошице,
м. Прешов, Словаччина*

Інтенсифікація робочих процесів у машинобудуванні відбувається за рахунок використання сучасного енергоємного обладнання. При цьому значущу роль відіграють багатоступінчасті відцентрові машини, перманентне підвищення параметрів яких призводить до необхідності вирішення проблем вібраційної надійності. З огляду на це, дослідження динаміки гнучких роторів є актуальною задачею, ускладненою необхідністю оцінювання жорсткісних характеристик підшипникових опор, що залежать від частоти обертання ротора [1].

Сучасні методи дослідження динаміки роторних систем переважно засновані на використанні методускінчених елементів [2]. Однак, ідентифікація характеристик підшипникових опор з урахуванням податливості корпусу і залежності жорсткості від частоти обертання ротора практично унеможливує застосування існуючих традиційних підходів. Для розв'язання цієї проблеми у роботі пропонується використовувати штучні нейронні мережі завдяки їх здатності реалізувати регресійні моделі з суттєво нелінійними співвідношеннями між вхідними та вихідними параметрами [3]. Доцільність застосування штучних нейронних мереж підтверджена з огляду на підвищення точності оцінювання параметрів математичних моделей.

Отримані результати дозволяють визначити напрямки подальшої реалізації штучних нейронних мереж, зокрема, для ідентифікації нелінійних жорсткісних характеристик підшипників і проведення процедури балансування гнучких роторів багатоступінчастих відцентрових машин.

Список літератури:

1. Павленко І. В. Исследование критических частот ротора центробежного компрессора с учётом жёсткости опор и уплотнений / И. В. Павленко, В. И. Симоновский, Я. Питель, А. Е. Вербовой, М. Н. Демьяненко // Журнал інженерних наук : науковий журнал. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – Т. 4, № 1. – С. С1–С6.
2. Pavlenko I. V. Dynamic analysis of centrifugal machine rotors supported on ball bearings by combined using 3D and beam finite element models / I. V. Pavlenko, V. I. Simonovskiy, M. M. Demianenko // IOP Series: Materials Science and Engineering, 2017. – Vol. 233 (2017), 012053.
3. Pavlenko I. Dynamic analysis of centrifugal machines rotors with combined using 3D and 2D finite element models : Monograph / I. Pavlenko, V. Simonovskiy, J. Pitel', M. Demianenko // Lüdenscheid : RAM-VERLAG, 2018.

ВИЗНАЧЕННЯ РАДІАЛЬНОЇ ТА ОСЬОВОЇ ЖОРСТКОСТІ ПІДШИПНИКОВИХ ОПОР ТУРБОНАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

*Павленко І. В., доцент; Симоновський В. І., професор;
Дем'яненко М. М., аспірант, СумДУ, м. Суми*

Досвід проектування турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів свідчить про те, що наявність попередніх зазорів у підшипникових опорах значно знижує, а попереднє осьове навантаження – підвищує жорсткість опор. Крім того, нелінійність жорсткісних характеристик впливає на амплітуди прогинів роторів при дослідженні їх вимушених коливань [1].

Для визначення жорсткості підшипникових опор з урахуванням початкових зазорів, попереднього осьового навантаження, обертання ротора і податливості корпусних елементів застосовуються програмний комплекс “ANSYS Workbench” і його модулі “Static Structural”, “Transient Structural”. Відповідна схема навантаження наведена на рисунку 1.

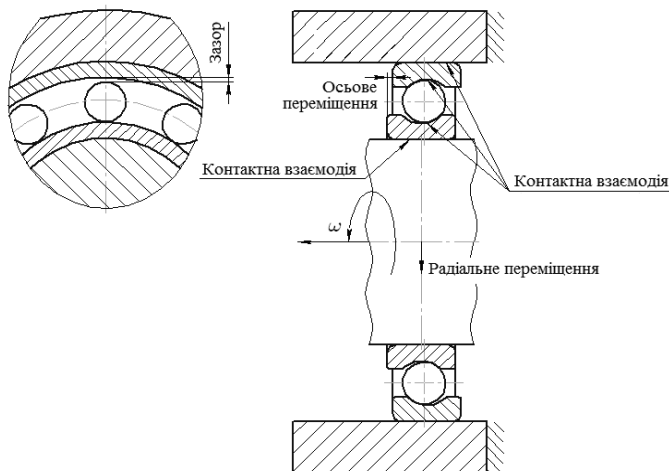


Рисунок 1 – Розрахункова схема навантаження підшипникової опори

Реалізація схеми навантаження відбувається за таким алгоритмом [2]:

- 1) попереднє зміщення зовнішньої обойми для підшипника і вала у бік дії попередньої осьової сили; при цьому визначається переміщення, обумовлене максимальним радіальним зазором;
- 2) визначення осьового переміщення у результаті деформації опори, обумовленої дією попередньої осьової сили;
- 3) визначення радіального зміщення вала у результаті деформації опори, обумовленої дією радіальної сили;
- 4) урахування відцентрових сил інерції, обумовлених обертанням ротора разом із внутрішньою обоймою підшипника.

У результаті числового моделювання визначаються радіальні переміщення, що відповідають дискретним значенням радіальних і осьових сил. За отриманими даними будуються апроксимуючі криві залежностей «радіальна сила – радіальне переміщення» та «осьова сила – осьове переміщення». Диференціювання отриманих залежностей дозволяє визначати коефіцієнти нелінійної радіальної та осьової жорсткості підшипникових опор, у тому числі в залежності від частоти обертання ротора [3, 4].

Запропонована методика була використана під час виконання науково-дослідної роботи кафедри загальної механіки та динаміки машин Сумського державного університету «Проведення досліджень динаміки роторів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів» (№ 51.24-01.15.СП) на замовлення Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля» [1].

Отримані результати дозволили розробити відповідні розрахункові моделі вільних і вимушених коливань валопроводу турбонасосного агрегату рідинного ракетного двигуна, а також роторів турбонасоса окислювача і насоса пального з урахуванням початкових зазорів, нелінійної жорсткості підшипникових опор, податливості корпусу, попереднього осьового навантаження, обертання ротора і жорсткості ущільнення з плаваючим кільцем. У результаті досліджені вільні та вимушені коливання роторних систем, визначені динамічні реакції опор і функція прогину валопроводу.

Список літератури:

1. Проведення досліджень динаміки роторів турбонасосних агрегатів рідинних ракетних двигунів : науково-дослідна робота № 51.24-01.15.СП від 16.02.2016 р. / Замовник : Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля» ; виконавець : Сумський державний університет.

2. Pavlenko I. Dynamic analysis of centrifugal machines rotors with combined using 3D and 2D finite element models : Monograph / I. Pavlenko, V. Simonovskiy, J. Pitel', M. Demianenko // Lüdenscheid : RAM-VERLAG, 2018.

3. Pavlenko I. V. Dynamic analysis of centrifugal machine rotors supported on ball bearings by combined using 3D and beam finite element models / I. V. Pavlenko, V. I. Simonovskiy, M. M. Demianenko // IOP Series: Materials Science and Engineering, 2017. – Vol. 233 (2017), 012053, doi: 10.1088/1757-899X/233/1/012053.

4. Павленко И. В. Комбинированное применение трёхмерных и балочных конечноэлементных моделей для анализа свободных и вынужденных колебаний роторов центробежных машин / И. В. Павленко, В. И. Симоновский, М. Н. Демьяненко // Збірник доповідей XV Міжнародної науково-технічної конференції «Герметичність, вібронадійність і екологічна безпека насосного і компресорного обладнання» – «ГЕРВИКОН+НАСОСИ-2017». – Суми : Триторія, 2017. – С. 219–229.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ГІДРОПРУЖНОСТІ ДЛЯ ТОРЦЕВОГО САЛЬНИКОВОГО УЩІЛЬНЕННЯ

Сапожніков Я. І., студ.; гр. КМ-41; Загорулько А. В., доц., СумДУ, м. Суми

При створенні високообертових відцентрових машинрізного призначення, одна з головних проблем, полягає в розробці надійних і достатньо герметичних торцевих ущільнень працездатних при будь-яких можливих умовах експлуатації. Задовільні герметичність та тепловий стан торцевих ущільнень забезпечується тонкою плівкою рідини або газу в декілька мікрометрів, яка утворюється в зазорі між обертовою та нерухомою поверхнями, та зменшує контакт і зношення. Тому роботу спрямовано на дослідження пружногідродинамічного стану торцевих ущільнень та підвищенню їх трибологічних характеристик.

Метою даної роботи є розв'язання задачі гідропружності з урахуванням шорсткості, контактної взаємодії поверхонь та податливості набивки для торцевого сальникового ущільнення з податливим дном. Таке поставлення задачі в загальному випадку пов'язано з впливом тиску ущільнюваного середовища на податливу сальникову набивку. У роботі отримано розподіл гідродинамічного і контактного тисків, витоки та лінії течії у парі тертя з урахуванням геометрії податливого дна. Розрахунок проводився за допомогою пакету програм ANSYS, а саме за допомогою вбудованих модулів Transient Structuralі CFX.

Отримані результати будуть використані для удосконалення конструкції торцевого сальникового ущільнення і як наслідок підвищення його трибологічних характеристик та ресурсу роботи.

ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ УПОРНИХ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ ВІДЦЕНТРОВИХ КОМПРЕСОРИВ

Кайота Д. О., аспірант; Загорулько А. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Упорний підшипник є одним з найвідповідальніших вузлів турбокомпресорного агрегату. Його функцією є утримання неврівноваженої осьової сили роторної машини. Проблемі підвищення несучої здатності упорних підшипників ковзання присвячено досить багато науково-дослідних робіт, але отриманих результатів недостатньо, щоб повній мірі компенсувати зростання осьових навантажень та забезпечити надійну експлуатацію упорних підшипників на різних режимах роботи. Разом з тим розвивається напрямок розробок, що пов'язаний з використанням у підшипниках ковзання антифрикційних матеріалів з різноманітними фізико-технічними і трибологічними властивостями. Це пов'язано з тим, що вихід з ладу упорного підшипника призводить до зупинки компресора, тобто високопродуктивного і високовартісного обладнання.

Відомо, що несуча здатність упорного підшипника суттєво залежить від температурного режиму змащувальної рідини в процесі роботи, тобто термонавантаження на колодки підшипника. Тому для зменшення температури робочого середовища застосовується конструкція упорного підшипника з додатковим охолодженням термонавантаженої зони. Метою роботи було створення комп'ютерної моделі та моделювання механізму змащення: отримання полів тисків і температур мастила в зазорі в програмному комплексі ANSYS CFX, а також проведення експерименту: аналіз величини несучої здатності і теплового стану упорного колодкового підшипника ковзання. Виконано порівняння розрахункових даних з результатами експерименту.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РОТОРА БАГАТОСТУПІНЧАСТОГО ВІДЦЕНТРОВОГО КОМПРЕСОРА 295ГЦ2-190/44-100М

Вербовий А. С., студент; Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Прискорення розвитку технологій в області енергетичного машинобудування відбувається, у тому числі, за рахунок використання сучасного енергоємного обладнання, зокрема багатоступінчастих відцентрових машин. Постійне збільшення їх технічних характеристик призводить до виникнення складнощів у питаннях вібраційної надійності. Тому на сьогоднішній день залишається актуальною проблема визначення критичних частот і форм коливань роторів.

Метою роботи є моделювання динаміки ротора багатоступінчастого відцентрового компресора 295ГЦ2-190/44-100М за допомогою комбінації методу скінченних дво- і тривимірних елементів.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі наукового дослідження:

– методами теорії ідентифікації параметрів визначені коефіцієнти функції залежності жорсткості c опор ротора від частоти ω обертання ротора у вигляді полінома другого степеня [1]:

$$c(\omega) = c_0 + \alpha\omega + \beta\omega^2; \quad (1)$$

– шляхом реалізації методу скінченних елементів була запропонована математична модель коливань ротора;

– для визначення критичних частот і форм коливань був застосований алгоритм урахування нелінійної залежності жорсткостей підшипників від частоти обертання ротора;

– у програмному комплексі ANSYS Workbench із застосуванням тривимірних скінченних елементів перевірена достовірність скінченно-елементної моделі.

У результаті роботи оцінені значення коефіцієнтів c_0 , α , β виразу (1) і визначені критичні частоти ротора та відповідні форми коливань.

За результатами перевірки даної моделі у програмному комплексі ANSYS Workbench можна зробити висновок про високий рівень точності використання двовимірних скінченних елементів та достовірність запропонованої моделі.

Список літератури:

1. Pavlenko I. V. Dynamic analysis of centrifugal machine rotors supported on ball bearings by combined using 3D and beam finite element models / I. V. Pavlenko, V. I. Simonovskiy, M. M. Demianenko // IOP Series: Materials Science and Engineering, 2017. – Vol. 233 (2017), 012053.

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

HOW CAN SOLAR ENERGY REPLACE TRADITIONAL WAYS TO GAIN ENERGY IN UKRAINE

*Dzhulai M. V., student; Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer,
Sumy State University, Sumy*

It is known, that energy complex is one of the most harmful for the environment. Especially, when we are talking about developing countries such as Ukraine, where thermal power station is the main way to produce energy. Modern TPP's use more than 30 % of fossil fuels in the world. The tendency of thermal power plants usage as a primal source of energy will also stay for the next decade by the predictions of specialists.

The environmental impact by TPP's depends on the type of used fuel. Ukrainian thermal power plants industry use energy coal (53 %) and natural gas (41 %) as main products to gain energy. Overall, technical state of the TPP's in Ukraine is unsatisfactory, because in the last few decades we had no any kind of modernization of the technologies. Thermal power plants functioning on the territory of Ukraine has a highly negative impact on the nature. Almost 30 % of all solid particles that enters to the atmosphere by the human's activities are produced by emissions of TPP's. Furthermore, thermal power stations produce up to 63 % of SO₂ and more than 53 % of NO_x, what can lead to acid rains on the Ukrainian territory. But the problem is that this is not the only way how can emissions of thermal power plant damage environment. There are few more of them:

1. Air emissions of different pollution substances can make a harmful impact on the human's body and health. It can be soot, sulfur dioxide, oxides of nitrogen, carbon oxides, heavy metal compounds and benzopyrene. As a result, we can see that the percentage of oxygen is very low close to thermal power plants compared to normal ratio.

2. There is some part of natural radioactive elements in the mineral coal can be found. Those elements will be released to the atmosphere with ash after the burning processes. Moreover, the biggest problem is that they become more radioactive than before the processes.

3. Accumulation of the amount of solid waste: ash, slag, dust. Ukrainian's thermal power stations use almost 30 million tons of mineral coal per a year. The amount of solid wastes is almost 10 million tons per a year. Utilization of solid wastes is one of the biggest problems of heat power engineering, because huge amount of territories is occupied by ash dumps. These lands are out from rational economic use. Ash and slag dumps can also cause problems related to water pollution, air pollution and ground pollution.

4. Big amount of thermal energy goes up to the atmosphere, and this is considered as a thermal pollution. Thermal pollution can lead to the changes in lakes and reservoirs. When the used hot water by the thermal power plants goes down to the ponds without purification this situation can lead to some problems as: decreasing of oxygen level in the water, increasing of toxicity, natural balance

loses. As an industrial country, Ukraine has many things to do to improve the technologies and there is no better time for it than now, when Ukraine tries to become a part of European Union. One of the possible ways to do such change is the providing the new economic instrument in use.

An emission tax is a tax made to shorten harmful impact to the nature created through industrial processes. As an example it can be electricity generation by the burning processes of coal. An emission tax is meant to discourage the use of products and services that can pollute the environment and to promote the conservation of natural resources such as coal, oil, water, air etc. Using of this economic instrument makes sense because thermal power plants in Ukraine are mostly private.

Exceeding of the emission taxes will inevitably lead to rapid environmental pollution which will provoke the fast change existing ecosystems. If the mankind want prevent this ruining changes from happening, we need to change our views on irrational usage of nature resources. Surplusing of the emission taxes and there for environmental damage can't be justified even by great economic profit, because overusing of non-renewable nature resource can lead to a global ecological collapse.

To be able to stay in line of the emission taxes any kind of industrial manufacturing requires new technologies and expensive fuel. Low level of technologies in the factories is a common problem of developing countries. As a rule, Ukrainian thermal power plants prefer to use not really expensive fuel - hard coal. In the case if the Ukrainian energy sector would like to switch to more expensive fuel it can lead to the growth of electricity prices. It is understandable that it will cause negative reaction of the society. Because of incredibly high bills people might start looking for the other ways of supplying themselves with electricity such as using alternative energy sources (solar energy, wind energy etc.). A lot of countries in the world try to switch traditional energy sources to alternative. The leadership in the alternative energy sources takes solar energy. Solar energy has few big pluses: it is a "green" way to receive energy, long term of usage, minimal maintenance services. One more plus is that solar energy has no impact on the nature and environment while in use.

Ukraine has a good climate for using solar energy. For example, the amount of solar radiation that comes to the ground in Ukraine is bigger than same index for Germany. In the same time, Germany is one of the most powerful countries if we are talking about solar energy. By this point of view, Ukraine can become a country with high solar energy efficient level in the case of good financing. Development of solar energy can help Ukraine to have particular or even full energetic independence. Unfortunately, it is very difficult to predict the way in which the situation can go after implementation of the instrument. Ukraine has hard times right now because of the economic, political and social problems. Hopefully, after solving these problems the understanding of the importance to solve ecological problems will grow up.

ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ ПРОЦЕСІВ ПІДГОТОВКИ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО СПОЖИВАННЯ

Надєїн Г. В., студент; Пляцук Л. Д., професор, СумДУ, м. Суми

На сьогодні при видобутку і підготовці нафти в атмосферу викидається велика кількість вуглеводнів, які потрапляючи в навколишнє середовище, наносять значні екологічні проблеми. Завдання зниження техногенного навантаження на довкілля від нафтогазових об'єктів є актуальним, вирішення якого обумовлюється необхідністю дотримання вимог екологічної безпеки. З метою зменшення впливу на навколишнє середовище та більш ефективного використання вуглеводнів була розроблена технологія стабілізації нафти. Стабілізація нафти проводиться методом відділення легких вуглеводнів від нафти на ректифікаційній колоні, яка також дозволяє знизити енерговитрати на пункті збору нафти на 25 %.

При підготовці нафти до транспортування процес її стабілізації займає важливе місце. У процесі стабілізації нафти зменшується забруднення навколишнього середовища за рахунок зменшення викидів легких вуглеводнів з резервуарів при її зберіганні та збільшується вихід товарних продуктів за рахунок подальшої переробки широкої фракції легких вуглеводнів.

Процес ректифікації займає чільне місце в нафтогазопереробному процесі. Конструкція контактних пристроїв в ректифікаційній колоні впливає як на ефективність розділення нафтогазоконденсатних сумішей, так і на енергетичні затрати процесу ректифікації. Розроблені масообмінні контактні пристрої зменшують гідравлічний опір в колоні на 20 % в порівнянні з аналогічними конструкціями і підвищують на 10–15 % коефіцієнт корисної дії на одному контактному пристрої.

Технологія стабілізації нафти має такі переваги:

- технологія реалізується разом з технологіями знесолення та обезводнення, таким чином підвищується рівень ефективності роботи;
- можливість реалізації за енергозберігаючою схемою рекуперації тепла нафти, для використання в допоміжних технологіях;
- природоохоронна спрямованість технології обумовлена як рекуперацією теплоти, так і виділенням широкої фракції легких вуглеводнів для подальшої їх переробки з одержанням товарних продуктів.

Економічний ефект від впровадження технології стабілізації нафти становить 20 545 680 грн на рік у середньому по одному заводу України.

Зменшення екологічних втрат від впровадження технології стабілізації нафти склало 1 498 000 грн за рік в середньому по одному заводу України. Екологічний ефект було отримано завдяки зменшенню викидів у навколишнє середовище широкої фракції легких вуглеводнів.

ВПЛИВ БИТКІВСЬКОГО НАФТОВОГО РОДОВИЩА НА МОРФОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ (*BETULA PENDULA* ROTH.)

Адаменко Я. О., професор; Глібовицька Н. І., доцент;
Караванович Х. Б., аспірант, Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Пошук ефективних фіторемедіантів та чутливих до нафтового забруднення доквілля фітоіндикаторів є перспективним напрямком біомоніторингу та актуальним завданням сучасної біоекології. Оскільки саме деревні рослини відзначаються тривалим періодом експозиції в конкретних умовах зростання, їхні показники життєвості найбільш точно відображають екологічний стан навколишнього середовища [1]. Найбільш інформативними показниками функціонального стану рослин є морфологічні, які репрезентують рівень процесів росту і розвитку фітооб'єктів [2].

Береза повисла широко представлена у зелених насадженнях урбанізованих територій та входить у склад фітоценозів Битківського нафтового родовища, що обумовило її вибір у якості об'єкта нашого дослідження [3]. Метою роботи було дослідити придатність виду для використання у цілях біомоніторингу нафтозабруднених екосистем. Для цього нами визначено ряд морфологічних показників асиміляційних органів рослин, що зростають у межах родовища.

Відбір проб рослинного матеріалу здійснювали з гілок одного порядку галушення середньої частини крони наприкінці вегетаційного періоду (серпень-вересень). Аналізували по 100 листових пластинок відібраних з 8 екземплярів виду на відстані 0,5 км та 1 км до родовища. У якості фонові обрано умовно екологічно чисту територію – с. Манява.

Лінійні фоліарні параметри, площу, коефіцієнт асиметрії листків визначали за апробованою методикою. Тип некрозу листових пластинок визначали за апробованою шкалою [4]. Математичну обробку результатів проводили варіаційно-статистичним методом. Всі розрахунки проводили за допомогою програмного пакета Statistica 6.0. В умовах нафтового родовища спостерігається зниження ростових процесів особин *Betula pendula Roth.* прямо пропорційно до близькості від джерела забруднення (табл. 1).

Таблиця 1 – Морфологічні показники *Betula pendula Roth.*
в умовах Битківського нафтового родовища

Показник	Фонова територія	0,5 км від родовища	1 км від родовища
Довжина листка, см	4,65±0,02	4,01±0,04*	4,30±0,08*
Ширина листка, см	3,78±0,04	2,96±0,06*	3,40±0,08*
Площа листка, см ²	11,78±0,03	7,95±0,04*	9,79±0,02*
Коефіцієнт асиметрії	0,02	0,04*	0,03

* – відмінності з контролем достовірні при $P \leq 0,05$.

Достовірне зниження усіх морфологічних показників відзначено як на відстані 0,5, так і на відстані 1 км до родовища. Виняток становить параметр коефіцієнта асиметрії, що змінюється незначно у рослин, що зростають на відстані 1 км від нафтового родовища, що свідчить про наявність достатньо ефективних механізмів захисту виду в умовах стресу. Найістотніше гальмування біосинтетичних процесів спостерігається у безпосередній близькості до джерела забруднення на відстані 0,5 км від родовища.

Некротичні пошкодження листкових пластинок рослин, що зростають в умовах родовища, представлені в табл 2. Характерною рисою є зростання частки некрозу типу «риб'ячий скелет» у особин на відстані 0,5 км від родовища, що є маркером низької життєвості виду та послаблення пристосувальних і посилення деструктивних процесів в умовах забруднення довкілля.

Таблиця 2 – Некротичні пошкодження листків *Betula pendula* Roth. в умовах Битківського нафтового родовища

Територія дослідження	Типи некрозу, %			
	красвий	міжжилковий	точковий	«риб'ячий скелет»
Фонова територія	8	11	25	–
0,5 км від родовища	24	15	32	29
1 км від родовища	29	21	47	3

Інформативність морфологічних параметрів *Betula pendula*, значна чутливість виду до умов зростання в зоні нафтового родовища свідчить про перспективність використання даного виду у якості фітоіндикатора екологічного стану техногенно-трансформованого середовища.

Список літератури:

1. Глібовицька Н. І. Функціональний стан деревних рослин в умовах нафтового забруднення довкілля / Н. І. Глібовицька, Х. Б. Караванович // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2016. – № 2. – С. 92–97.
2. Glibovytska N. I. Woody plants vitality of urban areas and prospects of their greenery / N. I. Glibovytska., YA. Adamenko // Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare. – 2017. – V. XXXI. – No. 1. – P. 21–34.
3. Караванович Х. Б. Біологічна рекультивация нафтошламових амбарів, як економічно вигідний спосіб відновлення забруднених ґрунтів // Х. Б. Караванович // XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки». – Кременчук, 2016. – С. 44–45.
4. Руденко С. С. Загальна екологія. Практичний курс: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. Ч. 2. Природні наземні екосистеми // С. С. Руденко, С. С. Костишин, Т. В. Морозова. – Чернівці, 2008. – 320 с.

ФІТОТОКСИЧНЕ ВИПРОБУВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ

Аблєєва І. Ю., старший викладач; Сінко І. О., студентка, СумДУ, м. Суми

У зв'язку з численними аварійними розливами нафти при її видобуванні та транспортуванні все більш актуальними стають питання підвищення техногенної безпеки об'єктів, забруднених нафтопродуктами, та мінімізації техногенного навантаження на компоненти природного середовища. Для визначення гранично допустимого екологічного навантаження на довкілля внаслідок ситуацій, що супроводжуються надходженням нафти та нафтопродуктів, досить ефективним є застосування фітотоксичного випробування.

Метою роботи було встановлення рівня фітотоксичного ефекту для різних видів рослин від впливу нафти та нафтопродуктів при їх надходженні до ґрунту у результаті виробничої діяльності людини.

У процесі здійснення дослідження застосовувалися аналітичні методи дослідження, біотестування, біоіндикація, системний аналіз.

Для визначення фітотоксичного ефекту використовували насіння різних видів однодольних та дводольних рослин: вівса (*Avena*), крес-салату садового (*Lepidium sativum*) та пшениці (*Triticum*). Тест-реакцію або відгук оцінювали за показниками всхожості, довжиною кореня та пагона.

Дослідження проводилося згідно ДСТУ ISO 11269-2:2002 Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 2: Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин.

Для дослідження токсичного впливу нафти на фіто-тести використовували забруднений нафтопродуктами ґрунт масою 0,5 кг. У кожному смісті із забрудненим ґрунтом вносили насіння рослин і порівнювали отримані показники з результатами в контрольному зразку, у який нафту не вносили.

Встановлено, що при концентрації $4 \cdot 10^4$ мг/кг ґрунту нафта виявляє високий рівень токсичності на всхожість вівса.

При концентрації нафти від $2 \cdot 10^4$ мг/кг до $12 \cdot 10^4$ мг/кг ґрунту рівень токсичності для всхожості салату змінюється у межах від максимального до середнього.

При концентрації нафти $8 \cdot 10^4$ мг/кг ґрунту нафта виявляє високий рівень токсичності на показники всхожості, довжини кореня та довжини пагона пшениці.

Висновки. Згідно проведених спостережень, вимірювань, здійснених розрахунків та аналізу отриманих результатів найбільш перспективним із використаних у досліді рослин для фіторемедіації ґрунтів є овес. У порівнянні з крес-салатом і пшеницею він є більш стійким до забруднень ґрунту нафтопродуктами.

СВІТОВИЙ ДОСВІД ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ЗБОРУ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ ТА ЙОГО ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Фалько В. В., старший викладач; Жук Ю. М., студент, СумДУ, м. Суми

У всьому світі займаються вирішенням нової екологічної проблеми – утилізації електронних відходів, яких за даними програми ООН з довкілля щороку у світі утворюється близько 50 млн. тонн. Накопичення такого технологічного сміття відбувається втричі швидше, ніж зростання інших відходів. Точну цифру електронних відходів в Україні зараз порахувати складно, приблизно це 500 тисяч тонн на рік. Ця цифра наводиться в огляді Всеукраїнської екологічної громадської організації «МАМА-86» і виходить з даних: скільки імпортується та продається портативних комп'ютерів, скільки елементів живлення (батареєнок), скільки мільйонів мобільних засобів зв'язку перебувають у користуванні.

Сьогодні в Україні існує гостра необхідність системно утилізувати відпрацьоване електронне обладнання. Лише тільки 277 млн пальчикових батарейок необхідно утилізувати за рік в Україні. Одній батарейці «під силу» забруднити 20 м² ґрунту або 400 л води, так як до її складу входять ртуть, кадмій, свинець, олово, нікель, цинк, магній та інші хімічні елементи та сполуки. Загалом, у масштабах України до атмосфери та ґрунтових вод від електронних відходів щороку потрапляє понад 40 кг ртуті, 160 кг кадмію, 400 т інших важких металів, 260 т сполук марганцю. Актуальність даної роботи полягає в тому, що згідно розробленої у 2002 році Європейською комісією Директиви, державам, що входять до складу Євросоюзу, забороняється зберігання всіх видів батарей і акумуляторів на сміттєвих звалищах і ставиться в обов'язок налагодити їх збір і переробку.

Мета роботи полягає в дослідженні існуючого стану екологічної небезпеки, що пов'язана з неконтрольним накопиченням електронних відходів. Пропонується розглянути існуючі у світі сучасні варіанти організації збору та утилізації відпрацьованих хімічних джерел струму, які класифікуються відповідно до рішення Комісії 2000/532 / ЄС як токсичні відходи, та запропонувати найбільш ефективні для впровадження в Україні.

Найбільш складним питанням у вирішенні проблеми відпрацьованих хімічних джерел струму є організація їх збору. Приклади багатьох країн показують, що основну роль тут відіграє законодавство. У ряді країн прийняті закони, що обмежують використання в джерелах струму таких металів, як свинець, ртуть і кадмій, а також передбачають збір відпрацьованих батарейок з метою їх утилізації. У країнах Євросоюзу, Канаді та США процес збору використаних батарейок від населення і подальшої грамотної їх утилізації налагоджений дуже добре. Збір батарейок організовано різними методами: в Бельгії на державному рівні, в Швеції та Нідерландах на муніципальному, в інших країнах муніципалітети працюють

спільно з постачальниками. Втім незалежно від системи збору, в Європі діє принцип розширеної відповідальності виробника за свій товар. Тобто виробники та постачальники супроводжують увесь цикл «життя» батарейки – від виробництва до утилізації. Держава охоплює лише функції реєстрації та контролю, при цьому не фінансує галузь і не збирає кошти, а громадськість контролює процес переробки. У більшості європейських країн відпрацьовані елементи живлення можна покласти у спеціальний контейнер в супермаркеті. 6 країн ЄС законодавчо зобов'язують підприємства розмішувати спеціальні контейнери для використаних батарейок (Бельгія, Швеція, Австрія, Німеччина, Нідерланди, Франція). А в Японії батарейки старанно збирають і зберігають до тих часів, коли буде винайдена оптимальна переробна технологія. У Нью-Йорку, де викидати батарейки у сміття заборонено законом, виробники і великі магазини, що продають елементи живлення, зобов'язані забезпечувати збір використаних батарейок, а інакше – штраф до 5 тис. дол.

У різних країнах Європи переробляють від 40 до 85 % батарейок. Польське законодавство також передбачає обов'язкову передачу відпрацьованого електронного та електричного обладнання спеціалізованим організаціям, які отримують від виробників кошти на його утилізацію. За викидання батарейок у смітник у Польщі накладають штраф, еквівалентний 1250 грн, а роздрібні магазини, площею понад 25 м², зобов'язані встановити контейнери для збору відпрацьованих елементів живлення. У Німеччині у кожному супермаркеті встановлені спеціальні контейнери для прийому відпрацьованих батарейок, не здавши стару акумуляторну батарейку, нову не купиш. За викинуті батарейки – штраф у розмірі 300 євро. Постачальники батарейок через «систему спільного збору батарей» забезпечують муніципалітети і роздрібних продавців скриньками, фінансують логістику зібраного матеріалу, сортування і переробку.

Тому, враховуючи світовий досвід, в Україні необхідно створити реєстр виробників та імпортерів електронного обладнання, які подаватимуть офіційні звіти. Роздрібні торгові мережі повинні приймати на переробку відпрацьовану побутову техніку, батарейки, автомобільні акумулятори. У містах та райцентрах мають бути створені муніципальні – як стаціонарні, так і мобільні – пункти збору, куди можна буде принести використані батарейки, старі праски, міксери, пілососи, лампочки. З пунктів прийому електронне обладнання відправлятиметься на спеціалізовані переробні підприємства. За утилізацію, вартість якої закладатиметься у ціну, сплачуватиме споживач, купуючи новий електронний чи електричний пристрій. Збір, накопичення, зберігання та обробка відходів - складові частини технологічного процесу щодо боротьби з відходами. Тому, як основа цього, в Україні повинно бути сформоване природоохоронне законодавство, інструменти оплати за утилізацію, ціноутворення та освіченість населення і його небаїдухе ставлення до навколишнього середовища.

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

Пеньковська Л. В., аспірант; Скляр В. Г., професор, Сумський НАУ, м. Суми

Цілющі трави завжди привертали до себе увагу людини. Понад 12 тисяч видів рослин використовуються в науковій і народній медицині. Незважаючи на широке поширення промислових посадок лікарських рослин, вони не можуть забезпечити потреби фармацевтичної промисловості, тому особливе значення має раціональне використання їх природних популяцій, дотримання правил експлуатації і охорони [5, с. 7].

Дикорослі рослини складають фонд вичерпаних поновлюваних природних ресурсів держави. Вони представляють екологічну, господарську, наукову-дослідницьку, оздоровчу, рекреаційну цінність. Сировина дикорослих рослин використовується в різних галузях народного господарства. Всяке використання ресурсів повинне бути раціональним, науково обґрунтованим, поєднуватися із заходами їх відновлення й охорони [2].

Основні положення нормативно – правового регулювання щодо використання, відновлення і збереження ресурсів фітотерапевтичних видів України відображено у розроблених нормативно-правових актах: Законі України «Про рослинний світ», Інструкції «Про порядок встановлення нормативів спеціального використання природних рослинних ресурсів» (Наказ Мінекоресурсів); Порядку ведення державного обліку і кадастру рослинного світу (Постанова КМУ) тощо.

Головне джерело заготівлі дикорослих лікарських рослин - земельні угіддя із збереженою природною, напівприродною і похідною від них рослинністю, а також ділянки культивованої рослинності. У зв'язку з постійним рекреаційним перевантаженням лісів, особливо тих, що знаходяться поблизу населених пунктів, інтенсифікацією лісового господарства, негативним впливом господарської діяльності людини, необізнаністю з правилами заготівлі приватних заготівельників запаси плодово-ягідних і лікарських рослин останнім часом зменшуються [2, 4].

Збереження видів у природних середовищах існування та місцях зростання має здійснюватися по всій території України, незалежно від природоохоронного статусу земельної ділянки. У зв'язку з цим, необхідно удосконалити національне законодавство щодо збереження і невиснажливого використання видів, забезпечення контролю за його дотриманням на землях користувачів та власників з різною формою власності [2].

Вивчення біорізноманіття, стану популяцій та запасів лікарських рослин є актуальним питанням і для Сумської області. Такі дослідження зараз проводяться у різних її районах і, зокрема, - у Ямпільському. За результатами досліджень, проведених у 2017 році, встановлено, що до числа

найбільш поширених лікарських рослин у цьому районі належать *Convallaria majalis* L., *Thymus serpyllum* L., *Hypericum perforatum* L., *Plantago major* L.

Протягом вегетаційного періоду найбільш детально було вивчено стан популяцій *Convallaria majalis* L. Дослідженням було охоплено вісім ценопопуляцій, що зростають у різних лісорослинних умовах: в соснових лісах, сосново-дубових, дубових, а також на узліссях. Особлива увага була приділена встановленню онтогенетичної структури популяцій *C. Majalis* L.

При розробці теоретичних основ екологічного моніторингу потрібні глибші знання популяційного життя лікарських рослин, що неможливо без використання популяційно-онтогенетичного підходу до вивчення популяцій, без детального опису онтогенезу особин [5].

Аналіз онтогенетичної структури є однією з найважливіших характеристик ценопопуляцій, оскільки вона відображає структурно – функціональний стан популяцій у конкретних екологічних умовах. Від онтогенетичної структури ценопопуляції залежить стійкість її існування у фітоценозі [3].

З'ясовано, що за класифікацією Т. О. Работнова більшість з них належить до категорії нормальних популяцій.

Дослідження онтогенетичної структури *C. Majalis* L. у межах досліджуваного регіону показало, що характерною ознакою ценопопуляцій є різноманітність онтогенетичних станів (описано дев'ять онтогенетичних станів).

Повна комплексна оцінка особливостей онтогенетичної структури досліджуваних популяцій, проведена з використанням спеціалізованих програмних комплексів та загальноприйнятих методичних підходів показала, що популяції властиві відновлювальні процеси та швидке поширення по лісовим масивам [1].

Список літератури:

1. Злобин Ю. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография / Ю. А. Злобин, В. Г. Складар, А. А. Клименко. – Сумы : Университ. кн., 2013. – 439 с.
2. Кисличенко В. С. Ресурсознавство лікарських рослин. Посібник для студентів спеціальності «Фармація» / Кисличенко В. С., Ленчик Л. В., Новосел О. М., Кузнецова В. Ю. – Харків : Вид-во НФаУ, 2015. – 136 с.
3. Мінарченко В. М. Атлас лікарських рослин України (хорологія, ресурси та охорона) / В. М. Мінарченко, І. А. Тимченко. – Київ : Фітосоціоцентр, 2002. – 172 с.
4. Мовчан Я. І. Збереження біорізноманіття України : Друга національна доповідь / Я. І. Мовчан, Ю. Р. Шеляг-Сосонко (заг. ред.). – Київ : Хімджест, 2003. – 110 с.
5. Онтогенетический атлас лекарственных растений: научное издание / отв. ред. Л. А. Жукова. – Йошкар-Ола : МарГУ, 2000. – Т. 2. – 268 с.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОВИХ РОДОВИЩ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Корнус А. О., доцент, СумДУ, м. Суми

Поклади нафти часто виявляються забрудненими радіонуклідами природного походження, а сам процес забруднення відбувається двома основними шляхами. Перший шлях зумовлений тим, що ці поклади часто супроводжуються глинистими сланцями з високим вмістом урану. Його концентрація в таких породах може досягати 1 кг/т і більше. Пористі пісковики, що зазвичай залягають нижче, містять циркулюючі розсоли, де поступово розчиняється ^{226}Ra і його дочірні продукти. Останні можуть надходити у нафтовмісні колекторські породи, забруднюючи їх, нафту та промислове обладнання радіонуклідами. Другий шлях пов'язаний з дифузією ^{222}Rn у нафтові пласти. Продукти розпаду ^{222}Rn мають різну тривалість існування – від короткоживучих ізотопів, життя вимірюється секундами і хвилинами, до місяців, як от ^{210}Po (138 діб), і років, як ^{210}Pb (22,3 років). Як і радій та його похідні, ці нукліди є головними радіоактивними забруднювачами нафти.

Як відомо, на початку експлуатації пробурених свердловин нафта виходить на поверхню «сухою», потім до цього потоку починає домішуватися пластова вода, утворюючи з нафтою емульсію. Ця вода вже містить розчинені неактивні сульфати і карбонати Cu , Sr і Ba . Зміна температури і тиску у водному розчині, які неодмінно відбуваються при видобутку нафти і газу, призводить до утворення на стінках труб міцних відкладень солей, з якими можуть співосаджуватися радій та його дочірні продукти. Питома радіоактивність таких відкладень може досягати $1,5 \cdot 10^7$ Бк/кг. Основним способом їх утилізації є захоронення разом з обладнанням нафтопромислів.

Для України забруднення нафтопромислового обладнання природними радіоактивними речовинами – NORM (Naturally-Occurring Radioactive Materials) вперше було встановлено у 1991 р [1]. Спочатку радіоекологічним моніторингом було виявлено низку аномалій практично на всіх нафтових родовищах НГБУ «Охтирканафтогаз», а пізніше і на родовищах НГБУ «Чернігівнафтогаз» та «Полтаванафтогаз».

Від часу своєї появи ця проблема залишається гострою для Сумської області, де лише на підприємстві «Охтирканафтогаз» є 380 т радіоактивних насосно-компресорних труб з NORM, а також іншого радіоактивного обладнання. Ситуація не вирішується вже декілька років – через переповнення складу на пункті захоронення радіоактивних відходів Харківським державним міжобласним спецкомбінатом було призупинено прийом матеріалів та обладнання, забрудненого радіонуклідами, тому воно

накопичується у значних обсягах на майданчиках для тимчасового зберігання, викликаючи зростання соціальної напруги серед населення.

На сьогодні значення потужності експозиційної дози (ПЕД) на ґрунті в районі зберігання труб складає від 20 до 50 мкР/год. Основним забруднюючим фактором при видобутку нафти та газу є природні радіонукліди (^{226}Ra , ^{228}Th , ^{40}K), що спричиняють підвищений рівень гамма-фону, максимальні значення якого досягають від 450 мкР/год на Качанівському родовищі до 2000 мкР/год – на Рибальському (обидва у Охтирському районі), а на Анастасівському родовищі (Роменський район) рівень гамма-фону досягає 6000 мкР/год [2].

Для поширення радіаційних аномалій встановлено такі закономірності [2]: найвища активність промислового обладнання і ґрунту спостерігається на родовищах з тривалим терміном розробки (Качанівське, Рибальське) та для родовищ західної групи (Артюхівське, Анастасіївське). Практично відсутнє радіаційне забруднення на родовищах Харківської групи (Козіївське, Сахалінське та ін.) і незначне – на Бугруватівському.

Радіаційне забруднення промислового обладнання NORM на родовищах підприємства «Полтаванафтогаз» (в межах Сумської області) зустрічаються епізодично. Особливе місце тут займають забруднені NORM промислові майданчики на Глинсько-Розбишівському родовищі, де у ґрунті і на техногенних покритвах зафіксована радіоактивність 35000 Бк/кг [2]. Найбільші значення ПЕД з дослідженого комплексу родовищ також характерні для Глинсько-Розбишівського (до 4000 мкР/год) та Новогригорівського родовищ (до 850 мкР/год). Слабші радіаційні аномалії (від 200 до 450 мкР/год) виявлено на Андріяшівському, Василівському та Чижівському родовищах.

Окремою екологічною проблемою є дезактивація нафтопромислового обладнання. При дезактивації насосно-компресорних труб та іншого обладнання гідродинамічним методом, можна отримати рідкі радіоактивні відходи, вартість захоронення яких у 4-10 разів вища порівняно з твердими NORM-відходами. Окремі труби на зовнішній поверхні мають плівку з характерним з металевим блиском, зумовленим поєднанням NORM з Pb, Zn, Cr, Ni та іншими металами, які майже не піддаються дезактивації методом гідрокавітації [1].

Список літератури:

1. Дригулич П.Г. Проблемні аспекти поводження з насосно-компресорними трубами, що забруднені природними радіонуклідами / П.Г. Дригулич, А.В. Пукіш, В.А. Новоставський, М.П. Шпек // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2015. № 3(56). С. 134-139.
2. Журавель М.Ю. Проблема радіоактивного забруднення навколишнього середовища під час розробки нафтових родовищ України / М.Ю. Журавель, П.В. Клочко, С.В. Лоцкін та ін. // Нафт. і газова промисловість. 1997. №2. С. 48-51.

HEALTH RISKS OF SECONDHAND SMOKE

*Eboson S., student; Chernysh Ye. Yu., Senior Lecturer,
Sumy State University, Sumy, Ukraine*

Secondhand smoke (SHS) is also called environmental tobacco smoke (ETS). It's a mixture of 2 forms of smoke that come from burning tobacco: 1. mainstream smoke: the smoke exhaled by a smoker; 2. sidestream smoke: smoke from the lighted end of a cigarette, pipe, or cigar, or tobacco burning in a hookah. This type of smoke has higher concentrations of cancer-causing agents (carcinogens) and is more toxic than mainstream smoke. It also has smaller particles than mainstream smoke. These smaller particles make their way into the lungs and the body's cells more easily [1]. When non-smokers are exposed to SHS it's called involuntary smoking or passive smoking. Non-smokers who breathe in SHS take in nicotine and toxic chemicals the same way smokers do. The more SHS you breathe, the higher the levels of these harmful chemicals in your body.

Secondhand smoke (SHS) has the same harmful chemicals that smokers inhale. There's no safe level of exposure for secondhand smoke (SHS). Secondhand smoke is known to cause cancer. It has more than 7,000 chemicals, including at least 70 that can cause cancer. Secondhand smoke can be harmful in many ways. For instance, it affects the heart and blood vessels, increasing the risk of heart attack and stroke in non-smokers. Some studies have linked SHS to mental and emotional changes, too. For instance, some studies have shown that exposure to SHS is linked to symptoms of depression. More research is needed to better understand the link between SHS and mental health [2].

Young children are most affected by SHS and least able to avoid it. Most of their exposure to SHS comes from adults (parents or others) smoking at home. Studies show that children whose parents smoke: get sick more often; have more lung infections (like bronchitis and pneumonia); are more likely to cough, wheeze, and have shortness of breath; get more ear infections. Secondhand smoke can also trigger asthma attacks, make asthma symptoms worse, and even cause new cases of asthma in kids who didn't have symptoms before.

Some of these problems might seem small, but they can add up quickly. Think of the expenses, doctor visits, and medicines, lost school time, and often lost work time for the parent who must stay home with a sick child. And this doesn't include the discomforts that the child goes through.

In very young children, SHS also increases the risk for more serious problems, including sudden infant death syndrome (SIDS).

References:

1. Thirdhand smoke causes DNA damage in human cells / B. Hang B, A.H. Sarker, C. Havel et al. // *Mutagenesis*. – 2013. – Vol. 28(4). – P.381-391.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Secondhand Smoke (SHS) Facts. 2015. Accessed at www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/fact_sheets.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСІВ ГЕНЕЗИСУ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ФОСФОГІПСУ

Чубур В. С., студентка, СумДУ, м. Суми

Проблема утилізації та зберігання фосфогіпсу є важливою для всієї території України, вже накопичено більше 50 млн. т фосфогіпсу (м. Армянськ, Суми, Рівне та інші). Фосфогіпс займає значні території, які можуть бути придатні для сільськогосподарської діяльності. Проблема утилізації та зберігання фосфогіпсу є важливою, зокрема у Сумській області вже накопичено понад 14 млн. т цього відходу.

Сучасні запаси фосфогіпсу у світі оцінюються приблизно у 120-130 млн. тон і збільшуються щорічно, при цьому масова частка його утилізації згідно із найбільш оптимістичними прогнозами не перевищує 10-15 % [1].

Метою роботи є визначення екологічних аспектів генезису та екологічно безпечних напрямків конверсії фосфогіпсу в рамках розвитку комплексного підходу до проблеми його утворення та накопичення у довкіллі.

Зберігання фосфогіпсу у відвалах, навіть при правильній експлуатації споруд, становить потенційну екологічну небезпеку для навколишнього середовища [1]. Проблематика впливу відвалів фосфогіпсу пов'язана з міграцією цих речовин в навколишнє середовище.

Основними векторами транспортування забруднюючих речовин з території відвалів фосфогіпсу в НС є вітро- і водна ерозія, інфільтрація, вилуговування в поверхневі і підземні води та повітряні викиди газоподібних. Леткі компоненти (фтороводень, сірчаний ангідрид) з часом мігрують у атмосферу. Вплив відвалів на забруднення водного середовища, обумовлено вилуговуванням компонентів фосфогіпсу (сполуки фосфору та фтору) в процесі зберігання на відкритих майданчиках. Літосфера зазнає змін природного потоку міграції речовини, ґрунт збагачується техногенними речовинами, та найбільшого забруднення зазнає від міграції важких металів, які можуть міститися у фосфогіпсових відвалах. Через шар субстрату, що криває фосфогіпс, основна маса хімічних сполук може мігрувати також і в рослини [2].

Традиційні методи складування фосфогіпсу як з екологічного, так і з економічного поглядів є менш прийнятні, ніж способи його утилізації та використання у різних галузях народного господарства [3].

На сьогодні у світовій практиці розроблено багато способів переробки фосфогіпсу у різних сферах застосування: будівельній промисловості, хімічній промисловості, сільському господарстві та у біотехнологіях захисту навколишнього середовища. Переважаючим напрямком утилізації та переробки є застосування їх у будівельній промисловості, а найбільший економічний ефект приносить використання в сільському господарстві.

Суміщення напрямків утилізації вже накопиченого фосфогіпсу та реалізація нових технологічних рішень переробки фосфорної сировини дозволить знизити рівень техногенного навантаження від фосфогіпсу на довкілля. Запропоновано комплексний підхід, що передбачає поєднання напрямків мінімізації утворення твердих відходів та біохімічну переробку фосфогіпсу. Перший напрямок передбачає заміну традиційних методів виробництва водорозчинних фосфорних добрив, новими технологіями, що використовують альтернативи сильним мінеральним кислотам таким як сірчана кислота. Альтернативними варіантами заміни сульфатної кислоти є використання вугільної кислоти та оксалатної кислоти. Напрямок біохімічної переробки фосфогіпсу передбачає біовилучення корисних елементів, біохімічне зв'язування токсичних компонентів (важких металів) в нерозчинні сполуки (наприклад, в комплексній сульфідній фракції), використання в якості іммобілізаційного носія, що додатково є джерелом макро- і мікроелементів для розвитку необхідних еколого-трофічних груп бактерій.

Висновки. Фосфогіпсові відвали мають системний багаторічний вплив на всі компоненти екосистеми, включно з біотою. Слід зауважити, що важливу роль у цьому впливі відіграє генезис фосфогіпсу, який детермінує вміст у ньому шкідливих домішок. Існує велика кількість способів утилізації фосфогіпсу, які можна розподілити на: фізико-хімічні, хімічні та біохімічні. Теоретично обґрунтовано, що суміщення напрямків утилізації вже накопиченого фосфогіпсу та реалізація нових технологічних рішень переробки фосфорної сировини дозволить знизити рівень техногенного навантаження від фосфогіпсу на довкілля. Запропоновано комплексний підхід, що передбачає поєднання напрямків мінімізації утворення твердих відходів та біохімічну переробку фосфогіпсу. Перспективним є визначення нових напрямків переробки фосфорної сировини для мінімізації утворення фосфогіпсу або його утворення як екологічно чистого продукту.

Список літератури:

1. Яхненко О. М. Екологічно безпечна утилізація фосфогіпсу у технологіях захисту атмосферного повітря : дис. канд. техн. наук : 21.06.01 / Яхненко Олена Миколаївна – Суми, 2017. – 248 с.
2. Чубур В. С. Системний аналіз стану довкілля у районі відвалів фосфогіпсу / В. С. Чубур, Є. Ю. Черниш / Збірник матеріалів IV Регіональної науково-практичної студентської конференції «Безпека життєдіяльності людини – запорука майбутнього». – 2017. – 14 с.
3. Наркевич И. П. Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ / И. П. Наркевич, В. В. Печковский. – Москва : Химия, 1984. – 240 с.

Робота виконана під керівництвом старшого викладача Черниш Є. Ю.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ КОАГУЛЯЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ПТИЦЕФАБРИКИ

*Махлай К. А., аспирант; Цейтлин М. А., профессор;
Райко В. Ф., профессор, НТУ «ХПИ», г. Харьков*

Сточные воды предприятий пищевой промышленности характеризуются значительным разнообразием. Поэтому подбор оптимальных условий и доз применения коагулянтов для очистки стоков требуют индивидуального подхода. Так для иллюстрации отметим, что в разных работах рекомендованная доза сульфата железа – коагулянта для очистки сточных вод молокозавода варьирует от 200 до 1 000 мг/л, а pH от 5 до 7,6. В данной работе объектом исследования были сточные воды убойного цеха предприятия по переработке мяса индейки. В качестве реагентов применяли: коагулянт – хлорное железо, реагент для корректировки pH – соляная кислота и едкий натр. Исследования влияния водородного показателя на степень очистки стока от взвешенных веществ показали, что с ростом pH степень очистки быстро растет (рис. 1), достигая максимума в 90–95 % при pH = 6,2–6,7. Последующее подщелачивание среды снижает эффективность очистки.

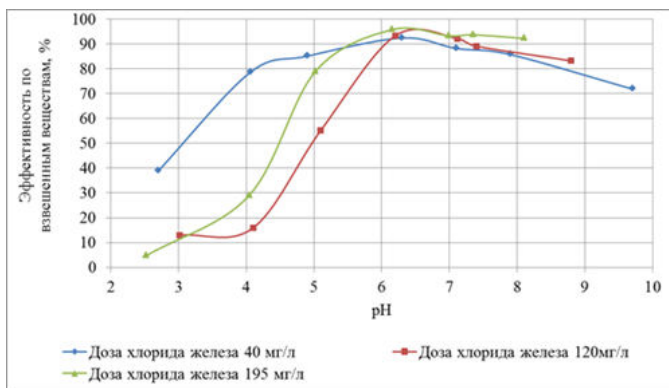


Рисунок 1 – Влияние pH на эффективность очистки от взвешенных веществ при разной дозе коагулянта

Что касается дозы коагулянта, то при малых значениях (< 70 мг/л) эффективность очистки крайне мала, а по цветности даже наблюдается ухудшение, в сравнении с исходным стоком. С увеличением дозы до 80–100 мг/л растет и эффективность очистки. Однако последующее увеличение дозы коагулянта вплоть до 230 мг/л уже не дает значимого снижения количества взвешенных веществ в стоке. Таким образом, установлено, что оптимальными для очистки сточных вод птицефабрики с применением коагулянта хлорное железо будут следующие условия: pH среды 6,2–6,7 и доза коагулянта – 80–100 мг/л.

ВИМОГИ ДО ОЗЕЛЕНЕННЯ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Гурець Л. Л., доцент; Редька К. С., студентка, СумДУ, м. Суми

Зелені насадження на території вищих навчальних закладів відіграють дуже важливі, а саме санітарно-гігієнічну й архітектурно-планувальну ролі.

Густокронні дерева і чагарники, які розташовують по периметру університету ізолюють від вулиць, житлових приміщень та споруд. Вони захищають від шуму, вловлюють пил, регулюють клімат та створюють красиву картинку в очах студентів. На території вузів створюють газони, клумби із різноманітних рослин, тіністі алеї, які об'єднують навчальні, виробничі та спортивні споруди. Існуючі норми проектування передбачають площі зелених ділянок навчальної зони залежно від профілю вузу і контингенту студентів. На 1 000 студентів для університетів приймається 5,5–7,5 га, технічних вищих навчальних закладів – 6–8 га, сільськогосподарських – 7–8 га, для медичних, педагогічних, юридичних та інших – 3–4 га. Площа озеленення земельної ділянки вузу має бути не менше 40 %, в разі наближеності ділянок до лісу чи парку площу озеленення можна зменшити до 30%. Віддаленість навчальних корпусів від магістральних вулиць та швидкісних доріг повинна бути не менше 50 м від межі проїжджої частини. Приблизне співвідношення площ зон території вищого навчального закладу (за виключенням забудови) таке: спортивна – 15–25 %, навчально-дослідна – 30–40 %, паркова – 45–50 %.

На території Сумського державного університету зелені масиви створені в усіх зонах і вздовж об'єднуючих їх пішохідних доріжок. Біля кожного корпусу створені різнокольорові клумби, наявні газони, як спортивні так і для відпочинку, кущі, живоплоти. Представлені різні види дерев, такі як: береза, верба, клен, каштан, піхта, та ін. Вони захищають від шуму, іонізують та очищують повітря. Система озеленення на навчально-дослідних ділянках представлена у регулярному стилі, із чітко вираженими доріжками, рядовими посадками, партерними квітниками. Перед центральним корпусом розташоване озеро, обрамлене газонами де висаджені берези і верби.

Таким чином, можемо сказати що основні вимоги до озеленення Сумського державного університету виконуються. Зелені насадження перебувають у належному стані, та виконують санітарно-гігієнічну та архітектурно-планувальні ролі. Територія університету примикає до лісової посадки (СЗЗ заводу «Хімпром»), тому загальне озеленення повинно складати 30 %. Віддаленість від проїжджої частини не менше 50 м, що задовольняє нормативні вимоги.

Метою подальших розробок є виявлення площі університету, та розрахунок у відсотках озеленення, для більш точного формування висновку, щодо дотримання нормативам.

АЛГОРИТМ ПАРАЛЕЛЕПЕДА, ЯК ОДИН ІЗ БАЗОВИХ МЕТОДІВ КЕРОВАНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ДЛЯ ДЕШИФРУВАННЯ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

*Лукинчук О. І., аспірант; Адаменко Я. О., професор,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ*

В наш час, коли людство потребує інформацію попередніх років тут і зараз, це дає поштовх і потребу в автоматизації та швидкості оброблення інформації великих обсягів, саме тому зараз стрімко розвиваються геоінформаційні системи, цифрові технології дистанційного зондування Землі та їх обробка.

В залежності від завдання та особливостей знімку, його деталізації, а також розташування об'єктів, які будуть досліджуватися буде обраний метод класифікації супутникового знімку. Класифікація – це спосіб для дешифрування космічних знімків і можливість, за допомогою спеціалізованої програми, обробляти, виміряти, розпізнавати об'єкти.

У спеціалізованих програмах, як правило, реалізовано дві гілки алгоритмів розпізнавання зображень, такі, як некерована класифікація (Unsupervised classification) та керована класифікація (Supervised classification) і окремих метод – дерево рішень [1].

Керовану класифікацію використовують тоді, коли відома кількість класів об'єктів. Коли відбувається процес класифікації, розподіл всіх пікселів на класи відбувається в процесі порівняння характеристик всіх пікселів з еталоном. Після чого формуються для кожного класу методом відбору пікселів, з певним діапазоном характеристик, відповідно до тих об'єктів, які зображені на знімку.

Метод паралелепіеда відноситься до керованої класифікації (Supervised classification) [2, 3], яка в свою чергу ґрунтується на попередньому статистичному аналізі заданих еталонів (ідентифікованих ділянок зображення або бібліотек навчальних вибірок), щоб створити для кожного з них відповідних сигнатурі в подальшому використовуються для визначення центрів класів [1].

При класифікації за допомогою методу паралелепіеда включаються пікселі, значення яких відрізняються від середньої навчальної вибірки. Цей метод отримав свою назву тому що, коли обмальовати отримані області класів на площині (двовірний простір ознак), фігура, яку ми побачимо буде прямокутником, а в тривірному просторі ознак – це буде паралелепіед.

Існує декілька найпоширеніших методів класифікації:

- бінарне кодування (binary encoding classification);
- метод паралелепіеда (parallelepiped classification);
- метод мінімальної відстані (minimum distance classification);

- найбільша правдоподібність (maximum likelihood classification);
- відстань Махаланобіса (Mahalanobis distance classification).

Щоб застосувати метод паралелепіеда необхідна спеціалізована програма така, як ENVI, ERDAS Imagine, QGIS тощо, та звичайно космічний знімок. Також обов'язковою вимогою є те, щоб класи в багатовимірному просторі спектральних ознак не перетиналися.

Багатовимірний простір спектральних ознак – це графік, на осях якого відкладені значення яскравості. Кожен канал знімку відповідає окремій осі. Двовірний простір спектральних ознак утворюється тоді, коли є дві осі, якщо осей більше, тоді ми отримуємо багатовимірний простір спектральних ознак.

Усі значення яскравості на знімку формують хмару точок, де до кожного пікселю зображення прикріплена своя точка із цієї хмари.

Наприклад, коли потрібно дешифрувати декілька об'єктів таких, як гірські породи, ліс, водойми, ґрунт і т.д. У просторі спектральних ознак будуть виділятися області, які обмежують множину значень яскравості для певного класу. У випадку, коли піксель за своїм значенням яскравості f_{ij} у просторі ознак буде входити в одну із областей, які були виділені, то він буде належати до відповідного класу.

Щоб почати дешифрувати знімок в програмі, вона повинна мати такі дані, як середнє значення яскравості та стандартне відхилення від середнього значення у всіх каналах знімку, ці дані повинні бути відомим для всіх досліджуваних класів. Будь-яка керована класифікація першочергово починається із створення користувачького еталону. В цьому полягає відмінність між керованими і некерованими класифікаціями.

Процес створення методу паралелепіеда можна розділити на 3 етапи:

- 1 – встановлення центрів у просторі спектральних ознак;
- 2 – визначення крайніх точок відповідного класу;
- 3 – проведення ліній по крайнім точкам, які закривають клас і таким чином утворюється паралелепіед.

Таким чином можна зробити висновок, що для простої класифікації елементів, де класи в багатовимірному просторі спектральних ознак не перетинаються, як правило, це застосовуються тоді, коли ми дешифруємо декілька класів, які належать до принципово різних типів поверхонь.

Список літератури:

1. Квартич Т. М. Аналіз методів автоматизованої класифікації цифрових зображень дистанційного зондування Землі – 2013. – 112 с.
2. Асмус В. В. Кластерный анализ и классификация с обучением многоспектральных данных дистанционного зондирования Земли / В. В. Асмус, А. А. Бучнев, В. П. Пяткин // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 1 (2009, 2). – P. 23–31.
3. Васильева И. К. Методы распознавания образов: учебн. пособ. по лабораторному практикуму / И. К. Васильева, П. Е. Ельцов. – Харків : Нац. аэрокосм. ун-т «Харківський авіаційний інститут», 2008 – 56 с.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Матяш Я. О., студентка; Черниш Є. Ю., ст. викладач, СумДУ, м. Суми

Високі концентрації азоту і фосфору у водоймах призводять до евтрофікації, зниження рівнів розчиненого кисню, зміни темпів зростання рослин і загального погіршення якості води. Забруднення озер та річок, як джерел питної води може призвести до надлишків нітратів у питній воді, та пов'язані з цим негативні наслідки для здоров'я населення.

Наявність сполук фосфору та азоту викликає біологічне обростання трубопроводів, колекторів і іншого каналізаційного устаткування, а присутність амонійного азоту, нітритів і нітратів призводить до розвитку корозійних процесів. Забруднення водних об'єктів біогенними речовинами може спричинити економічні збитки підприємствам рибної галузі, рекреаційному бізнесу, вартості нерухомості [1].

У багатьох країнах світу, у тому числі і в нашій країні, ведуться розробки методів очищення стічних вод від сполук азоту і фосфору. Відомі фізичні, фізико-хімічні та біологічні методи очищення стічних вод від біогенних сполук.

Фізичними методами є магнітна сепарація та сорбція. Магнітну сепарацію здійснюють при добавках у стічні води осаджувального агента (вапна), коагулянтів (солей заліза або алюмінію) та магнітного матеріалу (феромагнітний порошок).

Сорбція полягає в тому, що забруднюючі речовини із стічної рідини або поглинається твердим тілом (адсорбція), або вступають у хімічну взаємодію з ним (хемосорбція). Недоліком сорбційного методу є його відносна висока вартість. При адсорбційному методі очищення фосфор може поглинатися поверхнею сорбенту, який може бути виготовлений з гранульованого окислу алюмінію, активованим окислом алюмінію і сульфату алюмінію.

До фізико-хімічних методів видалення фосфору відносять: метод кристалізації, реагентний метод, іонний обмін. Метод кристалізації заснований на вирощуванні кристалів фосфатів у стічних водах на центрах кристалізації з подальшим їх видаленням з системи. При реагентному методі очистки найбільш ефективно використовувати сірчаноокислий алюміній ($Al_2(SO_4)_3$), проте даний метод є економічно невиправданим при малих концентраціях сполук фосфору.

Очищення води від сполук азоту хлоруванням, озонуванням, ультрафіолетовим опроміненням, іонним обміном, електролізом вимагає дорогих реагентів і обладнання, складних конструкційних рішень [2].

На сьогодні основним методом очищення стічних вод від біогенних сполук є біологічний метод. Перспективним для видалення сполук фосфору зі стічних вод є біо-дефосфорація.

Біологічна нітрифікація-денітрифікація є універсальним методом глибокого видалення азоту у всіх трьох його формах (азот амонійний, нітрити та нітрати). Для ефективного очищення стічних вод їх обробку проводять послідовно в анаеробних й аеробних біореакторах, відповідно процес відбувається за рахунок факультативних і облигатних груп мікроорганізмів (рис. 1).

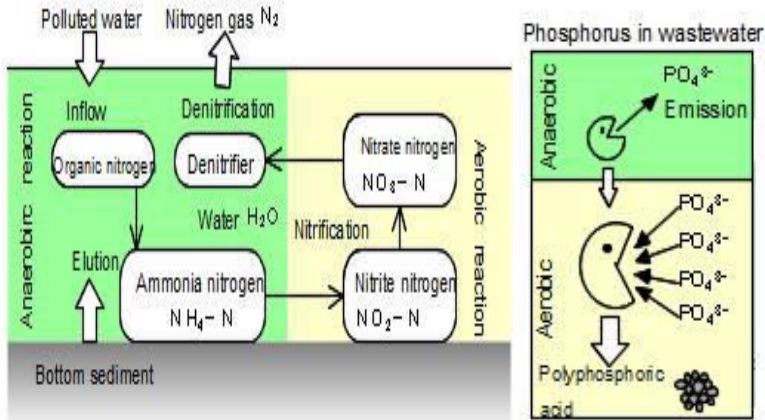


Рисунок 1 – Схематичне зображення процесів трансформації сполук азоту та фосфору при біоочищенні стічних вод [3]

В еколого-трофічних групах мікроорганізмів присутні денітрифікуючі бактерії, які проводять розкладання нітратів, які утворюються в результаті реакції нітрифікації до газоподібного азоту. Крім того, фосфор видаляється зі стічних вод за допомогою мікроорганізмів, що накопичують фосфат-іони у вигляді поліфосфornoї кислоти (рис. 1).

Потребують подальшого дослідження процеси біохімічного очищення стічних вод та їх осадів із залученням вторинних сировинних ресурсів для інтенсифікації процесів видалення біогенних сполук з отриманням корисних екологічно безпечних продуктів.

Список літератури:

1. Nutrient pollution and wastewater treatment systems. Інформація із сайту Oxford research encyclopedias. – Режим доступу: <http://environmentalscience.oxfordre.com>
2. Конспект лекцій з дисципліни «Спецкурс з очистки стічних вод»/ Т. С. Айрапетян. Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 90с.
3. Water Purification with Carbon Fiber. Інформація із сайту компанії SO-EN CO. – Режим доступу: <http://so-en.net/tansoseni.original-e.html>.

ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ НЕПРИДАТНИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ПЕСТИЦИДІВ

Коротич А. О., студентка; Соляник В. О., доцент, СумДУ, м. Суми

Навколишнє середовище зазнає глобального негативного впливу від застосування пестицидів – хімічних речовин, призначених для боротьби із шкідливими організмами та збудниками хвороб. Такі хімікати отруюють не тільки шкідників, а й корисних людині комах, птахів, тварин, пригнічують ріст і фотосинтез рослин, тобто порушують всю екосистему в цілому. Тому проблема знешкодження пестицидів є дуже актуальною в наш час.

У багатьох країнах світу, у тому числі і в нашій країні, ведуться розробки методів знешкодження пестицидів. Відомі термічні, фізико-хімічні й біологічні методи знешкодження отрутохімікатів.

На цей час особливу увагу приділяють фізико-хімічним методам, а саме: хімічному дехлоруванню; хімічному руйнуванню за допомогою RuO_4 , пероксиду водню, озону й інших потужних окислювачів; фотодеструкції; гамма-радіолізу; біологічному руйнуванню.

Щоб уникнути важких екологічних наслідків, найбільш ефективно використовувати біологічне знешкодження. Воно здійснюється за допомогою мікроорганізмів-деструкторів або інших живих організмів, здатних розкласти шкідливі речовини в процесі своєї життєдіяльності.

Часткове або повне розкладання пестицидів бактеріями, зростаючими за рахунок інших органічних речовин називається кометаболізм. Більшість відомих отрутохімікатів може бути розкладена мікроорганізмами (безпосередньо або ферментами, які виділяються в процесі метаболізму). Розкладання діючої речовини пестициду здійснюється бактеріями, актиноміцетами, грибами і вищими рослинами.

Під впливом мікроорганізмів відбувається або повне розкладання пестициду, або часткове руйнування зв'язків в молекулі, відщеплення окремих фрагментів, розпад кільця і аліфатичних структур з утворенням проміжних продуктів.

Предметом нашого дослідження є спосіб мікробіологічної деструкції хлорорганічних пестицидів, при якому процес розкладання пестицидів здійснюється за допомогою асоціації мікроорганізмів в умовах аерації при внесенні в забруднений об'єкт гумату калію. Винахід дозволяє збільшити ступінь деструкції пестицидів і скоротити час деструкції у 2–3 рази.

Список літератури:

1. Соромотін А.В. Огурцова Л.В. Морозова Т.Н. Жданова К.Б. – Спосіб мікробіологічної деструкції хлорорганічних пестицидів // Патент России № 2448786, 2010 р. Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/RU2448786C1/ru>.

ТОКСИКОЛОГІЧНА ТА ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАДМІЮ

Чорна Ю. В., студентка; Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми

У наш час важливою і актуальною є проблема негативного впливу важких металів на навколишнє середовище, включаючи живі організми. Сполуки важких металів поширені по всій території Земної кулі і входять до складу материнських порід земної кори. Однак, за рахунок активної діяльності людини, трансформації навколишнього середовища, концентрація різних забруднюючих речовин швидко збільшується.

Одним з найбільш небезпечних токсикантів та ксенобіотиків зовнішнього середовища є кадмій, який в останні роки широко застосовують у промисловості. Використання кадмію і спалювання кадмієвмісних відходів призводить до потрапляння його в об'єкти навколишнього середовища, звідки цей важкий метал надходить до екосистем, а за рахунок міграції по трофічним ланцюгам акцептором полютанта виступає і людина. Тому проблема ідентифікації та впровадження превентивних заходів токсичного ефекту кадмію є досить актуальною задачею в умовах сьогоденних вимог екологічної безпеки та нормативів шкідливого впливу токсикантів.

Мета роботи полягала у визначенні токсикодинамічних та токсикокінетичних особливостей кадмію; з'ясуванні шляхів зниження токсичного впливу на живі організми.

Кадмій є досить рідкісним елементом, який добувають з мінералів гринокіта (кадмієва обманка) і сфалерита (мінерал цинку). Загальні світові ресурси кадмію оцінюються в 20 млн тон, промислові – в 600 тис. тон.

Кадмій застосовують у виробництві хімічних джерел струму, сплавів, неорганічних фарбувальних речовин, для нанесення захисних антикорозійних покриттів на метали, у виробництві мінеральних добрив, ювелірній справі, в стоматології для виготовлення пломб, при зварювальних роботах, виробництво цигарок.

Головним чином потрапляння кадмію в атмосферне повітря пов'язано із спалюванням на теплоелектростанціях вугілля, що містить цей елемент. Осідаючи з повітря, кадмій потрапляє у воду і ґрунт. Збільшенню вмісту кадмію в ґрунті сприяє використання мінеральних добрив, адже практично всі вони містять незначні домішки цього металу. З води і ґрунту кадмій потрапляє до рослин і живих організмів, а далі по трофічному ланцюжку надходить до організму людини.

Зазвичай Cd надходить в організм з харчовими продуктами, вирощеними на забруднених ним ґрунтах. Найчастіше це трапляється у місцях видобутку та переробки металевих руд, оскільки кадмій часто міститься в них у вигляді домішок. Кадмій – один із найбільш токсичних важких металів віднесений до 2-го класу небезпеки. Як і багато інших важких

металів, кадмій має виразну тенденцію до накопичення в організмі та біомагніфікації. Органами-мішенями Cd є печінка (30–60 %), нирки (20–25 %), кістковий мозок, трубчасті кістки і частково селезінка. Кадмій хімічно дуже близький до цинку і здатний заміщати його в біохімічних реакціях, наприклад, виступати як псевдоактиватор або, навпаки, інгібітор білків і ферментів. В основному кадмій знаходиться в організмі у зв'язаному стані – в комплексі з білком-металотіонеїном. Кадмій зв'язується з сульфгідрильними групами білків, що веде до їх денатурації і до інактивації ферментів. Речовина порушує міжклітинні контакти і механізми транспорту кальцію, що може збільшити внутрішньоклітинну концентрацію кальцію і в кінцевому рахунку викликати апоптоз (запрограмована загибель клітин).

Потрапляння до організму надмірної концентрації Cd призводить до отруєння (гострого або хронічного), а інколи й до смерті. Кадмій є причиною гострого отруєння при потрапленні в організм через шкіру, дихальні шляхи (інгаляційний шлях), травну систему (пероральний шлях). Люди отруюються кадмієм, вживаючи воду та зернові, овочі, що ростуть на землях, розташованих поблизу від нафтопереробних заводів і металургійних підприємств. Хронічне отруєння кадмієм розвивається у людей, які контактують з цим металом на виробництві, у людини відбувається ураження дихальної, травної та нервової систем, страждають нирки.

Кадмій має канцерогенну, гонадотропну, ембріотропну, мутагенну та нефротоксичну дію. За рекомендаціями ВООЗ допускається добова доза кадмію приблизно 70 мкг, однак реальне його надходження з їжею і повітрям досягає 150 мкг/добу. Наслідками надлишку кадмію в організмі людини можуть бути захворювання ЦНС, рак, цироз печінки, нефрит нирок, розпад кісткових тканин, інсульт, гіпертонія, хвороба «ітай-ітай». Найсерйознішим наслідком кадмієвої токсикації є ниркова недостатність, зниження інтенсивності виведення з організму багатьох токсинів. Зменшити токсичність кадмію і вивести його з тканин у важких випадках отруєння можна шляхом введення вітамінів внутрішньовенно. З цією ж метою застосовуються препарати, що містять цинк, мідь, залізо, селен.

Чим більш розвинена промисловість у країні, тим вища концентрація цього елемента в ґрунті. Робота з кадмієвими сплавами в закритому приміщенні з поганою вентиляцією або без дотримання достатніх заходів завжди призводить до отруєння кадмієм. У зварювальників, паяльників і ювелірів, а також у працюючих з кадмієвими сплавами в домашніх умовах підвищений ризик гострого отруєння парами оксиду кадмію.

Отже, згідно проведених досліджень визначено, що кадмій є надзвичайно небезпечним ксенобіотиком для життя та здоров'я людини. Рекомендовано дотримуватися суворого контролю вмісту кадмію в об'єктах навколишнього середовища, забезпечувати промислові високоякісними очисними системами та засобами індивідуального захисту для працюючих. Повинна проводитись екологічно безпечна утилізація кадмієвмісних відходів.

ЗНИЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ВІД ПІДПРИЄМСТВ ПО ВИРОБНИЦТВУ СКЛА

Котолевець А. С., аспірантка, СумДУ, м. Суми

Екологічна ситуація в Україні сьогодні надзвичайно складна. Одним з забруднювачів навколишнього середовища є промисловість по виробництву скла. Збільшення попиту на скляну продукцію тягне за собою розширення виробництва, а, отже, збільшення енерго-, водо- та ресурсоспоживання.

Найбільше забруднення атмосфери від підприємств по виробництву скла відбувається від скловарних печей за рахунок досить високих температур та значної витрати енергії. Спалювання природного газу і розкладання сировини під час плавлення призводить до викиду CO_2 , двоокису сірки та оксидів азоту, які можуть сприяти підкисленню і утворенню смогу.

Іншими екологічними проблемами є забруднення води, використання невідновних природних ресурсів, утворення твердих відходів та викиди летючих органічних сполук.

При розробці нових або оптимізації існуючих технологій потрібно приділяти увагу створенню засобів захисту повітряного середовища від пилогазових викидів, шкідливих речовин та теплових забруднень.

Зниження викидів можливо досягнути шляхом використання «покрашеної» сировини. Пропонується звичайний матеріал замінювати на більш хімічно-активний, менш тугоплавкий та летючий. Тим самим зменшується плавовиділення і летючість компонентів, температура взаємодії та скоріше проходить силікатоутворення. Особливо це має значення, якщо до складу шихти входять компоненти високого класу токсичності.

Можливе впровадження нових видів обладнання, які забезпечують комплексне та раціональне використання сировинних і паливно-енергетичних ресурсів. Зміна робочих температур у печі дозволяє знизити витрати палива та викиди оксидів вуглецю та азоту. Проект HotOxyGlass продемонстрував піч, яка поєднує в собі технологію кисневого спалювання (використання кисню з чистотою 92–100 % замість повітря) з попереднім нагріванням реагентів. Окислення дозволяє уникнути зайвого викиду азоту. Крім того, тепло, що виділяється під час процесу виробництва скла, можливо повторно використовувати. даний проект досяг очікуваних результатів: прототип печі продемонстрував більш низьке споживання енергії на 25 % і нижчу ступінь викидів забруднюючих речовин в порівнянні з найсучаснішою пічю. Викиди CO_2 скоротилися на 15 %, викиди NO_x скоротилися на 83 %, викиди SO_x скоротилися на 3 8%. Через процес рекуперації тепла також було показано, що піч ефективніше, оскільки для горіння потрібна менша кількість реагентів.

Таким чином розробка екологічно безпечного виду палива дозволяє мінімізувати або виключити вплив виробництва скла на довкілля.

ТОКСИКОЛОГІЧНА ТА ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛІЦИКЛІЧНИХ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ НА ПРИКЛАДІ БЕНЗАПІРЕНУ

Руденко В. В., студентка; Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми

В останні роки спостерігається тенденція до збільшення викидів бензапірену в навколишнє середовище, разом з цим показником зростає кількість хвороб, викликаних дією ксенобіотика в організмі та мутацій, виявлених при народженні, також зменшилася тривалість життя населення, а смертність від раку легень постійно зростає. Саме тому, проблема забруднення навколишнього середовища поліциклічними ароматичними вуглеводнями (ПАВ) (зокрема бензапіреном) є актуальною в наш час і допоможе віднайти шляхи зменшення токсичного впливу на живі організми та навколишнє середовище в цілому.

Метою роботи є визначення токсикодинамічної та токсикокінетичної характеристики бензапірену, пошук шляхів зниження токсичного впливу на живі організми та навколишнє природне середовище.

У ході проведеного дослідження виявлено, що головним джерелом надходження бензапірену в навколишнє середовище є: автотранспорт, викиди від ТЕС та котельень, пожежі на підприємствах, нагрівання асфальту в теплий період року.

Доведено, що смертність від раку легень серед мешканців міст вдвічі більша, ніж серед мешканців села. Як приклад, у загазованих районах Чикаго від раку легень вмирає у 10 разів більше людей, ніж у віддалених передмістях. Велика кількість забрудника потрапляє в організм при палінні цигарок, кількість бензапірену, що потрапляє в легені курця перевищує його кількість у легенях людини, яка працює на нафтозбагачувальному підприємстві. Крім того, що людина здатна вдихати бензапірен з повітрям (інгаляційний шлях надходження), також відомий пероральний шлях, який обумовлюється потрапленням до організму з продуктами харчування та питною водою. Серед харчових продуктів найвища концентрація бензапірену зустрічається в копчених продуктах, консервах, зерні - там навіть дозволений мінімальний вміст цієї речовини (0,001–0,03 г/кг). В інших продуктах, згідно з правилами, бензапірену не має бути, але на практиці перевірки показують, що він виявлений в хлібі, овочах, фруктах, рослинних оліях, а також обсмаженій каві, майонезі, сухофруктах та шоколаді.

Бензапірен – один з найпотужніших і при цьому широко розповсюджених канцерогенів. Будучи хімічно і термічно стійким, володіючи властивостями біоаккумуляції, він потрапивши в організм накопичується в ньому і діє постійно, а зміни викликані ним, незворотні і відновленню не підлягають. Крім канцерогенної дії (виникнення ракових пухлин), бензапірен чинить мутагену (якісні і кількісні зміни в генетичному апараті клітини),

тератогенну (аномалії в розвитку плоду, викликані структурними, функціональними і біохімічними змінами в організмі матері і плоду), гонадотоксичну дію (вплив на статеві органи).

Найвразливішими органами до впливу бензапірену є легені, молочні залози, статеві органи, шлунок та товстий кишечник. Дана речовина, також здатна мігрувати в організмі людини, саме це є причиною неможливості її виведення та накопичення.

Чіткого розподілення на територіальні зони з низьким або високим вмістом бензапірену не існує, оскільки він здатний мігрувати на великі відстані в атмосфері, а також у гідро- та літосферу. Оскільки доведена пряма кореляція між концентрацією бензопірену в повітрі і смертністю від раку легенів, то можна встановити зони з найбільшою і найменшою концентрацією забруднюючої речовини на території України.

Таким чином, станом на 2012 рік, показник захворюваності на рак в східній частині України не перевищує 52 випадки на 100 тис. населення (виключенням є Львівська область (58,6); в західній, північній, центральній та південній частині країни показник захворюваності складає від 71,6 до 90,6 випадків на 100 тис. населення в області. Мінімальний показник захворюваності в Чернівецькій (47,2), Тернопільській (47,4) та Волинській (48,3) областях. Максимальний показник в Києві (86,2), Запорізькій області (89,5) та Севастополі (90,6).

Збільшення показника захворюваності на рак пов'язано з розширенням транспортної системи міст, збільшенні кількості автотранспорту та теплових станцій, що в результаті згоряння палива виділяють бензапірен та інші забруднюючі речовини. Наявність бензапірену у викидах турбореактивних двигунів літаків є причиною широкого розповсюдження цих речовин у всіх шарах біосфери. Циркуляція канцерогену в атмосфері залежить від дисперсних часточок, котрими вони сорбуються, ступеню віддаленості джерела забруднення від поверхні Землі, інтенсивності сонячної радіації, наявності природних фотооксидантів, що сприяють руйнуванню бензапірену та інших канцерогенних ПАВ. Деструкція канцерогенних ПАВ може відбуватися під впливом УФ променів та озону. Методів «очищення» організму від бензопірену немає, тому єдиний спосіб зменшити шкідливий вплив – уникати місць с підвищеною концентрацією цього ксенобіотика. Допоможе відмова від копчених продуктів, м'ясних і рибних виробів (особливо консервів) промислового виробництва, майонезу, нерафінованої олії. Обов'язковою є відмова від куріння тютюнових виробів. Таким чином, згідно проведених досліджень визначено, що поліциклічні ароматичні вуглеводні, дія яких проаналізована на прикладі бензапірену, негативно впливають на живі організми та навколишнє природне середовище. Оскільки дані речовини не можливо вивести з організму, то потрібно вжити заходів щодо зниження викидів та концентрацій забруднюючих речовин даного типу в природне середовище.

РАДІАЦІЙНИЙ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ ВИДОБУТКУ НАФТИ І ГАЗУ

*Бурла О. А., асистент; Пляцук Л. Д., професор;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми*

Розширення видів діяльності людини привело до того, що в навколишнє середовище стали надходити у великій кількості природні радіонукліди, які дістаються з глибин Землі разом з розкривними породами при видобутку нафти та газу. Ці процеси обумовили зростання природного радіаційного фону та послужили подальшому введенню у практику радіаційної безпеки таких понять, як техногенно-підсилений природний фон та техногенно-підсилені джерела природного походження (ТПДПП). У зв'язку з чим, вирішення проблеми радіоактивного забруднення нафтовидобувних територій та захисту персоналу від негативного впливу опромінення є актуальним та першочерговим завданням у розрізі екологічної безпеки.

Мета роботи полягала в оцінці радіаційної обстановки об'єктів нафтогазового видобутку.

Потужність еквівалентної (експозиційної) дози γ -випромінювання від піднятих із глибин 2–4 км насосно-компресорних труб (НК-труб) досягає значень від 100 до 6 000 мкР/год. На сьогодні таких труб на складі тимчасового збереження підприємства “Охтирканафтогаз” і сховище Харківського державного міжобласного спецкомбіната (ХДМСК) Укрго “Радон” МНС України накопичено більше 1 000 тон.

Слід зазначити, що питання радіаційного забруднення насосно-компресорних труб актуальне не тільки для підприємства “Охтирканафтогаз”. На сьогодні цією проблемою при розробці нафтових та газових родовищ займаються десятки наукових та виробничих підприємств США, Великобританії, Норвегії та ряду країн СНД. На поверхні НК- та обсадних труб у процесі їх експлуатації утворюються мінеральні відкладення, що містять як стабільні хімічні елементи, так й ізотопи радіоактивних елементів. Нами визначено якісний та кількісний склад мінеральних утворень на поверхні обсадних труб. При проведенні досліджень зіскрібок із внутрішньої поверхні труб установлені у загальному спектрі Fe, Mn, Ca, Ba, S, Si. Тому прогнозовано наявність солей, переважно сульфатів, барію, кальцію та радію, котрі володіють спорідненими хімічними властивостями, зважаючи на приналежність до лужно-земельних металів: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і CaSO_4 – гіпс і ангідрит; CaCO_3 – кальцит; BaSO_4 – барит; SrSO_4 – целестин NaCl – кам'яна сіль і ін.

Всю сукупність радіаційного обладнання можна поділити на чотири групи в залежності від особливостей мінералоутворень і їхньої хімічної стійкості (див. табл.). Подальша експлуатація такого устаткування стає

технологічно ускладнено, і навіть, у деяких випадках неможливою, та екологічно небезпечною.

Таблиця 1 – Класифікація радіаційного нафтовидобувного обладнання

№ групи	Радіаційний фон обладнання мкР/год	Мінеральний склад радіаційних утворень	Питома активність обладнання, Бк/кг	Основні радіонукліди
1	20–100	Оксиди заліза, галіт	10–50	Th, Ra
2	100–250	Оксиди заліза, галіт, гіпс, кальцит	50–200	Th, Ra
3	250–500	Оксиди заліза, галіт, гіпс, кальцит, барит, халцедон	200–10000	Ra, Th
4	Більш 500	Барит, галеніт, самородний нікель, термальні мінерали	Більш 10000	Ra, Th

Проведено моделювання фізико-хімічного процесу дезактивації радіоактивних відкладень за допомогою хлоридної і кремнійфтористоводневої кислот. Радій і торій найбільш розчинні у кислому середовищі, у лужному вони утворюють тверді нерозчинні сполуки з гетитом і баритом.

Для моделювання були зроблені припущення:

– радіоактивні відклади утворюють на стінках корку однакового складу та однакової товщини вздовж усієї труби;

– увесь обсяг новоутворення реагує з розчином кислоти.

Обчислення проведені для:

– кірки товщиною 1 мм і вмістом торію 10 % та 2 %;

– кірки товщиною 2 мм і вмістом торію 10 % та 2 %.

Обчислення проводились для температур 25 та 60 °С. Газова фаза системи представлена тільки киснем, кількість якого у всіх випадках 1 моль. На основі отриманих результатів зроблені висновки, що пропускання крізь труби розчину НСІ з концентрацією близько 7 % за температури 25 °С веде до повного вилучування торію в розчин, значного розчинення гетиту і часткового (близько 10 %) вилучення радію. Моделювання очистки обладнання за допомогою H_2SiF_6 дозволило з'ясувати, що при товщині кірки новоутворень на стінках НКТ 1 мм вже при низьких концентраціях кислоти (0,1–2,0 %) практично увесь Ra переходить до водного розчину. При збільшенні концентрації спостерігається вторинне осадження радіобариту. Такі результати обумовлюють ефективність застосування фізико-хімічних способів очистки обладнання за допомогою кислот, що дозволить вирішити актуальну проблему забруднення нафтопромислового обладнання мінеральними відкладеннями, котрі містять радіоактивні елементи.

ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК

Москальчук Н. М., асистент, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Нетрадиційна енергетика з використанням відновлювальних джерел енергії, зокрема енергії вітру значно безпечніша за традиційну з використанням викопного та ядерного палива. У 2016 році ВЕС, розташовані на материковій частині України, виробили 1 047,086 млн кВт·год електроенергії, в тому числі 924,483 млн кВт·год електроенергії за «зеленим» тарифом [2].

Українські Карпати і в тому числі Івано-Франківська область є одними з кращих в країні регіоном з точки зору існуючого вітропотенціалу, однак ще не достатньо охопленим вітроенергетичним розвитком.

Оцінка сучасного стану вітроенергетичних характеристик базується на метеорологічних даних, тому було проаналізовано дані швидкості, поривів та напрямку вітру на висоті 10 метрів над землею поверхнею, сформованих за даними [6] по метеостанції Івано-Франківськ за період 2005-2015 рр. Середня швидкість вітру склала 2,5 м/с, штиль – 29 %, переважаючі вітри ЗхПнЗх – 13%, СхПдСх – 9 %, ПдСх – 8 %. У річному ході швидкостей максимум припадав на березень-квітень, мінімум – серпень-вересень. Максимальне значення швидкості – 18 м/с, максимальний порив вітру – 32 м/с.

Для потреб вітроенергетики велике значення має розподіл швидкості вітру. Зокрема вітри зі швидкістю від 3м/с склали 43 %, від 4м/с 27 %, від 5,5 м/с – 10 %. Питома потужність вітру на висоті 10м становить 39 Вт/м², а питомий вітроенергетичний потенціал – 390 кВт·год /м²·рік.

Швидкість вітру на рівні ротора ВЕУ відрізняється від швидкості на стандартній висоті спостережень на метеостанціях. Тому використовуючи логарифмічну та степеневу залежності вертикального профілю вітру [1,3,5] було розраховано середню швидкість вітру на висоті 100 м, яка становить 3,8 м/с за логарифмічною та 4 м/с – степеневою залежністю.

Важливою вітроенергетичною характеристикою є технічний потенціал вітрової енергії, який залежить від параметрів вітроенергетичної установки та середньої швидкості вітру на висоті шогли [4]. Оскільки для різних ВЕУ відрізняються значення стартової, розрахункової та максимально експлуатаційної швидкості вітру було розраховано технічний вітроенергетичний потенціал для трьох категорій ВЕУ – малої, середньої та великої потужності. Дані швидкостей вітру були приведені до висоти існуючих ВЕУ цих класів.

Швидкості вітру на відповідних висотах розраховані на основі степеневої залежності. Для ВЕУ великої потужності було обрано Vestas V112-3.3MW, ВЕУ середньої потужності – ВЕУ NORDEX N43-600-125 43.0, малої потужності – FLAMINGO AERO – 6.7. Технічні та вітроенергетичні

характеристики ВЕУ надані у таблиці.

Таблиця – Технічні та вітроенергетичні характеристики ВЕУ у м. Івано-Франківськ

Характеристика	VESTAS V112-3.3MW	NORDEX N43-600-125 43.0	FLAMINGO AERO – 6.7
Номінальна потужність, кВт	3300	600	8
Стартова швидкість, м/с	3	4	2,5
Максимальна експлуатаційна швидкість, м/с	25	25	25
Діаметр ротора, м	112	43	6,7
Висота щогли, м	119	50- 60	21-27
Річний вітроенергетичний потенціал, кВт·год/рік	3859007	381961	4446

Як видно з таблиці значення технічного вітроенергетичного потенціалу може коливатися у дуже широких межах залежно від технічних особливостей ВЕУ. Поряд із вітровими характеристиками велике значення мають величина стартової, розрахункової швидкостей та висота ВЕУ.

Незважаючи на не надто високі показники швидкості на висоті 10 м – 2,5 м/с, поєднання оптимальних технічних параметрів може задовільнити потреби як невеликих домогосподарств, так і дозволити постачання електроенергії до об'єднаної енергетичної системи України на промисловому рівні.

Список літератури:

1. Анапольская Л.Е., Гандин Л.С. Ветроэнергетические ресурсы и методы их оценки // Метеорология и гидрология. – 1978. – №7. – С. 11–17.
2. Вітроенергетичний сектор України 2016 [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://uwea.com.ua/uploads/docs/uwea_2016_report_ua_web_open.pdf.
3. Де Рензо Л. Ветроэнергетика. – Москва : Энергоатомиздат, 1982. – 271 с.
4. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Ципленков ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн.ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
5. Beychok, Milton R. (2005). Fundamentals Of Stack Gas Dispersion.
6. Розклад погоди [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://rp5.ua>.

МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ. НОВІ ТЕНДЕНЦІЇ У СФЕРІ ХАРЧУВАННЯ

Пляцук Л. Д., професор; Потапова Є. О., студентка, СумДУ, м. Суми

Багато в чому саме бурхливий розвиток пакувальної галузі в останні десятиліття призвів до того, що обсяг побутових відходів на душу населення в індустріальних країнах збільшився в порівнянні з 1980 роком втричі.

Актуальною проблемою міст світу є запобігання утворенню великої кількості відходів. Проблема відходів має високу гостроту через низьку швидкість їхнього розкладання. Папір руйнується через 2–10 років, консервні банки майже за 100 років, поліетиленові матеріали – за 200 років, пластмаса – за 500 років, а скло для повного розкладу вимагає 1000 років. У промисловості для цього необхідно застосовувати спеціальні технології. У побуті в багатьох випадках досить змінити характер упаковки товарів, щоб різко знизити кількість побутових відходів.

У ряді країн Західної Європи вже відмовляються від упаковки молочних продуктів в пластиково-картонні пакети і віддають перевагу тарі – скляним пляшкам та банкам. З утворенням Європейського Союзу почалася своєрідна «війна упаковок» між Німеччиною, Францією та Великобританією, оскільки знищення тари та повернення її виробнику однаково дороге. У США розгорнулася ціла політична кампанія «пляшкових законів» тобто законів, що зобов'язують виробників товарів повернутися від одноразових упаковок до багаторазової тари, зокрема до пляшок. Незважаючи на величезну кількість непереробної упаковки, науковцями з усіх куточків світу проводиться робота для вирішення проблеми збільшення кількості відходів.

Мета роботи полягає у дослідженні запропонованих новаторських методів боротьби із нагромадженням відходів харчової індустрії, аналізі можливості їх впровадження у побутове середовище для покращення екологічного стану навколишнього природного середовища (НПС).

В умовах обмежених ресурсів НПС, однією з ефективних форм збереження його стану є створення інноваційної продукції, організація інноваційної діяльності і впровадження науково-технічних досягнень у виробництво харчових продуктів. Проаналізуємо деякі з них.

Їжа в стікері. Багато хто вже звик приймати різні ліки за допомогою трансдермальних пластирів і наклейок, а вчені з Міністерства оборони США зі своєю Бойовою Програмою Харчування підводять цей процес до наступного рівня. За допомогою трансдермальної Поживної Системи доставки (TDNDS) стає можливим отримання значних обсягів поживних речовин солдатами в зоні бойових дій.

Їжа, надрукована на 3D-принтері. У травні 2013 року NASA оголосила про розробку технології 3D-друку їжі. Її основна ідея полягала в тому, щоб астронавти під час тривалих експедицій могли роздруковувати готові страви, замість того щоб їсти їх з тубиків. Первинною метою спільного проекту

космічного агентства і амбітного інженерного бюро з Техасу було приготування піци за допомогою 3D-принтера, чого вдалося досягти.

Вдихувана їжа. Викладач Гарварда Девід Едвардс винайшов пристрій під назвою Le Whif, який розпилював повітропроникний темний шоколад. Пристрій, по суті, ваза з ультразвуковим випромінювачем. Їжа, зазвичай рідка, поміщається у вазі і струшується ультразвуком, поки не стає паром. Після цього, клієнт використовує трубочку, щоб вдихнути її.

Їстівні відходи. NASA розробило систему на борту Міжнародної космічної станції, яка може перетворити людські відходи в питну воду. Програма ЕКА, названа Мікроекологічною Системною Альтернативою життєзабезпечення (MELiSSA), набагато більш розвинена і розроблена, щоб переробити кожен частину людських відходів в кисень, їжу і воду.

Їстівний пластик. Професор Девід Едвардс представив американській громадськості свій новий винахід – Wikicells. Едвардс черпав натхнення від способу, яким клітина зберігає воду і вирішив створити продовольчу обгортку зі схожим принципом. Обгортки зроблені з природних матеріалів, нерозчинні, захищені від бактерій та інших частинок. Вони можуть використовуватися, щоб обернути продукти і напої будь-якого виду. Що найважливіше – вони можуть споживатися разом з їжею.

«Щітбургери». Винахідником способу перекладу людини на замкнений цикл став Міцуюкі Ікеда. До нього звернулося підприємство, яке обслуговує каналізацію Токіо, з проханням розібратися, чи не можна знайти якийсь застосування гігантським масам нечистот. Дослідивши складові частини мулу, який накопичується в каналізації, Ікеда знайшов в ньому високий вміст бактерій, які переробляють нечистоти в протеїни. Виділивши білки і додавши до них підсилювач реакції, вчені отримали потрібний результат. У «м'ясі» міститься 63 % білків, 25 % вуглеводів, 3 % жирів і 9 % мінералів.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку харчової і переробної промисловості посідають чільне місце серед шляхів розвитку та збереження навколишнього природного середовища. Оцінюючи нагальні у даний час проблеми, можна прослідкувати, що ріст викиду непереробних відходів збільшується лінійно майже щоденно. М'ясна індустрія викидає в атмосферу більше метану, ніж всі автомобілі на планеті, і це не включаючи викиди від створення упаковки у якій зберігається м'ясна продукція. У ланцюзі виробництва котлети в мережевих фаст-фудах використовується 2700 літрів води, приблизно стільки ж йде на душ протягом шести тижнів у звичайної людини. Харчова промисловість сьогодні надлишкова і пожирає більше ресурсів, ніж виробляє. Безвихідну ситуацію в майбутньому може виправити наука: лабораторне м'ясо, кулінарні 3D-принтери, їстівні упаковки, дослідження водоростей і всеїдна біомаса, технології приготування штучної їжі – шляхи які врятують людство від голоду і безперервного нагромадження відходів.

ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Романко В. І., студент; Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми

В сучасних умовах розвитку України проблеми поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) залишаються актуальними і досить гострими. Основною проблемою залишається те, що значна частина ТПВ, що утворюються, видаляється на полігонах та звалищах, які розміщені, спроектовані та експлуатуються неналежним чином, наслідком чого є негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини. Охоплення послугами збирання відходів у багатьох населених пунктах є недостатнім, що призводить до несанкціонованого розміщення ТПВ і як наслідок зростання техногенного навантаження на навколишнє середовище.

Проблема поводження з ТПВ в сільській місцевості постає останнім часом не менш гостро, ніж у містах. У більшості населених пунктах України сільськими радами не облаштовані, а часто і не визначені місця складування відходів. Останнє призводить до перетворення лісових масивів, узлісь, узбіч доріг, ярів, територій сільських садіб у неорганізовані сміттєзвалища. Відсутність комунальних служб в сільських населених пунктах до функцій яких належить централізований збір та вивіз ТПВ – є однією з причин постійного утворення несанкціонованих сміттєзвалищ. Цьому також сприяє низький рівень виховної роботи в сфері поводження з побутовими відходами.

Для вирішення проблеми поводження з ТПВ в сільській місцевості актуальним є застосування ряду комплексних рішень, а саме вдосконалення законодавчої бази; збільшення та покращення механізму фінансування; підвищення екологічної свідомості громадян; розвитку бізнесу на відходах; реконструкція та будівництво нових полігонів; запровадження технологій виробництва біогазу; окремий збір та утилізація шкідливих відходів.

В сільській місцевості утворюється велика кількість органічних відходів (залишки їжі, курячий послід, послід худоби, опале листя дерев, залишки бур'янів та рослин після збору врожаїв на полях та городах та ін.). Зазвичай сухі відходи спалюються, послід тварин компостується для перегною, всі інші просто викидаються. Перспективним є використання органічних відходів для виробництва біогазу. Його використання дозволить зменшити споживання енергетичних ресурсів, що займають значну частку у собівартості сільськогосподарської продукції. Останнє позначиться на збільшенні рентабельності фермерського господарства.

Таким чином, одним із перспективних рішень у сфері поводження з ТПВ в сільській місцевості є запровадження комплексного рішення – централізований збір сміття, правильна логістика складування та вивозу відходів, з подальшим сортуванням з вилученням цінних компонентів, спалювання, піроліз, компостування органічних відходів та виробництво біогазу.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OF GENETICALLY MODIFIED PRODUCTS

*Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer, Huni Kuzivakwashe Shayne, student,
Sumy State University, Sumy*

Under the basis of Assessment of Genetically Modified Products we see that Genetically Engineering and Genetically Modified Products provide powerful tools for sustainable development in Agriculture, Health Care and many other Industries. Biosafety issues refer to the containment principles, technology and practices that are required to prevent unintentional exposure of pathogens and toxins or their accidental release of these into the environment. Fundamental Objectives of any biosafety program is the containment of potentially harmful biological agents, toxins and chemical of radiation.

With the increasing emphasis of G.E technique in different countries in their life sciences the biosafety is gaining importance to ensure safety of the public and the environment.

Legal Aspects of Biological Safety include the introduction of protocols. “The introduction of the Cartagena Protocol Biosafety”. The Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity is an international treaty governing the movements of living modified organisms (LMOs) resulting from modern biotechnology from one country to another.

It is very essential to label genetically modified products. In some jurisdictions, the labeling requirement depends on the relative quantity of GMO in the product. A study that investigated voluntary labeling in South Africa found that 31 % of products labeled as GMO free had a genetically modified content above 1.0 %. Hence there is need to correctly label genetically modified products. Another example, 92 % of Americans say they're pro-GMO labeling, according to a recent Consumer Reports study. It's that people want to know what they're consuming, is what most labeling advocates see as the real issue, rather than a crusade against GMOs in general. For Zimbabwean consumers health is the main issue in relation to genetic engineering. Proponents for genetic engineered food say that people in the USA and Canada have been eating genetically engineered food for 16 years and there is nothing to show that it is bad for people's health. At the same time, however, there has been a significant increase in diet-related illnesses in the USA and Canada during the same period, illnesses such as allergies and autism.

The following issues were raised in the research of banning GMOs in Zimbabwe: in the USA, a GE food supplement, L. Tryptophan caused death and muscle pain in many people; some workers harvesting cotton in India have suffered severe skin rashes and needed hospitalization; milk from cows injected with genetically modified growth hormones to increase milk production increases levels of the IGF-1 factor in consumers which increases the development of tumors in lungs, breast and colon; GE potato was found to result in incorrect mitosis of cells and tissues producing tumors in rats after only 10 days of feeding.

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ

Карпець О. М., студентка; Трунова І. О., доцент, СумДУ, м. Суми

Пластмаси – це хімічна продукція, яка складається з високомолекулярних, довголанцюгових полімерів. Виробництво пластичних мас на сучасному етапі розвитку зростає в середньому на 5–6 % щорічно і до їх споживання на душу населення в індустріально розвинених країнах за останні 20 років подвоїлася, досягнувши 85-90 кг [1].

Основний шлях використання відходів пластмас – це їх утилізація, тобто повторне використання. Вартість обробки та знищення відходів пластмас приблизно в 8 разів перевищує витрати на обробку більшості промислових і майже в три рази – на знищення побутових відходів.

З цих причин утилізація є не тільки економічно доцільним, але і екологічно кращим рішенням проблеми використання пластмасових відходів. Причиною цього є труднощі, пов'язані з попередньою підготовкою (збір, сортування, розділення, очищення і т. д.) відходів, відсутністю спеціального обладнання для переробки і т. д.

До основних способів утилізації відходів пластичних мас [2] відносяться:

- термічне розкладання шляхом піролізу;
- розкладання з отриманням вихідних низькомолекулярних продуктів (мономерів, олігомерів);
- вторинна переробка.

Вторинна переробка знижує витрати на застосування полімерів, тимчасово вирішує питання з усуненням полімерного сміття, який вже в кінці 20 століття став проблемою в розвинених країнах. Рішенням знищення «полімерного сміття» може стати лише більш широке використання біорозкладних полімерів, перш за все природного походження, а також широке впровадження в реальну технологію виробництва синтетичних біорозкладних полімерів [3].

Список літератури:

1. Іщенко В. А. Дослідження циклу утилізації пластикових виробів / В. А. Іщенко // Збірник статей Вінницького нац. техн. університету / Вінниця. – 2012. – с 3.
2. Іванова О. А. Реховская Е. О. Утилізація і переробка пластикових відходів // Журнал «Молодий вчений». – 2015. – № 21. – С. 54–56.
3. Гармонізація як парадигма ефективного менеджменту проектів переробки-утилізації полімерних відходів / С. І. Бухкало, О. І. Ольховська, С. П. Іглін, // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 29 (1201). – С. 101–106. – Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2220–4784.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У МЕРЕЖАХ ВОДОКАНАЛУ м. СУМИ

Погоренко О. В., студентка; Шевченко С. М., доцент, СумДУ, м. Суми

В Україні вже давно назріває проблема питної води, оскільки за запасами доступних до використання водних ресурсів країна належить до малозабезпечених. У маловодні роки на території України формується лише 52,4 км³/рік стоку, тобто на одну людину припадає близько 1 тис. м³. Тим часом, за визначенням Європейської економічної комісії ООН, держава, водні ресурси якої не перевищують 1,7 тис. м³ стоку на рік на одну людину, вважається незабезпеченою водою. У Канаді, наприклад, ця величина дорівнює 94,3, в Росії – 31,0, Швеції – 19,7, США – 7,4, Білорусі – 5,7, Франції – 3,4, Англії – 2,5, Німеччині – 1,9, Польщі – 1,6 тис. м³/рік.

Низька якість питної води позначається на здоров'ї населення - вона грає найважливішу роль в процесах життєдіяльності біологічних систем, що зародилися у водному середовищі. Особливості фізико-хімічних властивостей води та їх сталість сприяли швидкому розвитку живих організмів у процесі еволюції.

Сумська вода – одна з кращих на Лівобережній Україні, оскільки надходить з артезіанських свердловин. Водопостачання міста здійснюється з 6 водозаборів, на яких задіяно 70 свердловин, з них 14 потребують капітального ремонту і додаткового обстеження, 56 – експлуатуються.

Але необхідно зазначити, що мережі водопостачання в межах міста надзвичайно зношені, що суттєво впливає на якість питної води доведеної до споживача. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба у дослідженні по визначенню стану водоводів та його впливу на якість питної води у краях кінцевого споживача.

Таким чином, необхідно визначити якість води на водозаборах, здійснити моніторинг за основними показниками на різних ділянках водоводу, визначити терміни експлуатації свердловин, періодичність ремонту та оновлення їх технічного стану.

Крім того, необхідно скласти характеристику водопровідних мереж м. Суми (розгалуженість, технічний стан, можливість впливу ґрунтових вод, проблематичні ділянки, мережу водорозбірних колонок тощо).

Визначити стан водопровідних мереж, найбільш проблематичні ділянки (частота проривів, їх масштаб та матеріальні можливості щодо їх усунення, допомога влади міста тощо). Проаналізувати потенційні можливості Сумського водоканалу щодо модернізації та оновлення водопровідної мережі (власні можливості та залучення коштів громади). Розглянути можливості альтернативних технологій постачання питної води та можливості по реалізації проектів паралельного постачання технічною водою з метою економії артезіанської води.

МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ СУМСЬКОЇ ТЕЦ

Плячук Л. Д., професор; М'якаєва Г. М., аспірантка, СумДУ, м. Суми

Визначальний вклад у формування екологічної небезпеки, що пов'язана із техногенним забрудненням навколишнього середовища, в межах індустріально розвинених регіонів вносять підприємства теплоенергетики, які є джерелами комплексного забруднення довкілля.

Чинниками впливу підприємств теплоенергетики на довкілля є викиди в атмосферу, забруднення гідросфери, утворення великої кількості відходів різних класів небезпеки, значну частину яких складають золошлакові відходи.

На Сумській ТЕЦ щорічно в золошлакозбирач виділяється близько 12 тис. тон золошлакових відходів. Тому питання переробки та утилізації золошлакових відходів є вкрай важливим.

З метою розробки шляхів утилізації золошлакової суміші, що знаходиться у золошлакозбирачі, були відібрані проби в різних місцях по периметру та з центру накопичувача з глибини 0,1–0,4 м. Проба 1 – золошлакова суміш з антицитового вугілля з фракцією від 0,16–40 мм; проба 2 – золошлаковий пісок з фракцією от 0,16–0,63 мм; проба 3 – зола-винесення із фракцією 0,08–0,16 мм.

Проведені дослідження відібраних проб дозволили розробити рекомендації по їх використанню в будівництві, які полягають в наступному. Золошлакова суміш, що знаходиться в центрі золошлакозбирача підлягає поділу за фракціями і після відділення крупно розмірного заповнювача (КРЗ), решту, в якій присутні 58,5 % незгорілого вугілля рекомендується використовувати для брикетування з попереднім збагаченням будь-яким органічним паливним матеріалом.

Отриманий КРЗ можливо використовувати в важких бетонах та автодорожньому будівництві.

Шлаковий пісок, що залягає поблизу земляних дамб з великим вмістом вільного вуглецю можна брикетувати із збагаченням будь-яким органічним паливним матеріалом, а також як готовий продукт вводити в глиняну шихту при виробництві керамічної цегли (зменшує утворення тріщин, збільшує показники міцності).

Зола-винесення після поділу з об'ємною вагою 445 кг/м³ рекомендується в якості часткової заміни (20–25 %) цементів та пісків в бетонах і розчинах; пластифікатора в бетонних сумішах; добавок в вогнезахисних пастах; добавок при виробництві керамічної цегли; заповнювачів при виробництві дрібно-штучних, полегшених піногазоблоків; наповнювача у виробництві руберойду; наповнювача у виробництві теплоізоляційних матеріалів; добавок у виробництві жаростійких бетонів; використовувати для брикетування з попереднім збагаченням.

РІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ТЕЦ

Пляцук Л. Д., професор; М'якаєв О. В., аспірант, СумДУ, м. Суми

Контроль за виробництвом золошлакових відходів та утилізація їх як продуктів горіння вугілля є великою економічною і екологічною проблемою. Річний обсяг виробництва цих продуктів поступається тільки обсягом випуску нерудних будівельних матеріалів.

Золошлакові відходи, що утворюються на ТЕЦ при спалюванні вугілля, являють собою найбільш об'ємний вид відходів, використання яких пов'язано з вирішенням ряду екологічних завдань. Золовідвали ТЕЦ є одним з найважливіших негативних чинників, що формують екологічну ситуацію в зоні розташування вугільних ТЕЦ як в процесі їх будівництва, так і при їх експлуатації.

Найбільш доцільним рішенням екологічних і економічних проблем, пов'язаних з золошлаковими відходами є їх подальше використання, тобто створення безвідходного виробництва.

До основних продуктів згоряння відносять: золу виносу, шлак. Структура використання продуктів горіння в розвинених країнах світу за останні роки характеризується наступними даними. Зола виносу: добавки до бетону – 33 %, добавки до цементу – 10,7 %, цементна сировина – 23,4 %, бетонні блоки – 6,1 %, дорожнє будівництво – 21,9 %. Шлаки: бетонні блоки – 45,9 %, цемент – 7,3 %, легкий заповнювач – 2,3 %. Зола виносу користується найбільшим попитом серед продуктів горіння вугілля. Її одержують електростатичним або механічним осадженням дрібних частинок з паливних газів. Хімічний склад золи виносу включає оксиди кремнію, алюмінію, заліза, кальцію, магнію, сірки, натрію, калію і титану.

Одним з варіантів утилізації золи виносу є використання її в якості сировини для виробництва бетонних блоків, а саме шляхом заміни частини цементу на золу виносу ТЕЦ при виготовленні бетонних конструкцій. При цьому нею можна замінювати від 10 до 20 % цементу.

З одного боку, використання в бетоні золи виносу призводить до економії дорогого портландцементу, а також до зменшення тепловиділення при твердінні бетону, з іншого боку – до уповільненого набору міцності бетонних виробів. Зміцнення залізобетонних конструкцій можна досягти за рахунок впливу на бетонну суміш змінного електричного струму, що пропускається по арматурі до повного затвердіння бетону. При пропусканні струму по арматурі в бетонній суміші створюються індукційні струми, під дією яких інтенсивно протікають процеси затвердіння.

Це забезпечує хімічні зв'язки між усіма компонентами бетонної суміші в результаті утворення навколо стрижнів арматури змінного магнітного поля, що індукуює струми в бетонній суміші.

ДІОКСИНИ ЯК ОБ'ЄКТ ХАРЧОВОЇ ТОКСИКОЛОГІЇ

Потапова Є. О., студентка; Аблєєва І. Ю., ст. викладач, СумДУ, м. Суми

Діоксини – сполуки, які утворюються винятково внаслідок діяльності людини та відносяться до найсильніших з відомих отрут, котрі володіють канцерогенною, мутагенною і тератогенною дією. 95 % діоксинів потрапляють до організму людини з їжею при споживанні забруднених харчових продуктів, 5% – з повітрям і пилом. Потрапляючи до організму, діоксини діють на молекулярному рівні, призводять до змін у регуляції роботи генів і у життєдіяльності клітин. Основною мішенню для більшості цих сполук є ендокринна система. При цьому отрута «маскується» під природні гормони, але оскільки вони не є справжніми гормонами, то порушують нормальну роботу усієї системи, що регулює обмін речовин, репродукцію, ріст, розвиток, поведінку. Діоксини виявляють скрізь, де у виробництві застосовують хлор. Одним з джерел викидів цих сполук у атмосферу є сміттєспалювальні заводи. Термін напіврозпаду діоксину становить 10-50 років. Гранично допустима концентрація діоксину для організму людини досить мізерна – всього 0,000035 мг/л у водному середовищі. У зв'язку з цим виявляти діоксини дуже важко, оскільки потрібні досить точні методи хімічного аналізу.

Мета роботи полягає у дослідженні впливу діоксинів на сучасні патології організму людини, висвітленні проблеми недостатньої вивченості фармакодинаміки і кінетики діоксинів.

Їжа – основне джерело надходження діоксинів у організм людини (з атмосферним повітрям надходить лише 1–5%). Американські дослідники вважають, що надходження їх з харчовими продуктами в разі найбільших викидів сміттєспалювальних заводів у 500–1000 разів перевищує ті, які надходять з атмосферним повітрям [1]. Основним джерелом діоксинів є продукти тваринного походження. Доведено, що з продуктами тваринного походження люди одержують дозу діоксинів у 10 разів більшу, ніж з рослинними продуктами. Серед тваринних продуктів найбільше їх у рибі та рибних продуктах. В організмі наземних тварин вони накопичуються переважно у молоці та у м'ясі. Основним джерелом ПХДД та ПХДФ є продукти тваринного походження. Доведено, що з продуктами тваринного походження люди одержують ТХДД у 10 разів більше, ніж з рослинними продуктами. Серед тваринних продуктів найбільше ПХДД та ПХДФ виявлено у рибі та рибних продуктах. В організмі наземних тварин ТХДД накопичується переважно у молоці та у м'ясі.

Дослідження, виконані у Німеччині, Канаді та Японії, свідчать про те, що з основними харчовими продуктами (м'ясо, молоко) в організм людини надходить у середньому 98 пг/добу діоксинів. Розрахунки показали, що з 1 л молока організм людини одержує у 12 разів більшу дозу цих токсичних

речовин, ніж за рахунок вдихуваного повітря протягом однієї доби. Вважають, що харчовий ланцюг є основним шляхом надходження діоксинів в організм людини, що необхідно враховувати при розробці стандартів їхнього вмісту в навколишньому середовищі.

Вчені вважають, що надходження діоксинів в організм людини з їжею набагато перевищує толерантні для людини величини, хоча навантаження ними організму людей більш значні в промислово розвинених країнах Європи. Щоденне надходження діоксинів з рибою у Польщі оцінюється на рівні 2,3–5,8 мкг на одну людину. Вміст їх у коров'ячому молоці на території США коливається в межах 0,6–3,1 пг/г, а в озерній та річковій рибі може досягати 85 пг/г. Наявність діоксинів виявлена також у курячих яйцях.

За дослідженнями канадських учених, надходження діоксиноподібних сполук на початку грудного вигодовування дітей становить 242 пг токсичних еквівалентів діоксину/кг. В кінці періоду годування ця величина знижується до 18 пг. Накопичена протягом 1 року доза діоксиноподібних сполук у дітей за умов годування материнським молоком виявилась у 6 разів більша, ніж при штучному годуванні [2]. Діоксини і фурани виявлені в тюленях, виловлених біля узбережжя Швеції, в черепахах з озера Гудзон (Канада), в коров'ячому молоці в штаті Мічіган (США) [3].

Контроль за вмістом діоксинів – складне аналітичне завдання, трудомістке, коштовне і тривале (кілька діб), так як необхідно визначати ультрамалі кількості цих речовин. Крім того, потрібно визначати кілька найбільш токсичних ізомерів діоксинового і фуранового сімейства. Недостатньо вивчена також фармакодинаміка і кінетика діоксинів, не з'ясований їхній вплив на ферментну систему, механізм дії діоксинів на організм людини, очікуваний ризик дії малих доз на населення, оскільки жодна гіпотеза не пояснює усіх аспектів токсичності діоксинів, зокрема, надто виражених видових відмінностей їхньої дії на організм.

На основі вищенаведених матеріалів можна прийти до висновку, що токсикологічна характеристика нових забруднювачів харчових продуктів – діоксинів – є важливим завданням харчової токсикології. Необхідно здійснювати постійний контроль за вмістом цих небезпечних мікрокомпонентів у харчових продуктах для підтримання безпеки населення. При токсикологічній оцінці доцільно визначати можливість накопичення цих мікрокомпонентів в організмі та специфічність їхньої дії на організм.

Список літератури:

1. Тревіс К.К. Діоксин, діоксин повсюди. *Environ. Sci. and Technol.*, 1989. – Т. 23, № 9. – С. 1061–1063.
2. Уорнер М., Філіпс Дж. Дія діоксинів у грудному молоці на немовлят. *Environ. Health Respect.*, 2001. – Т. 110, № 6. – С. А 325–А 332.
3. Смоляр В. І. Сучасні досягнення харчової токсикології. *Современные проблемы токсикологии*, 2004. – № 2. – С. 18–24.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ

Гетьман Л. О., студентка; Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми

На сучасному етапі розвитку енергетичної галузі набирає актуальності прогресивне розуміння перспективності екологічно чистого енергозабезпечення в будівництві та впровадження відповідних технологічних рішень. У багатьох країнах розроблені та активно експлуатуються технології альтернативної енергетики, що забезпечують децентралізоване енергопостачання, скеровуючи надлишок енергії до централізованої мережі. У передових країнах (Німеччина, США, Японія, Китай, Швеція тощо) діють державні програми інтенсифікації розвитку екоенергетики. Економія природних ресурсів є актуальною на різних рівнях, зокрема у будівництві застосовуються технології пасивного будинку.

Пасивний будинок – будинок, в якому можна досягти комфортного мікроклімату як узимку без системи опалення (або використовуючи малопотужну компактну систему опалення), так і влітку без системи кондиціонування. Існує багато технологічних рішень з використання енергії довкілля, де в якості джерел енергії використовується вода (зокрема ґрунтові води, поверхневі води, стічні води), ґрунт, повітря та сонячна енергія. Найбільш потужним і доступним з усіх видів нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії є енергія Сонця. Існує загальне емпіричне правило, за яким правильно запроєктований «пасивний сонячний дім», у порівнянні з традиційно запроєктованим будинком такої ж площі, зменшить витрати на опалення на 75 % при подорожчанні будівництва лише на 5–10 %.

Використання технологій енергозбереження в пасивних будинках знижує до мінімуму шкідливі викиди в навколишнє середовище (вуглекислий газ, летучі органічні речовини і т. п.). Після завершення терміну експлуатації будинку його можна демонтувати, всі конструкції піддаються вторинній переробці. Такі будинки не залишають відходів.

Досвід багатьох країн доводить, що лише комплексна термомодернізація існуючого житлового фонду здатна кардинально вплинути на скорочення споживання енергоресурсів. Комплексна ж модернізація будівлі, за підрахунками фахівців, може в остаточному підсумку забезпечити економію енергоресурсів близько 50 %. Міжнародне енергетичне агентство стверджує, що кожні витрати інвестовані в енергоефективність, окупляться в 4 рази, а термін окупності складає приблизно 5 років. Отже, використання альтернативних джерел енергії та новітніх технологій термомодернізації будинків дозволяє раціонально використовувати природні ресурси та знижувати витрати на сплату комунальних послуг, що говорить про перспективність та еколого-економічну ефективність впровадження технологічних рішень з підвищення енергоефективності в будівництві.

АНАЛІЗ СТУПЕНЯ ТОКСИЧНОСТІ СПОЛУК РТУТІ

*Пляцук Л. Д., професор; Філоненко І. С., студентка;
Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми*

Ртуть є одним з найбільш небезпечних елементів-забруднювачів біосфери з найвищим показником токсичності серед важких металів, тому встановлення геохімічних особливостей міграції і концентрації елемента в об'єктах довкілля з різним джерелом походження є однією з найбільш актуальних проблем екологічної геохімії. Мета роботи полягала у визначенні токсикологічних та екотоксикологічних особливостей ртуті та зниження токсикологічного впливу на живі організми. Основними джерелами ртутного забруднення природного середовища і територій служать промислові підприємства, в технологічних циклах яких використовується ртуть; сільське господарство; енергетичні підприємства і транспорт, що спалюють горючі копалини; гірничодобувна і переробна промисловість, особливо ртутно- і золотодобувні галузі, також використання ртутьвмісних приладів, люмінесцентних ламп і медичних термометрів. Ртутьорганічні сполуки легко проникають через шкіру. Місцева дія при цьому нагадує дерматит або легкий опік. Найбільш часто препарати ртуті надходять в організм в невеликій кількості протягом довгого періоду. Різні сполуки ртуті, находячись в незначній кількості в кормах, особливо в рибі і м'ясопродуктах, при постійному споживанні в їжу постійно накопичуються в організмі в значній кількості, що обумовлено здатністю до біомагніфікації.

Розподіл і накопичення ртутьвмісних сполук в організмі визначається структурою і фізико-хімічними властивостями препаратів, а також шляхом їх надходження в організм. При надходженні ртутних препаратів через дихальні шляхи, ртуть всмоктується через слизові оболонки і альвеолярний ендотелій. Іони ртуті, зв'язуються із сульфгідрильними групами білків клітинних мембран і ферментів, блокують окисні процеси, знижують вміст у клітинах РНК, порушують синтез білка в різних стадіях. У цьому знижується активність цитохромів, порушується тканинне дихання, виникають некротичні процеси в тканинах (слизова оболонка шлунково-кишкового тракту, ЦНС). Соматичні та ендокринні порушення, як наслідок тривалої дії ртуті на тканині та ферментні системи, що містять сульфгідрильні групи, тісно пов'язані один з одними метаболічними і патогенетичними механізмами. До них відносяться наступні синдроми: нефропатичний, гепатотоксичний, міокардіодистрофічний, легеневий і ендокринний. Таким чином, ртуть та її сполуки володіють високою небезпекою і токсигенністю, що обумовлює тяжкий перебіг отруєнь, необхідність комплексного підходу до діагностики та лікуванню ртутних отруєнь; дотримання заходів безпеки при роботі з об'єктами, що містять у своєму складі ртуть; виробництво продукції з мінімальним використанням ртуті та її сполук, пошук речовин, які замінюють ртуть.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

Хаба Г. О., студентка; Трунова І. О., доцент, СумДУ, м. Суми

З кожним роком все більше популярності набирає один із нових напрямків біотехнології – вермикомпостування, що полягає в розведенні деяких форм дощових черв'яків з метою застосування їх для переробки відходів. Формування й розвиток даного напрямку зумовлені можливістю вирішення важливих екологічних завдань, а саме: утилізації органічних відходів, виробництва високоякісного чистого органічного добрива, підвищення родючості ґрунту, вирощування екологічно чистої продукції, а також, істотного зменшення забруднення навколишнього середовища.

В Україні значну увагу приділяють використанню дощових черв'яків для переробки органічних відходів таких як: гній, пташиний послід, солома, листя, рештки силосу, сіно, відходи харчової, м'ясної, плодоовочевої промисловості, комунального господарства.

Дослідження засвідчують, що за допомогою черв'яків органічні відходи за короткий термін можна перетворити на добрива, які містять елементи живлення рослин у доступній для них формі та мають стійку зернисту структуру.

Вермикомпостування можна застосовувати як у промислових масштабах, так і окремо на прибудинкових територіях. З досліджень відомо, що органічні відходи потрапляючи у контейнер з культивованими черв'яками втрачають неприємний запах, швидко дозрівають та мають високі показники мікроелементів та біологічно активних речовин. Метод ґрунтується на здатності черв'яків проковтувати часточки органічної речовини, транспортувати їх у кишкову порожнину й виділяти у вигляді копролітів.

Після проходження процесів вермикомпостування ми отримуємо мікрогранулярну речовину коричнево-сіруватого кольору із запахом ґрунту, а саме – біогуміс, що є найціннішим органічним добривом сьогодення.

Біогумус містить у добре збалансованій і легкозасвоюваній формі всі необхідні для живлення рослин речовини. Середній вміст сухої органічної маси в біогумусі становить 50 %, гумусу – 18 %; його реакція сприятлива для рослин і мікроорганізмів, рН 6,8–7,4, загального азоту – 2,2 %, фосфору – 2,6 %, калію – 2,7 %.

Якість біогумусу оцінюють за міжнародним стандартом, що має такі вимоги: вологість 30–40 %; органічна речовина 20–30 %; водорозчинні солі 0,5 %; рН 6,5–7,5; загальний азот не менш як 1,5 %; P_2O_5 1,2–1,5 %; K_2O 1,1–1,2 %; C:N – 15; Mg – 1 %; Ca – 4 %.

Дози внесення біогумусу залежать від вмісту гумусу, елементів живлення в ґрунті, у вермикомпості та від виду сільськогосподарських культур. Оптимальними дозами є 3–3,5 т/га біогумусу за розкидного способу внесення і 250–300 кг/га – за локального. Максимальна доза – 4 т/га.

АНАЛІЗ ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ МИШ'ЯКУ

Шуліна Є. О., студентка; Аблєєва І. Ю., старший викладач, СумДУ, м. Суми

В даний час, незважаючи на появу великої кількості речовин, що становлять токсикологічний інтерес, миш'як та його сполуки не втратили свого значення, оскільки мають широке поширення в об'єктах навколишнього середовища і викликають важкі наслідки в живих системах. Тому, дуже актуальною є проблема вивчення негативного впливу напівметалів та важких металів на екосистеми та живі організми зокрема.

Сьогодні миш'як досить широко застосовується в деяких областях діяльності людини, також зустрічається в ґрунтах і мінералах, зважений у воді і повітрі. Його токсичні властивості настільки сильні, що про їх небезпеку для організму повинен знати кожен.

Мета роботи полягає у визначенні токсикокінетичних та токсидинамічних особливостей миш'яку; з'ясуванні шляхів зниження токсичного впливу на живі організми.

Миш'як (As) відносять до умовно есенціальних, імунотоксичних елементів та називають «тіловою отрутою». У природі існує у вигляді органічних (найбільш небезпечні для людини) і неорганічних сполук.

У природні води миш'як поступає з мінеральних джерел, районів миш'якового оруднення, а також із зон окислення порід поліметалічного, мідно-кобальтового і вольфрамового типів. Деяка кількість миш'яку поступає з ґрунтів, а також внаслідок розкладання рослинних і тваринних організмів. Споживання миш'яку водними організмами є однією з причин зниження концентрації його у воді. Значні кількості миш'яку поступають у водні об'єкти зі стічними водами збагачувальних фабрик, відходами виробництва барвників, шкіряних заводів і підприємств, які утворюють пестициди, а також з с/г угідь, на яких застосовуються пестициди.

Існує три шляхи потрапляння до організму: при вдиханні миш'яковистих сполук у вигляді пилу – інгаляційний, при потрапленні безпосередньо на шкіру (найчастіше – в несприятливих виробничих умовах) – транскутанний, при вживанні отруєної води і їжі – пероральний.

Малотоксичні сполуки п'ятивалентного миш'яку в організмі можуть перетворюватися в сполуки тривалентного миш'яку, які обумовлюють розвиток токсичного процесу, тобто має місце летальний синтез.

Незалежно від шляху проникнення в тіло людини, миш'як швидко переміщується з плазми крові в еритроцити. Зв'язується з білком (глобіном) і з током крові надходить у печінку, нирки, селезінку, серце і легені. Діє на рівні клітини, порушуючи найважливіші біохімічні процеси і клітинне дихання. Смертельна доза становить 0,05–0,2 г.

Після всмоктування миш'яку в кров негативні для організму людини наслідки з'являються через кілька хвилин. При тривалому накопиченні

отрути клітинами і тканинами отруєння розвивається поступово. Симптоми хронічної інтоксикації проявляються вже через кілька місяців після потрапляння миш'яку у внутрішні органи.

Миш'як виводиться з організму з сечею, через травний тракт, шкірні покриви, з молоком матері й іншими шляхами. Через добу з сечею виводиться лише близько 30 % миш'яку (max – на 4-ту добу), і приблизно 4 % виводиться через кишечник. Інша частина виводиться з потом, з випадającym волоссям, відшарованою шкірою та жовчу. Виділення миш'яку з організму відбувається повільно, чим і обумовлена можливість його кумуляції. При гострому отруєнні сполуками миш'яку вони накопичуються переважно в паренхіматозних органах, а при хронічних отруєннях — в кістках і ороговілих тканинах (покриви шкіри, нігті, волосся і ін). Механізм токсичної дії миш'яку складається з місцевої і резорбтивної дії. Місцева дія виявляється в деструкції тканини. При цьому в результаті ущільнення і денатурації білка спостерігається некроз тканин. У основі резорбтивної дії лежить блокування функціонально активних груп білків-ферментів і структурних білків. Основними сферами виборчої токсичності сполук миш'яку є специфічний епітелій нирок, печінки, кишечника, еритроцити і нервові клітини, де спостерігається підвищена концентрація цих речовин. Існує достатня кількість доказів канцерогенності неорганічних сполук миш'яку. Високий рівень смертності від раку легенів зареєстровано серед робітників, зайнятих на виробництві пестицидів, видобутку золота і виплавці сплавів миш'яку з іншими металами. В результаті тривалого вживання забрудненої миш'яком води або лікарських препаратів, нерідко спостерігається розвиток низькодиференційованого раку шкіри (рак Боуена).

Чи можна отруїтися миш'яком сьогодні? Звичайно так, адже ніхто з працівників не застрахований від нещасного випадку на виробництві, а під час використання отруту на основі миш'яку в побуті, можливо його випадкове потрапляння всередину організму. Іноді фіксуються умисні випадки отруєння – самогубство чи вбивство. Всі перераховані епізоди відносять до гострих отруєнь. Отруїтися миш'яком можна і при професійному впливі малих доз, а також при тривалому вживанні забрудненої води або прийомі медичних препаратів. Такі отруєння відносять до категорії хронічних. Отже, миш'як – це небезпечна отрута, отруєння якою може привести до непоправних наслідків. А тому, охорона атмосферного повітря, ґрунту та водойм від забруднення миш'яквмісними викидами, промислових стічних вод та твердих відходів та контроль за можливими домішками миш'яку в реагентах та матеріалах, що застосовуються при виготовленні продуктів харчування і харчових добавок повинні відбуватися з надзвичайною суворістю. А заходи попередження виробничих отруєнь повинні бути спрямовані насамперед на механізацію, герметизацію і знепилювання технологічного процесу, на створення ефективної вентиляції та забезпечення робітників засобами індивідуального захисту від впливу пилу.

ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY AND IT ROLE IN THE SOCIETY

*Abdieva I. Yu., Senior Lecturer; Okerio David Masese, student;
Hannachi Fadwa, student, Sumy State University, Sumy*

Environmental Biotechnology focuses on the environmental applications of biotechnology, rather than the industrial applications. This means that, for example, instead of enhancing some bacteria to aid with medicine, environmental biotechnology might enhance some bacteria to better an aspect of agriculture.

The involvement of humans: Whether we like it or not, humans will be involved in research surrounding Environmental Biotechnology. The level to which this could be an ethical concern depends on if consent was given and if there is potential harm caused from the research.

Animal Experimentation: There is no doubt that animals, just as humans do, experience pain and suffering. As a general rule, the harm done to the individuals of the experiment should be logically justified by the benefits that the results bring to society in general. Going further, when dealing with Environmental Biotechnology, tests run on animals to benefit the same species in the wild might be more justifiable ethically than tests run to benefit humans.

Risks to Environment and Biodiversity: Like any experiment, there will most likely be risks to the test subjects; which is, in this case, our environment. When considering ethics, the risks of the experiment must be taken into consideration, weighed against the benefits. An example of an environmental risk is the possible introduction of invasive species to the territory in question. Is it worth the pain to put our environment at risk?

Exploitation: Environmental Biotechnology is often put into question because it may be considered an exploitation of Aboriginal people and knowledge (specifically the Aboriginal people who claim the territory in question as their own). Environmentally-sound management of biotechnology is the subject of Chapter 16 of Agenda 21. Biotechnology is not directly addressed in the Johannesburg Plan of Implementation. Biotechnology is the integration of the new techniques emerging from modern biotechnology with the well-established approaches of traditional biotechnology. It is a set of enabling techniques for bringing about specific human-made changes in DNA, or genetic material, in plants, animals and microbial systems, leading to useful products and technologies.

The environmental crises which the world is experiencing, is forcing us among other things, to re-evaluate the efficient utilization of wastes or finding alternative uses for natural, renewable resources, especially organic waste, using clean technologies. When waste is not managed properly it can cause health and environmental risks. Currently, biowastes are dealt with in different ways including landfilling, composting, combustion, recycling and illegal dumping. Utilization of waste for bioproduct development and as a means of ensuring environmental safety can be done through different eco-friendly approaches.

BIOLOGICAL THREATS AS A CORE OBJECT OF BIOSAFETY SYSTEM

Ablieieva I. Yu., Senior Lecturer; Jeeson Sam, student, Sumy State University, Sumy

Biological agents have the ability to adversely affect human health in a variety of ways, ranging from relatively mild allergic reactions to serious medical conditions, including death. Many of these organisms are ubiquitous in the natural environment where they are found in water, soil, plants, or animals. Bio-agents may be amenable to "weaponization" to render them easier to deploy or disseminate. Genetic modification may enhance their incapacitating or lethal properties, or render them impervious to conventional treatments or preventives. Since many bio-agents reproduce rapidly and require minimal resources for propagation, they are also a potential danger in a wide variety of occupational settings. Bioweapon threats could include the deliberate release by attackers of an agent that causes one or more of a variety of different diseases. Public health authorities have developed a system to prioritize biological agents according to their risk to national security. Category an agents are the highest priority, and these are disease agents that pose a risk to national security because they can be transmitted from person to person and/or result in high mortality, and/or have high potential to cause social disruption. These are anthrax, botulism, plague, smallpox, tularaemia, and a collection of viruses that cause haemorrhagic fevers, such as Ebola, Marburg, Lassa, and Macho. These disease agents exist in nature (with the exception of smallpox, which has been eradicated in the wild), but they could be manipulated to make them more dangerous.

The Ordinance on Handling Organisms in Contained Systems (Contain O), as well as various acts and additional ordinances govern activities with genetically modified, pathogenic or alien organisms in contained systems.

The FOPH, together with the Federal Office for the Environment (FOEN), is responsible for enforcing the Contain O. This is intended to protect humans and the environment from damaging effects resulting from the handling of genetically modified, pathogenic or alien organisms in contained systems.

Ordinance on Protection of Employees from Dangerous Microorganisms (only available in French, German or Italian. Few if any developing countries are adequately prepared to address bioterrorism. In the low-income countries and many areas of middle-income countries, the primary security threats are those associated with survival—ensuring enough food and water, adequate shelter, and tolerable levels of diseases. In these circumstances, neither the governments nor the people can give priority to addressing a seemingly abstract threat of bioterrorism. But progress is slow and uneven. Capabilities to prevent and respond to the spread of disease agents by bioterrorists depend on these same systems, while also requiring additional security arrangements. Governments of many developing countries would welcome BTRP's assistance in enhancing biosecurity. Others may be less comfortable in providing new entry points for an expanded U.S. military presence, however well meaning.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛІОСИСТЕМ В УКРАЇНІ

Нишпоренко Р. В., студент; Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми

Основним джерелом для виробництва теплової та електричної енергії в теперішній час є органічне паливо, використання якого передбачає викиди у атмосферу продуктів спалення, які викликають небезпечний глобальними екологічними наслідками парниковий ефект. З урахуванням дефіциту паливно-енергетичних ресурсів, який гостро відчувається в усьому світі, а також у зв'язку зі зростанням вартості виробництва електроенергії на теплових та атомних електричних станціях, більш жорсткими вимогами екологічного та соціального характеру, актуальною є проблема вдосконалення енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Крім того, енергетичні об'єкти є систематичним джерелом забруднення повітряного басейну, що стимулює дослідження спрямовані на розробку прогресивних екологічно безпечних енерготехнологій.

Використання відновлювальних джерел енергії, в першу чергу сонячної енергії дозволить покращити екологічний стан, оскільки заміщення теплового навантаження котельних за рахунок сонячної енергії дозволить зменшити об'єм теплових скидів та викидів продуктів спалення в навколишнє середовище. Широке використання регенеративних носіїв енергії та використання безпечних для довкілля енергетичних технологій є суттєвим внеском до стабільного розвитку як держави в цілому, так і благополуччя окремих її громадян. Впровадження відновлювальних технологій може стати запорукою гарантії наступним поколінням високого рівня життєвих стандартів.

Інтерес до геліосистем викликаний наступними причинами: негативна тенденція розвитку традиційної енергетики зумовленими двома чинниками – швидким виснаженням природних ресурсів та забрудненням навколишнього середовища. За даними ООН, вже наприкінці 21 століття передбачається виснаження основного виду викопного палива – покладів вугілля. Треба зауважити, що середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні ($1\,235\text{ кВт год/м}^2$), що відповідає енергоємності приблизно 100 літрів дизельного палива або 100 м^3 природного газу, є достатньо високим і набагато вищим ніж наприклад в Німеччині – 1000 кВт год/м^2 чи навіть Польщі – $1\,080\text{ кВт год/м}^2$, де активно використовується сонячна енергія в системах опалення та гарячого водопостачання. Останнє дозволяє зробити висновки про перспективність використання сонячної енергії на території України. Згідно статистичних даних Україна тільки на 43 % може забезпечити потреби в паливі за рахунок своїх власних ресурсів. Єдиний шлях стабілізувати стан енергоспоживання в Україні – це енергозбереження до 43–47 % всього енергоспоживання. Одним із способів зменшення витрат

енергоресурсів є використання сонячних колекторів в комунально – побутовому секторі та підприємствах.

Реалізовані в останні роки експериментальні проекти показали, що річне вироблення теплової енергії в умовах України становить 500–600 кВт*год/м². Враховуючи загальноприйнятий в європейських країнах потенціал використання сонячних колекторів для розвинених країн, що становить 1 м² на одну людину, а також продуктивність сонячних установок для умов України, щорічні ресурси сонячного гарячого водопостачання та опалення можуть скласти 28 млрд кВт*год теплової енергії. Реалізація цього потенціалу дозволила б заощадити 3,4 млн т.у.п. на рік.

Для сонячних колекторів з селективним абсорбером існують стандартні правила підбору розміру геліоустановки: споживання гарячої води складає в середньому 50 літрів на особу; 1 м² площі геліоустановки потрібен для нагріву 80 літрів води; об'єм бойлера на 1 м² геліоустановки повинен становити 50–70 літрів. Якщо притримуватись цих правил, типовий сонячний колектор зможе забезпечити від 60% до 70% річного споживання гарячої води. У готелях, лікарнях, адміністративних корпусах заводів площа колектора та об'єм бака-акумулятора менша, але для точного визначення оптимальних розмірів потрібен детальний аналіз. Практичний досвід показує що сонячні системи для нагріву гарячої води повинні бути простими в експлуатації, мати не великий розмір і просту конструкцію. Використання геліоустановок дозволить знизити техногенне навантаження на навколишнє середовище, за рахунок зменшення обсягів спалювання паливно-енергетичних ресурсів. Оскільки проведені розрахунки показують, що при спалюванні корисних копалин для отримання 1 кВтгод. електричної енергії відбувається викид більш ніж 0,5 кг вуглекислого газу, а для отримання тої ж кількості теплової енергії викид CO₂ складає майже 0,2 кг. При певних підрахунках, враховуючи щільність CO₂ в нормальних умовах біля 2 кг/м³ і середню концентрацію його в атмосфері 0,04 %, викид 1 кг вуглекислого газу забруднює 2 500 м³ повітря. Техніко-економічні розрахунки показують, що геліоустановки, з врахуванням експлуатаційних витрат, окупаються протягом 2–5 років. З економічної точки зору використання геліоустановок є ефективним, оскільки застосування геліосистем дає можливість суттєво заощадити кошти на різноманітних видах палива або електричній енергії, а за рахунок останніх досягнень у розробці геліосистем, їх використання є ефективним і в холодний період року. Використання геліосистем дозволяє забезпечити від 60 до 80 % потреби в гарячій воді, зменшуючи викиди CO₂ на 20 %, що знижує рівень техногенного навантаження на навколишнє середовище. Таким чином, на сучасному етапі розвитку України, отримання теплової енергії для обігріву помешкань та гарячого водопостачання за рахунок використання геліосистем є перспективним напрямком розвитку в енергетичній галузі. Особливо використання геліосистем є актуальним і перспективним в житловому секторі з багатоквартирними будинками.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВ ГУМОВОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Рідченко Ю. С., студентка, СумДУ, м. Суми

Однією з найактуальніших екологічних та соціальних проблем в Україні є забруднення атмосферного повітря антропогенними джерелами, серед яких певне місце займають галузі хімічної промисловості, в тому числі і виробництва гумовотехнічних виробів.

Діяльність гумовотехнічних виробництв обумовлена необхідністю переробки відходів полімерів та гумовотехнічних виробів, в основному утилізацією автомобільних шин. Так, виробництво ТОВ «ВО «Сумський завод ГТВ» спеціалізується на виробництві формових та неформових гумотехнічних виробів, техпластин різного призначення, гумових кілець круглого перетину, ущільнювачів, гумових прокладок для рейкової колії, діелектричних килимків, гумово-металевих виробів, невулканізованих гумових сумішей різних марок, килимків і доріжок для автомобілів та автобусів.

Джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на таких об'єктах є шорсткування шин, вальцювання, вулканізація, приготування крихти гумової, зварювання. Гумозмішувачі є основним видом устаткування та одним з основних джерел забруднення атмосфери, що застосовується для приготування гумових сумішей і пластикації каучуку.

В процесі виготовлення гумовотехнічних виробів утворюються різні шкідливі речовини (пил, сполуки сірки, сажа тощо), тому для зменшення викидів установлюють очисні споруди для їх нейтралізації та уловлювання.

Таблиця 1 – Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря в результаті роботи ТОВ «ВО «Сумський завод гумотехнічних виробів» за 2017 р.

№ з/п	Забруднююча речовина	Фактичний обсяг викидів, т/рік	Потенційний обсяг викидів, т/рік	Порогові значення потенційних викидів, т/рік
1	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок. Пил гумовий	9,280	9,280	3,0
2	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту) NO+NO ₂	0,018	0,018	1,0
3	Сірки діоксид	0,007507	0,07507	1,5
4	Оксид вуглецю	0,014336	0,014336	1,5

Продукти переробки, потрапляючи в повітря, здатні викликати не лише надмірну загазованість повітря, підсилювати ефект зміну клімату, але й призводять до збільшення захворюваності та смертності населення внаслідок шкідливого впливу на дихальну систему людини.

Для уловлювання зваженого пилу у гумозмішувач встановлюють гідродинамічний пиловловлювач, резервуар з рідиною і з регулятором рівня рідини, фазозмішувач, а також краплеуловлювач і пристрій для видалення шламу. Однією з основних проблем у питанні охорони атмосферного повітря залишається морально та фізично застаріле технологічне очисне обладнання.

Для зниження екологічної напруженості на підприємстві ТОВ «ВО «СЗГТВ» доцільно впроваджувати наступні технічні рішення:

1) впроваджувати аналоги прискорювачів вулканізації тіазолу та дифенілгуанідину, які мають велику насипну щільність у порівнянні з вже використовуваними, що призведе до зниження запиленості в цехах та знизить втрати сировини, до того ж раціонально буде використовуватися тара;

2) замінити пластифікатор дибутілфталат, який виготовляється з 2-етилгексанової кислоти або 2-етилгексанола на діоктилфталат, виготовлений на основі відходів спиртового виробництва, що сприятиме окрім зниження собівартості продукції, збільшенню показників якості, розширенню асортименту пластифікаторів, зменшенню антропогенного навантаження на навколишнє середовище;

3) встановити в цеху складання наважок інгредієнтів і зберігання сировини гідродинамічний пиловловлювач з більшою поверхнею газорідинної суспензії, шляхом застосування скрапленого шару рідини який вловлює пилові частинки розміром більше 5 мкм близько 92–95 %.

Для зменшення шкідливого впливу від виробництв гумовотехнічних виробів на навколишнє середовище застосовується контроль вмісту кисню в повітрі приладами автоматичної і ручної дії з дистанційним відбором проб повітря, відключення несправного обладнання від технологічних трубопроводів і джерел енергії, радіоізотопні прилади в складі виробничого обладнання використовуються за умов наявності ліцензії і із дотриманням вимог та умов безпеки. Для зменшення проблеми мінімізації відходів потрібне створення замкнутих технологічних процесів, а у окремих випадках можна досягти повної їх ліквідації.

Лише за допомогою поєднання декількох раціонально підібраних і науково обґрунтованих заходів в кожному конкретному випадку можливо досягти бажаних ефектів економічно вигідного виробництва зі зменшенням негативного впливу на навколишнє середовище. Для цього на ТОВ «ВО «СЗГТВ» проводяться науково дослідні роботи, вирішується ряд завдань соціально-економічного плану, автоматизація та комп'ютеризація виробництва, розробляються умови безпечного ведення процесу і заходи щодо зниження екологічної напруженості.

Робота виконана під керівництвом асистента Яхненко О. М.

ВПЛИВ ФОРМАЛЬДЕГІДУ, ЩО НАКОПИЧУЄТЬСЯ В МЕРЕЖАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ, НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ

Лебедева О. С., асистент; Здоровцова А. Ю., студентка, Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків

Водовідвідні мережі створюють екологічну проблему, обумовлену утворенням каналізаційних газів, що мають у своєму складі токсичні газоподібні сполуки (сірководень, діоксин сірки, формальдегід, леткі органічні сполуки, діоксид вуглецю, метан тощо). Більшість з перелічених сполук мають різкий та неприємний запах. При проведенні ремонтних робіт на каналізаційних мережах, накопичення цих речовин створює загрозу для нормальної життєдіяльності та здоров'я співробітників. За ступенем впливу на організм людини формальдегід відноситься до високонебезпечних речовин (2-й клас безпеки), класифікується як ймовірний канцероген для людини з мінімальною разовою інгаляційною дозою $1,3 \times 10^{-5}$ мг/м³ [1, 2].

Об'єкт дослідження – зразки залізобетонного колектора каналізаційної мережі м. Харкова. Зразки мали характерний неприємний запах. Дослідження проводили в лабораторних умовах на кафедрі безпеки життєдіяльності та інженерної екології. Швидкість накопичення досліджуваної речовини проводили наступним методом: зразки та газоаналізатор розміщували у ексикаторі, герметично закривали та знімали показання в визначені проміжки часу.

Гранично допустима концентрація (ГДК) с.д. формальдегіду в атмосферному повітрі – 0,035 мг/м³. На рис. 1 наведено результати вимірювань концентрацій формальдегіду у зразках. На рис. 2 наведено швидкість накопичення формальдегіду. У невеликих кількостях при постійному вдиханні парів формальдегіду це впливає в першу чергу на нервову систему людини. Нейрофізіологічні симптоми отруєння формальдегідом такі як слабкість, млявість, апатія проявляються поступово. У результаті досліджень можна зробити висновок, що концентрація формальдегіда за пів години зросла на 0,039 мг/м³ (що є приблизно значенням ГДК). В середньому за одну хв. концентрація стало зростала на 0,0013 мг/м³. Вже на п'ятій хвилині інкубації концентрація досягла ГДК. Вдихання формальдегіду людиною в виявлених концентраціях є небезпечним та викликає негативні нейрофізіологічні ефекти.

При проведенні ремонтних робіт у колекторах каналізаційних мереж співробітники експлуатаційних та ремонтних служб водоканалу попадають під вплив екологічно небезпечних концентрацій формальдегіду та інших небезпечних газоподібних речовин, що негативно впливає на їх працездатність та загальний фізичний стан. Необхідно вживати заходи щодо попередження отруєння каналізаційними газами різного складу.

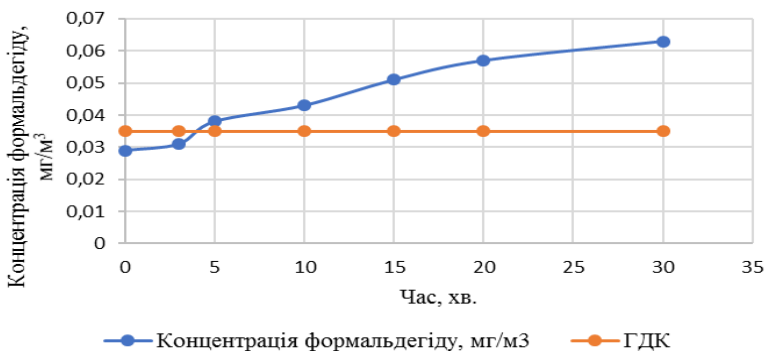


Рисунок 1 – Концентрація формальдегіду у зразках бетонного каналізаційного колектора

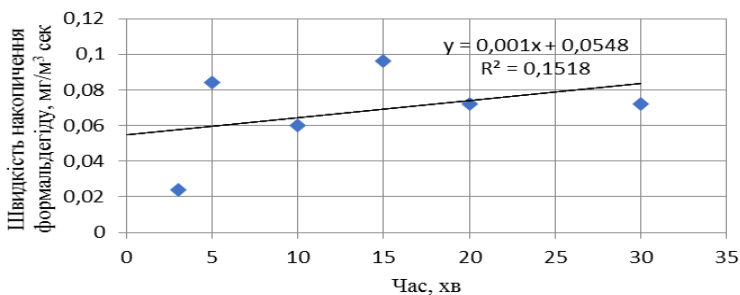


Рисунок 2 – Швидкість накопичення формальдегіду у зразках бетонного каналізаційного колектора

Список літератури:

1. McLaughlin, J. K. Formaldehyde and cancer: a critical review. International archives of occupational and environmental health, 1994. – P. 295–301.
2. Бахарева, А. Ю. Экологически безопасные методы очистки газообразных промышленных выбросов от формальдегида и метана : Дис. канд. техн. наук: 21.06.01/ Бахарева А. Ю. – Х., 2009. – 210 с.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА РІВНІ МУНІЦИПАЛІТЕТІВ

Полушкін П. А., студент, СумДУ, м. Суми

Муніципальна енергетика забезпечує населення, підприємства та організації необхідними комунальними послугами та суттєво впливає на розвиток соціально-економічних взаємовідносин у регіонах і країні загалом. Пошук шляхів оптимізації енергоспоживання в муніципальному секторі є актуальним та надзвичайно важливим напрямком розвитку країни, адже вважається, що потенціал енергозбереження у муніципального сектору сягає 40 % [1].

За останні десятиліття проблема енергетичного забезпечення людства стала найбільш актуальною. Невідновлювані запаси палива зменшуються з катастрофічною швидкістю, а їх використання призводить до екологічних проблем, що весь час погіршують стан навколишнього середовища.

У даний час в усьому світі, в тому числі і у нашій країні, гостро постало питання розроблення та впровадження нових джерел енергії. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» до таких відносить відновлювальні та вторинні джерела енергії. Відновлювальні джерела енергії – це джерела сонця та вітрової енергії, енергія води, біомаса і біопаливо, геотермальні джерела енергії [2].

В Україні є всі передумови для масштабного освоєння технологій на основі відновлюваних джерел енергії. Держава певною мірою підтримує розвиток відновлюваної енергетики, переважно через запровадження низки нормативно-правових актів. Зокрема, в 2009 р. згідно зі змінами до Закону України «Про електроенергетику», в Україні було введено систему стимулювання розвитку відновлюваної енергетики завдяки так званим «зеленим тарифам» [3].

Україна володіє суттєвими потенціалами біомаси та відходів, оскільки, по-перше, у країні з розвиненим сільським господарством відходи цілком можуть служити сировиною для біомаси й біопалива, а по-друге, переживає «сміттєвий інфаркт», тобто стан, за якого полігони, відведені для розміщення відходів, є заповненими на понад проектну потужність, а можливості зі зведення нових відсутні.

Україна є суттєвим постачальником палива з біомаси переважно на європейські ринки. Так, у 2013 році наша держава експортувала 6 тис. тон палива, отриманого з біомаси, середньою ціною в \$ 100 за тону, що теоретично могло б замінити витрату природного газу обсягом у 3 млрд м³, який на той час закуповувався за середньою ціною 400 дол. США за 1 000 м³ [4]. Процес спалювання біомаси не можна назвати цілковито екологічним.

За дослідженням С. Парасочки та В. Хрящевського [5] потреба у вуглеці при використанні твердого біопалива в 1,5–2 рази вище, ніж при

використанні газу, відповідно в 1,5–2 рази збільшується утворення вуглекислого газу, крім того, з'являються значні об'єми нехарактерного для газового палива, оксиду вуглецю та сажі (тверді частки) через відносну складність організації оптимальних процесів спалювання та необхідність якісної підготовки біопалива.

Біопалива, що містять у своєму складі сірку, є причиною викидів в оточуюче середовище діоксиду сірки, яка відсутня у викидах продуктів згорання газу. Згідно даних інструментальних спостережень, концентрація оксидів азоту у продуктах згорання твердого біопалива значно вища, ніж у продуктах згорання природного газу [6].

Але, дещо програючи в екологічності природному газу, біомаса є більш екодружною до довкілля, ніж вугілля. Загальна токсичність її продуктів згорання, порівняно з вугіллям, менша у 2 рази. При спалюванні біомаси в котельнях необхідно використовувати ефективне газоочисне обладнання, що дозволяє досягти високої якості очищення викидів димових газів і зменшити екологічне навантаження на довкілля. Останнім часом в якості важливого джерела альтернативної енергії все частіше використовується солома зернових.

Саме застосування цього джерела енергії було б доцільним і найбільш перспективним у Сумському, Полтавському, Чернігівському регіонах, відомому своїми сільськогосподарськими угіддями. Солома, яка залишається на полях, може використовуватися з метою отримання тепла [7].

Список літератури:

1. Беленкова О. Ю., Остапенко І. О. Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності. *Будівельне виробництво. Міжвідомчий науково-технічний збірник* 2013. Вип. 55. с.28
2. Закон України «Про альтернативні джерела енергії».
3. Закону України «Про електроенергетику».
4. Савінок В. Експерт МЦПД Progress «Перспективи розвитку відновлювальної енергетики України». *Статті. ІАС Team*. 2015. November 1.
5. Л. Л. Гевлич, І. Г. Гевлич Екологічні аспекти економічного ефекту реалізації енергозберігаючих заходів в сучасній Україні. *Економіка і організація управління*. 2016. № 1 (21).
6. Парасочка С., Хрящевський В. Екологічні аспекти використання твердого біопалива для потреб теплопостачання. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.tecom.com.ua/development.htm>
7. Альтернативні джерела енергії та довкілля. Брошури Проекту USAID «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород»: Брошура 1 «Альтернатива природному газу: біомаса як джерело енергії».

Робота виконана під керівництвом асистента Яхненко О. М.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗОЛОВІДВАЛІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ДОВКІЛЛЯ

Пархоменко О. С., студентка; Гурець Л. Л., доцент, СумДУ, м. Суми

На сьогоднішній день гостро постала проблема з уже утвореними і накопиченими промисловими і побутовими відходами. Серед різних видів промислових відходів одне з перших місць за обсягом займають великотоннажні золошлакові відходи (ЗШВ), що утворюються при спалюванні вугілля на ТЕС. Станом на 2015 рік в шламонакопичувачах, териконах і відвалах ТЕС України накопичено понад 370 млн т. золошлакових відходів на площі близько 3170 га. При цьому середньорічний обсяг утворення ЗШВ досягає приблизно 14 млн т.

Ситуація, що склалася з обсягами золошлакових відходів створює серйозні економічні і екологічні проблеми підприємствам паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) в Україні в результаті зростання виробничих витрат, вартості природоохоронних заходів та забезпечення охорони здоров'я населення.

Зола і золошлакові суміші являють собою твердий незгорілий залишок палива, який видаляється в золовідвали. Склад та побудова ЗШВ визначається рядом факторів, серед яких основними та найбільш важливішими є: умови утворення (видобуток і збагачення вугілля, методи його спалювання тощо); особливості складу вугілля конкретного родовища (вік, ступінь метаморфізму тощо); фізико-хімічні процеси, в результаті особливостей кліматичного впливу на складовані ЗШО, і ряд інших.

У таблиці 1 наведені склад твердого палива вугільних басейнів України, які використовуються для спалювання на ТЕС.

Таблиця 1 – Склад твердого палива вугільних басейнів України

Вугільний басейн	Марка вугілля	Склад робочої маси, %							Леткі, %
		W ^P	A ^P	S ^P	C ^P	H ^P	N ^P	O ^P	
Донецький	Д	13	24,4	1,8	47	3,4	10,9	8,1	45
	Г	10	25,2	2,1	51,2	3,6	1,11	5,9	40
	ОС	5	23,8	2,1	61,9	3,2	-	2,2	19
	Т	6	25,4	1,6	61,1	2,9	-	1,2	12
Львівсько-Волинський	Г	10	22,5	2,1	53,34	3,5	10,7	6,7	39
	ГЖ	8	32,5	2,1	8,7	3,3		4,3	36

Золовідвали, на яких складуються тверді відходи енергетичного виробництва, відносяться до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, які мають прямий і опосередкований негативний вплив на літосферу, повітряний басейн, водну середу, ґрунти, рослинний і тваринний світ, соціальне та

техногенне середовища. Небезпечні властивості ЗШВ посилюються в процесі тривалого зберігання, тому що токсичні компоненти концентруються, в зв'язку з цим виникає необхідність оцінки впливу золовідвалів ТЕС на навколишнє середовище.

Види безпосереднього (прямого) впливу золовідвалів проявляються в наступному: вилучення земельних площ під будівництво і нарощування золовідвалів; порушення рельєфу, природних ландшафтів, формування техногенних ландшафтів; погіршення гігієнічної обстановки на прилеглих територіях; надходження в навколишнє середовище забруднюючих речовин.

Небезпечними є і вторинні процеси забруднення навколишнього середовища, які можуть проявлятися в забрудненні ґрунтового шару за рахунок осідання зважених часток золи, що впливає на геохімію підземних вод, погіршує умови зростання рослинності і зменшує популяцію тварин. ЗШВ є ще й осередками скупчення важких металів і мають підвищену радіоактивність. Важкі метали та радіація потрапляють в навколишнє середовище, або повітряним шляхом, або з ґрунтовою водою.

На сьогодні існують різні шляхи до реалізації комплексного підходу до екологічної оцінки техногенного впливу на навколишнє природне середовище (НПС), як науково-методичного процесу теоретичних, натурних та лабораторних досліджень. Найважливіше місце серед існуючих підходів посідають кількісні та якісні методи екологічної оцінки впливу промислових об'єктів на НПС.

До кількісних належать методи, що ґрунтуються на вимірюванні вмісту та кількості різних хімічних, фізичних, біологічних та суміжних із ними показників, що характеризують умови та стан існування живих організмів і неживої природи в навколишньому природному середовищі в усіх проявах їхньої взаємодії. Оцінка стану НПС та ефективності обраних кількісних методів вимірювань істотно залежить від правильності відбору проб і чутливості застосовуваних методів аналізу, кваліфікації фахівців та працівників.

До якісних методів належать, як правило, експертні оцінки, що полягають у знаходженні відповіді на запитання «Який?». Зрозуміло, що поділ сучасних методів на якісні і кількісні досить умовний, особливо це стосується комплексного підходу до процесу оцінки впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище. Якісний підхід до екологічної оцінки впливу на НПС в достатньо простий для ухвалення рішення, але погано стикається з експериментальною частиною дослідження і не дозволяє в необхідному обсязі враховувати реальну екологічну обстановку на ділянках територій, які обстежуються.

Як приклад методів екологічної оцінки впливів антропогенної діяльності на довкілля можна навести: метод контрольних списків, матриця взаємодіючих компонентів, метод нашарування карт, моделі на основі концепції бази знань та інші.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Аблєєва І. Ю., старший викладач; Белік М. В., студент, СумДУ, м. Суми

Проблема забезпечення населення теплом завжди була однією з найбільш актуальних для будь-якої країни, оскільки теплопостачання є ключовою ланкою систем життєзабезпечення міста. У той же час, ТЕЦ та ТЕС відносяться до основних джерел забруднення практично всіх об'єктів навколишнього природного середовища, передусім значна кількість газоподібних та пилових викидів надходить до атмосферного повітря. Тому завдання модернізації сучасних систем теплопостачання є досить актуальним у розрізі екологічної безпеки, зокрема в аспекті дотримання вимог та нормативів шкідливої дії на довкілля.

З димовими газами електростанцій в повітряний басейн викидається велика кількість твердих і газоподібних забруднювачів, серед яких такі шкідливі речовини як зола, оксиди карбону, сульфур та нітрогену. Крім цього в повітряний басейн потрапляє величезна кількість діоксиду карбону і водяної пари, які відносяться до парникових газів.

Обсяги шкідливих викидів ТЕС в атмосферу для прикладу можна характеризувати даними матеріального балансу вугільної ТЕС потужністю 2 400 МВт, що працює на вугіллі типу донецького антрацитового штибу. На такій ТЕС на годину спалюється до 1 060 т вугілля (калорійністю порядку 22,7 МДж / кг, зольністю 23%, сірчистістю 1,7 %), з топок котлів видаляється 34,5 т/год шлаку і з бункерів електрофільтрів (очищують димові гази від золи на 99 %) – 193,5 т/год уловленої золи. При цьому викид димових газів за годину становить близько 8 млн. м³, що містять 2 350 т вуглекислого газу, 251 т водяної пари, 34 т сірчистого ангідриду, 9,3 т оксидів азоту, 2 т летючої золи (при ефективності зололовлювачів 99 %).

Для вирішення екологічної проблеми забруднення довкілля при роботі ТЕС в Україні прийнята Програма модернізації систем теплопостачання, спрямована на підвищення економічної та енергетичної доцільності роботи систем теплопостачання у населених пунктах, а також скороченні обсягів споживання природного газу на 25 %. Така тенденція, очевидно, дозволить знизити розміри викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Рекомендовано для оцінки скорочення викидів парникових газів у результаті санації будівлі перш за все визначити і описати базовий та альтернативні сценарії діяльності щодо скорочення викидів, з поміж яких вибирається проектний сценарій, як кращий за фінансовими, технічними, екологічними та іншими критеріями. Для вирішення даної проблеми політика держави, теплопостачальних організацій має бути спрямована на перехід від виробничої моделі управління до моделі, орієнтованої на споживача. Такі підходи повністю відповідають вимогам сталого розвитку держав.

ПРОБЛЕМИ ПРОФІЛАКТИКИ ВПЛИВУ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЛЮДИНУ В ПРОЦЕСІ ПРАЦІ

Фоміна М. С., студентка; Рой І. О., асистент, СумДУ, м. Суми

Приймаючи до уваги те, що у загальній структурі причин виробничого травматизму психофізіологічні причини складають близько 24 %, що спостерігається протягом останніх років, актуальними залишаються питання щодо розробки системи показників та методики оцінки психологічного стану працівників, та проведення заходів щодо його поліпшення. Однак на сьогоднішній день цьому питанню приділяється мало уваги, незважаючи на актуальність проблеми. Вплив психофізіологічних факторів вимагає їх детального вивчення, розроблення та впровадження заходів по зменшенню їх впливу. Актуальною проблемою залишається питання щодо створення ефективної системи профілактики виникнення психофізіологічних причин настання нещасних випадків.

Статистика засвідчує що найбільш частою причиною нещасного випадку серед психофізіологічних причин – є особиста необережність потерпілого. Однак причиною особистої необережності потерпілого можуть бути не тільки індивідуальні особливості поведінки працівника, але й вплив зовнішнього психологічного фактору, а саме незадовільний психологічний клімат у колективі. Останній потребує постійного контролю з боку підприємства, його аналізу, та існування програми прийняття відповідних заходів у випадку погіршення психологічного клімату в колективі.

Дослідження факторів, які впливають на рівень психологічного клімату в колективі проведено на прикладі підприємства ТОВ «Укрнефтезапасть». Так як більшість часу робітник проводить спілкуючись саме у колі свого відділу, дослідження проводились по усередненим показникам кожного відділу окремо (цех, інженерний відділ, відділ кадрів та бухгалтерія). Так оцінка середньогрупового рівня психологічного клімату трудового колективу (загалом опитано 52 особи) показала, що в середньому працівники оцінюють психологічний клімат як помірно сприятливий (рис. 1).

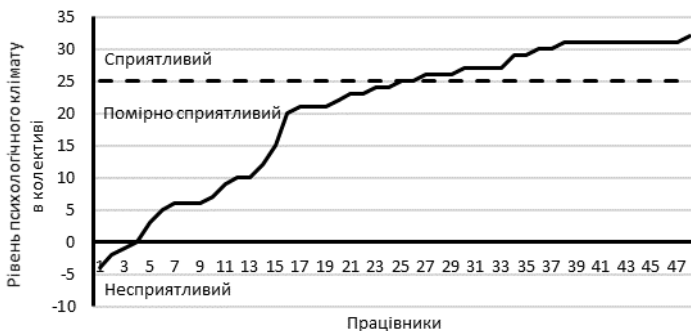


Рисунок 1 – Узагальнені результати опитування працівників

Детальні дослідження дозволили встановити, що рівень психологічного клімату в колективі залежить від багатьох факторів, серед яких основними є інтенсивність прояву того чи іншого виду поведінки працівника в конфліктних ситуаціях, загальний досвід роботи працівника, спільний досвід роботи окремого працівника з колективом.

На наведених нижче рис. 2 та рис. 3, представлені усереднені показники психологічного клімату у відділах, віку, загального досвіду роботи та досвіду роботи у колективі, а також рівні прояву різних типів поведінки у відділі.

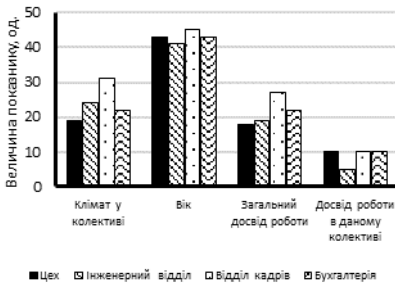


Рисунок 2 – Усереднені показники різних відділів

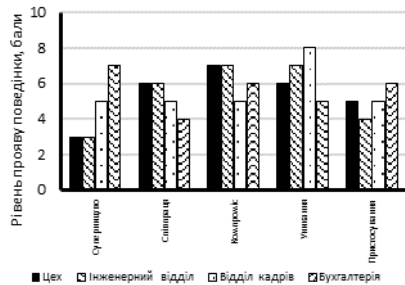


Рисунок 3 – Інтенсивність прояву видів поведінки для різних відділів

Аналіз отриманих даних дозволив встановити наявність залежності психологічного клімату в колективі від середнього віку працівників та досвіду роботи. Найменший показник клімату в цеху відповідає найменшому загальному досвіду працівників в цьому відділі, що говорить про низький рівень співпраці. Останнє пов'язано з невеликим спільним досвідом роботи.

При оцінці причин незадовільного психологічного клімату в колективі, важливим є оцінка якостей людського характеру, а саме інтенсивність прояву деяких видів поведінки в середині колективу. Результати наведені на рисунках 2 та 3 засвідчують про те, що при аналізі рівня психологічного клімату в колективі необхідним є врахування інтенсивності прояву того чи іншого виду поведінки в конфліктних ситуаціях, загальний досвід роботи працівника, спільний досвід роботи окремого працівника з колективом. Подальші дослідження цього питання дозволять виявити нові показники, проте вже на даному етапі помітний взаємозв'язок між психологічним кліматом трудового колективу з встановленими у роботі показниками. З огляду отриманих у роботі результатів для покращення рівня психологічного клімату в колективі можна дати наступні рекомендації: поруч з організаційними і технічними заходами обов'язковим є проведення аналізу рівня і структури психологічного клімату в колективі по кожному відділу окремо; необхідно знижувати рівень суперництва між працівниками та сприяти підвищенню рівня співпраці.

ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАХОРОНЕННІ ТПВ

*Коцура Н. М., студентка; Фоміна М. С., студентка;
Лазненко Д. О., доцент, СумДУ, м. Суми*

Захоронення ТПВ на полігоні супроводжується утворенням полігонного біогазу та фільтрату, які можуть здійснювати негативний вплив на довкілля. Також на полігонах можуть виникати ризики загоряння відходів, що спричинює утворення токсичних забруднюючих речовин. Це зумовлює необхідність розроблення та вжиття заходів щодо мінімізації відповідних впливів. При розгляді шляхів зниження негативного впливу при захороненні відходів на полігоні ТПВ в першу чергу слід розглядати варіанти попередження, а потім – мінімізації впливів відповідних емісій.

Оскільки основним фактором, що спричинює утворення біогазу та небезпечних властивостей фільтрату є наявність в ТПВ органічних складових, що біологічно розкладаються (біо-відходи), основний акцент уваги заслуговують саме ці органічні відходи.

Слід прагнути до зменшення обсягів захоронення біо-відходів, що відповідає вимогам Директиви 1999/31/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 26 квітня 1999 р. про захоронення відходів. До того ж з 1 січня 2018 року в Україні вступає в силу вимога Закону України «Про відходи» щодо заборони захоронення неперероблених (необроблених) побутових відходів.

Для цього можуть застосовуватися наступні підходи:

- розширення індивідуального компостування відходів в приватному секторі;
- запровадження централізованого компостування біо-відходів;
- запровадження централізованого анаеробного перероблення біо-відходів;
- запровадження механіко-біологічного перероблення відходів.

Кожен з цих підходів має свої переваги, недоліки та нішу застосування. Для прийняття рішень в практичній сфері виникає необхідність порівняння альтернативних варіантів рішень для обрання найбільш прийняттого з урахуванням екологічних, технічних і економічних аспектів. При виконанні порівняльного аналізу слід звертати увагу на наступні питання:

- потенціал зниження навантаження на довкілля;
- технічна доступність пропонованих рішень (наявність постачальників обладнання, наявність сервісного обслуговування, наявність фахівців, здатних обслуговувати технічне рішення);
- внутрішня спроможність виконавців / ризики управління;
- час, необхідний для впровадження;
- наявність доступних ринків для продукції, отриманої при переробленні відходів;
- фінансово-економічні показники.

НАПРЯМИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ТЕС У НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Батальцев Є. В., зав. лабораторії, СумДУ, м. Суми

Технічна політика в галузі екології визначається необхідністю дотримання екологічних норм і вимог (обмежень) на глобальному, регіональному і локальному рівнях.

Глобальний рівень – це усі наявні обмеження за Кіотським протоколом.

Регіональний рівень – обмеження викидів і скидів забруднюючих речовин по багатостороннім і двостороннім міжнародним конвенціям і угодам, в тому числі «Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані».

Локальний рівень складають обмеження викидів і скидів забруднюючих речовин, утворення відходів, а також фізичних впливів, при дотриманні яких забезпечуються нормативи якості навколишнього середовища в зоні впливу об'єктів електроенергетики.

Екологічні заходи системного характеру включають в себе:

- використання нових більш ефективних технологій виробництва електроенергії на базі органічних видів палива, які забезпечують значне зменшення витрат палива на вироблення енергії і негативного впливу на навколишнє середовище;

- вдосконалення структури паливного балансу електростанцій за рахунок зменшення частки високозольних і високосірчистих палив;

- оптимізація структури генеруючих потужностей ТЕС з урахуванням стану навколишнього середовища в місцях їх розміщення;

- перехід на нові технології спалювання з метою скорочення або запобігання утворенню шкідливих речовин (спалювання в киплячому шарі; вихрове спалювання; спалювання палива в розплавленому шлаку; низькотемпературне каталітичне спалювання; внутрішньоциклова газифікація палива; застосування композитного палива);

- застосування сучасних технологій очищення димових газів від шкідливих викидів і використання продуктів очищення в народному господарстві (зола, шлак, шлами);

- економічна та надійна експлуатація устаткування ТЕС з використанням АСУ.

Перспективними є проекти енерготехнологічних комплексів на базі екологічно безпечних ТЕС, які забезпечують вироблення електричної й теплової енергії, а також сировини для металургії, хімічної та будівельної індустрії. Реалізація таких комплексів дозволить значно знизити техногенний вплив енергетики на навколишнє природне середовище.

ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА И ИХ РОЛЬ В СНИЖЕНИИ ТОКСИЧНОСТИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

Пляцук Л. Д., профессор; Макаренко Н. О., ассистент, СумГУ, г. Сумы

Гуминовые вещества (ГВ) – это сложные смеси устойчивых к биодеструкции высокомолекулярных темно-окрашенных органических соединений природного происхождения, образующихся при разложении растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды. Гуминовые вещества составляют от 60 до 80% органического вещества водных и почвенных сред.

Гуминовые вещества представляют собой смесь макромолекул переменного состава и нерегулярного строения.

Классификация ГВ основана на различии их растворимости в кислотах и щелочах. Согласно этой классификации ГВ подразделяют на три основные составляющие: гумин – неизвлекаемый остаток, нерастворимый ни в щелочах, ни в кислотах; гуминовые кислоты (ГК) – фракция ГВ, растворимая в щелочах и нерастворимая в кислотах; фульвокислоты (ФК) – фракция ГВ, растворимая в щелочах и кислотах.

Макромолекулы гуминовых веществ состоят из “каркасной” (негидролизуемой) и периферической (гидролизуемой) части. Каркасная часть представлена высокозамещенными ароматическими фрагментами, соединенными алкильными, эфирными и др. мостиками. Преобладающими заместителями являются кислородсодержащие функциональные группы: карбоксильные, фенольные и спиртовые гидроксильные, карбонильные и метоксильные.

Периферийная часть представлена углеводно-протеиновым комплексом, ковалентно связанным с каркасной частью. До 30% от массы ГВ составляют углеводные фрагменты. Кроме того, в периферийную часть входят зольные компоненты – силикаты, алюмосиликаты, оксиды железа и т.п., связанные с органической матрицей кислородными мостиками. Структура ГВ определяет многообразие их функций в окружающей среде: ГВ выполняют функции депо питательных веществ и микроэлементов, способствуют их транспорту в растения, участвуют в структурировании почвы, повышают ее катионо-обменную и буферную емкость, интенсифицирует обменные процессы в растительной клетке, снижая содержание нитратов, снижает кислотность и улучшает структуру почв.

Функциональный состав гуминовых веществ (ГВ) определяет их способность к связыванию ионов различных металлов (Cu^{+2} , Cd^{+2} , Pb^{+2} , Zn^{+2} , Hg^{+2} , Pb^{+2} и др.), а именно, их способность взаимодействовать с различными типами загрязняющих веществ, снижая их подвижность и токсичность для живых организмов. Наибольший интерес с точки зрения экологии вызывает взаимодействие ГВ с радионуклидами и тяжелыми металлами (ТМ), которые являются одним из опаснейших классов загрязняющих веществ. Образование

комплексов с гуминовыми веществами переводит ТМ и радионуклиды в малотоксичную малоподвижную форму.

Весь спектр взаимодействий ГВ с металлами по характеру связи ГВ-металл в образующихся соединениях можно разделить на три основных типа:

1) образование соединений солевого типа с ионной связью между анионом ГВ и катионом металла (гуматы и фульваты щелочных щелочноземельных металлов);

2) образование соединений с преимущественно ковалентным характером связи ГВ-металл. По данному типу ГВ связываются с поливалентными катионами (Al, Fe, Si), входящими в структуру глинистых частиц;

3) образование комплексных соединений с координационной связью ГВ-металл.

Данный тип связывания с ГВ характерен для переходных металлов. В большинстве соединений связь носит смешанный характер с преобладанием того или иного типа в зависимости от природы катиона. Единого взгляда на природу комплексообразующих центров ГВ до сих пор не существует. Это связано со сложностью качественной и количественной интерпретации данных тех методов, которые применимы для исследований ГВ и дают информацию о типе образующихся комплексов.

В металло-гуматном взаимодействии определяющую роль играют карбоксильные группы, входящие в состав двух основных типов связывающих центров: салицилатных и фталатных.

Гуминовые вещества оказывают влияние на токсичность тяжелых металлов (ТМ) в почвенном растворе, переводя их в низкотоксичную форму и образуя комплексные соединения. Следует отметить, что особенно сильное детоксицирующее действие проявляют низкомолекулярные ФК, характеризующиеся более высоким содержанием функциональных групп. Детоксицирующее действие ГВ по отношению к ТМ обусловлено и сорбцией металлов на твердых гуминовых веществах. При одинаковом валовом содержании ТМ из минеральных почв растения поглощают больше тяжелых металлов, чем из богатых органическим веществом.

Таким образом, ГВ участвуют в регулировании соотношения подвижных и неподвижных форм ТМ, воздействуя тем самым на процессы биоаккумуляции и токсические эффекты радионуклидов и ТМ.

Наличие в ГВ гидрохиноновых групп, а также других фрагментов, несущих неспаренные электроны, обуславливает их способность вступать в окислительно-восстановительные реакции. Гуминовые вещества определяют формы существования металлов с переменной валентностью в окружающей среде, влияют на их миграцию и биодоступность. ГВ могут восстанавливать тяжелые металлы из высоких степеней окисления, присутствующие в анионной форме, переводя их в катионную форму, которая затем прочно связывается с ГВ за счет комплексообразования.

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ
НА ЗАВОДІ ПО ВИРОБНИЦТВУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ
м. ЧЕРКАСИ

Загоруйко Н. В., доцент; Гінгул А. В., студент, ЧДТУ, м. Черкаси

У самому загальному виді екологічний менеджмент можна визначити як комплексну різнобічну діяльність, спрямовану на реалізацію екологічних цілей проектів і програм та досягненню оптимального балансу між економічною та екологічною діяльністю підприємств та організацій. Екологічні характеристики є невід'ємною складовою показників якості продукції, тому загальне управління якістю передбачає врахування й екологічних характеристик. Через це багато підприємств на Україні, що впровадили систему управління якістю, інтегрують систему екологічного менеджменту у свої системи управління.

Завод залізобетонних виробів м. Черкаси або «Буддеталь» вийшов на ринок у 1986 році і входить до великої проектно-будівельної корпорації «ПБК-Агропроект», що має багатий досвід роботи з українськими та зарубіжними замовниками. Основним напрямком заводу є виробництво збірних бетонних та залізобетонних виробів, бетону та розчину для промислового та житлового будівництва. Продукція заводу відповідає державним нормам та стандартам і проходить строгий внутрішній контроль.

Організаційна структура заводу залізобетонних виробів відноситься до лінійно-функціонального типу. Аналіз організаційної структури підприємства показав, що екологічні служби або посади еколога відсутні. Суміщає обов'язки еколога на підприємстві головний енергетик, що відображено у його посадовій інструкції. Завод залізобетонних конструкцій чинить порівняно невеликий тиск на довкілля. Підприємство не перевищує встановлені ліміти на водоспоживання, обсяги зворотних вод коливаються від 2 до 5 тис. м³. Відходи підприємство у повному обсязі віддає на утилізацію. Забруднення повітря зменшилось у порівнянні з 2015 р. Плата за забруднення на підприємстві здійснюється за викиди забруднювачів у атмосферне повітря і складає 500 гривень за рік. Незначні витрати при сплаті збитків за забруднення роблять керівництво підприємства не зацікавленим у впровадженні системи екологічного менеджменту. Разом з тим, запровадження в роботі стандартів ISO-9000, які спрямовані на управління якістю, можуть зацікавити адміністрацію заводу з точки зору перспективи експорту продукції підприємства на європейський ринок. Система підготовки до сертифікаційного аудиту підприємства щодо відповідності вимогам міжнародних стандартів якості потребуватиме додаткових коштів, що позначиться на прибутку заводу і дає переваги лише в тривалій перспективі.

Саме в цьому полягають труднощі впровадження системи екологічного менеджменту на середніх та малих підприємствах вітчизняного ринку.

ОЦІНКА СТАНУ ГЕТЬМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПАРКУ З ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДИКИ RAPPAМ

Кузьміна Т. М., доцент; Мартим'янов О., студент, СумДУ, м. Суми

Для ефективного використання потенціалу природоохоронних територій потрібна інформація про загрози і негативні фактори, які на них впливають, а також про сильні та слабкі сторони управління ними. Така оцінка є особливо важливою для природоохоронних територій, які є фрагментованими, легкодоступними, розташованими поблизу населених пунктів і потерпають від несанкціонованого використання природних ресурсів у їх межах.

Гетьманський національний природний парк розташований на південному сході Сумської області у долині річки Ворскли. Його територія витягнута з північного сходу на південний захід вздовж русла Ворскли і входить до складу трьох адміністративних районів Сумської області – Великописарівського, Тростянецького і Охтирського. Для оцінки стану Гетьманського національного природного парку було застосовано методику експрес-оцінювання стану природоохоронних територій RAPPAМ [1], апробовану в країнах Європи, Африки, Латинської Америки та Азії. Вона дає можливість визначити сильні і слабкі сторони в управлінні природоохоронними територіями; оцінити діючі негативні фактори і загрози; визначити особливо цінні та вразливі природоохоронні території; вказати пріоритети природоохоронної діяльності; розробити стратегічні кроки для вдосконалення процесу управління.

Одним із найважливіших етапів оцінки стану національного природного парку, згідно з цією методикою, є кількісна оцінка негативних факторів і загроз у межах природоохоронної території. Кожний негативний фактор та потенційна загроза оцінюється за динамікою, масштабом впливу, ступенем впливу, тривалістю впливу; крім цього складається прогноз впливу негативного фактора на найближчі 5 років. Оцінка здійснювалася на основі анкетного опитування, проведеного серед співробітників наукового відділу, відділу екологічної освіти та рекреації, відділу державної охорони, відтворення та використання природних ресурсів Гетьманського НПП.

Аналіз отриманих даних показав, що найбільший рівень негативного впливу на території Гетьманського НПП мають такі чинники як викидання сміття на території парку, вплив Куземинської дамби на стан річки Ворскли, транскордонний вплив на якість води у Ворсклі, збирання лісових продуктів, туризм і відпочинок, вирубування лісу, любительське рибальство, транспорт і бази відпочинку. Менш значний вплив мають інвазійні види і мисливство. Найменший вплив спричиняють гірничі роботи (видобування піску) і випасання худоби (рис. 1).

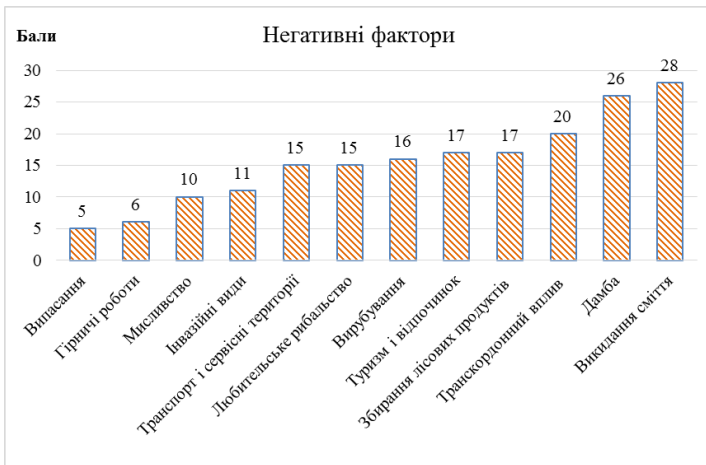


Рисунок 1 – Оцінка впливу негативних факторів, діючих на території Гетьманського НПП

Високий рівень впливу багатьох негативних факторів пов'язаний перш за все з тим, що територія парку розміщена в густонаселеному регіоні. Через територію парку протікає річка Ворскла, яка є привабливим рекреаційним об'єктом. Більша частина території парку є легко доступною для відвідувачів. Існує велика кількість в'їздів на територію парку. З цим пов'язано значний вплив викидання сміття, збирання лісових продуктів, туризму і відпочинку, любительського рибальства і транспорту.

Дуже високими є показники вразливості Гетьманського НПП, що обумовлюється мозаїчним розташуванням території, легкою доступністю та наявністю на території цінних ресурсів. Наявність автомобільних шляхів обумовлює доступність території для нелегальної діяльності, зокрема вирубування лісу, мисливства та браконьєрського лову риби. Висока ринкова ціна ресурсів, зокрема високоцінна деревина та наявні можливості для використання підсилюють вразливість території парку щодо нелегального використання. Велика протяжність території, відокремленість окремих ділянок і невелика кількість співробітників ускладнює охорону території.

Проведена оцінка дає можливість визначити пріоритети для планування природоохоронної діяльності на наступний рік і на більш віддалену перспективу. Слід враховувати залежність результатів оцінки від компетентності і вмотивованості співробітників НПП.

Список літератури:

1. Експрес-оцінка стану територій природно-заповідного фонду України та визначення пріоритетів щодо управління ними / Б.Г. Проць, І.Б. Іваненко, Т.С. Ямелинець, Е. Станчу – Львів: Гриф Фонд, 2010. – 92 с.

СУЧАСНИЙ СТАН РІЧКИ СУМКИ НА ТЕРИТОРІЇ м. СУМИ

*Кузьміна Т. М., доцент; Спорши О., студент, СумДУ, м. Суми;
Бабко Р. В., ст. наук. співр., Інститут зоології НАН України, м. Київ*

Річку Сумку – праву притоку першого порядку Псла (басейн Дніпра) досліджували на території міста Суми. На сьогодні це типова мала річка, що внаслідок осушувальної меліорації, знищення приток та фрагментації русла системою малих водосховищ втратила рибопродуктивність, естетичну привабливість і рекреаційний потенціал. Фактори, що призвели до її нинішнього стану, наводилися у друкованих працях, наприклад [1].

Оцінку якості води виконували за допомогою багатопараметричного приладу Nach SL1000. На різних ділянках русла вимірювали температуру, рН, Eh, концентрацію O_2 , насичення води O_2 . Ці показники характеризують самоочисний потенціал річкових екосистем і рекомендовані для оцінки стану річок Водною рамковою директивою Євросоюзу [2]. На основі змін у просторі і часі вищезазначених показників оцінювали якість водного середовища та екологічний стан річки.

Результати вимірювань вмісту кисню показано на рис. 1. Як видно з графіка, у пунктах 1 і 4 спостерігалось значне перенасичення води киснем. У поверхневих шарах води цей показник досягав 169% і 138%. Такі значення, згідно з екологічною класифікацією [3], характеризують воду як брудну (5 клас якості) і забруднену (4 клас якості) відповідно. Як правило, перенасичення киснем води у річці спричиняється «цвітінням» – надмірним розвитком водоростей, яке у свою чергу є наслідком забруднення води біогенними сполуками і посилюється в разі порушення проточності. Такі явища характерні для ставків і водосховищ. На окремих ділянках русла (пункти 2, 3, 5, 6, 7) показник насичення киснем дозволяв би класифікувати воду як чисту (клас 2), однак при дослідженні вертикального розподілу O_2 було виявлено його різке зменшення у придонних шарах води. Стратифікація водної товщі є нехарактерним явищем для річок, оскільки турбулентність потоку забезпечує практично рівномірний розподіл кисню від поверхні до дна. Стратифікація водної товщі у руслі Сумки є наслідком порушення проточності і високого рівня забруднення, внаслідок чого кисень, що надходить з повітря та виділяється в процесі фотосинтезу водними рослинами, швидко поглинається за рахунок високої бактеріальної активності, характерної для замулених донних відкладів. Відповідно, з урахуванням вертикального розподілу кисню, якість води у Сумці у межах міста характеризується як брудна (5 клас якості).

Редокс-потенціал, який характеризує співвідношення процесів окислення і відновлення сполук у водному середовищі, є індикатором самоочисного потенціалу водної екосистеми. На жодній з обстежених ділянок не було виявлено окисного середовища, яке є притаманним чистим і

незначно забрудненим річка. Всі отримані значення редокс-потенціалу показують існування на досліджених ділянках річки Сумки відновного і перехідного окисно-відновного середовища.

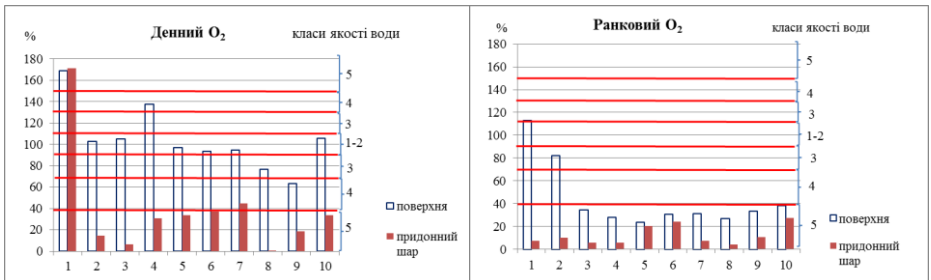


Рисунок 1 – Насичення води киснем у руслі річки Сумки на території м.

Суми, червень 2017 р.: 1 – Косівщинське вдсх., 2 – 0,1 км нижче греблі водосховища, 3 – 1,7 км нижче греблі водосховища, 4 – 2,7 км нижче греблі водосховища, 5 – вище впадіння р. Стрілка, 6 – після впадіння р. Стрілка, 7 – перед мостом на вул. Горького, 8 – перед мостом на пр. Шевченка, 9 – 0,5 км вище гирла, 10 – гирло

На основі усереднення балів, відповідних визначеним класам якості води за окремими показниками [3], отримано середній бал класу якості води для кожного пункту досліджень. Якість води у руслі Сумки на території м. Суми за 5-бальною шкалою належить до 5 класу якості – брудна і до 4 класу якості – забруднена.

Стан прибережної смуги є найгіршим на двох ділянках – на ділянці нижче греблі Косівщинського водосховища, де у 2017 році здійснено вирубування дерев, знищення трав'яної рослинності і «чистку» дна з розміщенням вилучених донних відкладів у межах прибережної смуги, та на каналізованій ділянці русла між мостами на вул. Горького і пр. Шевченка.

Таким чином, сучасний стан екосистеми р. Сумка визначається як незадовільний. Русло Сумки виконує функцію колектора, до якого збираються забруднення з території міста.

Список літератури:

1. Кузьміна Т. М., Спориш О. О., Лагуд Г., Бабко Р. В. Фактори впливу на стан річки Сумки на території міста Суми. Матеріали наук.-техн. конф. викл., співр., аспір. і студ. ф-ту ТеСЕТ «Сучасні технології у промисловому виробництві», Ч. 2, Суми, СумДУ, 2017. – С. 148–149.
2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС.– К., 2006. – 240 с.
3. Окслюк О.П., Жукинський В.Н., Брагинский Л.Л. та ін. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн., 1993. – Т. 29, вып. 4. – С. 62–76.

РАСЧЕТ ОЖИДАЕМОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ С ПОКРЫТИЕМ

*Вакал В. С., научный сотрудник, СГНИИ «МИНДИП», г. Сумы;
Гурец Л. Л., доцент, СумГУ, г. Сумы*

По данным отечественных исследователей основными источниками прямого действия парниковых газов в сельском хозяйстве являются выбросы CH_4 и N_2O (это кишечная ферментация животных и выбросы от почв). При этом 75 % от общих выбросов N_2O составляют выбросы от сельскохозяйственных почв. Вследствие дополнительного внесения удобрений, содержащих азот, в почвах резко увеличивается количество азота, участвующего в процессах нитрификации и денитрификации и, в конечном итоге, объемы выброшенной закиси азота. При этом, выбросы N_2O в результате антропогенного добавления азота происходят как прямым путем (т.е. непосредственно от почв), так и косвенным, включающем вынос и сток внесенного азота в акваторические системы, а также улетучивание внесенного азота в виде аммиака (NH_3) и окисей азота (NO_x) с последующим отложением в почве и воде в виде аммония (NH_4) и NO_x . Выбросы закиси азота в результате внесения азотных удобрений рассчитываются по методике Эффективной практики путем умножения данных Госкомстата о количестве внесенных азотных удобрений (W) в почву, скорректированном с учетом потерь азота в виде NH_3 и NO_x ($k_{\text{кор}}$), на коэффициент выбросов ($k_{\text{выбр}}$).

$$B = W \times k_{\text{кор}} \times k_{\text{выбр}}$$

где: W – норма внесения азотных удобрений на 1 га.

Ввиду отсутствия национальных исследований по оценке величины прямых и косвенных выбросов N_2O принимаем результаты предварительных расчетов азотного бюджета, проведенных в Германии, которые показали, что химически активные формы азота главным образом поступают в атмосферу, при этом около 40% NO_3 поступает в воду, а 30% выбросов NH_4 , 25% выбросов NO_x и 5% выбросов N_2O - в атмосферный воздух.

Опираясь на фактические результаты агрохимических микрополевых испытаний и лабораторных исследований по вымываемости азота из гранул карбамида с фосфатным покрытием, можно достаточно достоверно оценить только снижение выбросов закиси азота при внесении новых форм удобрений, которое будет равным увеличению урожайности сельскохозяйственных культур при применении удобрений с покрытием по сравнению со стандартными туками.

Экологический эффект уменьшения выбросов закиси азота с 1 га при применении минеральных удобрений с покрытием определится

$$\mathcal{E}_{\text{экол.}} = C \times B,$$

где: C – стоимость выбросов 1 тонны CO_2 равная 20 евро.

Расчёты показывают, что экологический эффект применения карбамида с фосфатным покрытием составляет 815,92 грн./га.

АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВІД УМОВ РОЗТАШУВАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Сорочинська Ю. В., студентка; Соляник В. О. доцент, СумДУ, м. Суми

Сьогодні спостерігається тенденція до поширення використання в різних галузях промисловості нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (НВДЕ), зокрема вітроенергетики. Такий стан справ зумовлений зростанням цін на паливо та загальною потребою в охороні довкілля.

Дослідники одноставно дотримуються думки про те, що, окрім низки вагомих переваг, вітроенергетика має недоліки, зокрема, впливу на оточуюче середовище у вигляді акустичного «забруднення».

Вітроенергетична станція є джерелом механічного (від електрогенераторів, мультиплікаторів, трансмісії) та аеродинамічного (від елементів ротора, вежі) шуму. Особливо небезпечним є коливання в діапазоні інфразвукових частот, які можуть співпадати з біоритмами окремих органів людини. Крім того, вітроелектростанції потребують відчуження досить великих площ земель. Вітрові агрегати невеликої потужності практично не «шумлять», і регіон їх придатності залишається придатним для рослинництва, випасу худоби та ін. В роботі [1] показано, що рівень тиску інфразвуку від працюючого вітроагрегату потужністю 250 кВт на відстані 400 м складає близько 80 дБ. Зауважимо, що за кордоном прийнятий допустимий рівень шуму від ВЕУ у 45 дБ на відстані 100–400 м.

Отже, вплив шуму спричиняє порушення ефективності та надійності функціонування як людини, так і навколишнього середовища загалом, а отже вивчення даної теми видається актуальним напрямом дослідження. Для розробки заходів, спрямованих на зниження рівня звукового тиску, що випромінюється, до необхідного за санітарними нормами України, в роботі проведено аналіз шумів від ВЕУ різної конструкції, розглянуто фізичні основи генерування акустичних полів, що виникають при роботі вітроенергетичних установок. Застосовуючи аналітичні вирази, проведений аналіз характеристик полів, розрахунки для визначення частот, звукових тисків та характеристик спрямованості. Виконано аналіз залежності шумового забруднення від умов розташування ВЕУ на станції. Надані рекомендації щодо зменшення шкідливого впливу шумів на людей, що мешкають в житлових будівлях на прилеглих територіях і тварин. Досягти цього можливо шляхом зниження рівня шуму в джерелі утворення на території вітроелектричної станції, мінімізації розмірів виробничого середовища й санітарно-захисної смуги.

Список літератури:

1. Сокол Г. И. Методики расчета характеристик акустических полей ветроэнергетических установок: инфразвук в ветроэнергетике / Г. И. Сокол // Акустичний вісник. – Том 14, № 3. – 2011. – С. 60–70.

**СЕКЦІЯ «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ
ТА ІНЖЕНЕРІЯ»**

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНОГО ПІДХОДУ В КОНСТРУЮВАННІ СЕПАРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Курдес Ю. Ю., магістрант; Литвиненко О. В, асистент, СумДУ, м. Суми

Процеси сепарації фаз є супутніми при протіканні гідромеханічних, теплових та масообмінних процесів в промислових машинах та апаратах. Тому сепараційне обладнання є невід'ємною складовою промислових установок та комплексів в хімічній, гірничо-видобувній промисловості, промислового видобутку та нафтогазопереробці, виробництві альтернативних палив, харчових та фармацевтичних виробництв.

Останнім часом спостерігаються світові тенденції зі створення саме комбінованих багатофункціональних енергоефективних модульних сепараторів і тепломасообмінних апаратів. Висока продуктивність та ефективність таких апаратів забезпечується доцільним поєднанням відповідних сепараційних вузлів. Як правило, таке поєднання є послідовним. При цьому перший ступінь представляє собою грубе попереднє очищення або коагулятор високодисперсних часток, на подальших ступенях відбувається основний процес розділення, а на останніх ступенях сепарації відбувається тонке очищення або вловлювання високодисперсних часток. Дійсно, послідовне поєднання різних сепараційних пристроїв, може призводити до суттєвого підвищення ефективності розділення. Причому на наступних стадіях сепарації виникає необхідність вловлювання все більш високодисперсних часток, що стає можливим або після їх укрупнення або застосуванням принципово інших способів.

В основу модульного підходу покладено ідею підвищення ефективності сепарації та зниження енергетичних витрат шляхом взаємодії двофазних потоків з розробкою нових окремих класів комбінованих модульних сепараційних пристроїв, які поєднують кращі переваги та дозволяють уникнути основних недоліків, притаманних окремим типам існуючих сепараційних пристроїв. При цьому застосовано спосіб відмінний від традиційного послідовного розташування сепараційних пристроїв різного типу з метою підвищення ефективності сепарації в цілому. Розташуванням фільтр-елементів в зонах потенційного вторинного унесення з інерційних сепараційних каналів, застосуванням динамічно регульованих пружних та рухомих елементів, накладанням акустичних коливань та вібрацій на двофазний потік досягається зниження гідравлічного опору та підвищення ефективності сепарації у широких діапазонах навантажень та співвідношення фаз, а також гарантується вловлювання високодисперсних часток.

Дослідження, спрямовані на розвиток та впровадження енергоефективних модульних сепараційних технологій та пристроїв, є безперечно актуальними як в Україні, так і у світі в цілому.

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ БГС ВИРОБНИЦТВА ГРАНУЛЬОВАНОГО СУПЕРФОСФАТУ З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ

Новіков С. О., магістрант; Юхименко М. П., доцент, СумДУ, м. Суми

У технологічній лінії виробництва гранульованого суперфосфату застосування одного з типових способів утилізації тепла пов'язане зі значними капітальними і експлуатаційними витратами, основна причина яких полягає в великих обсягах відпрацьованого газу з малою концентрацією пилу ($5-10 \text{ г/м}^3$) і низькою температурою (до 50°C).

Одним із шляхів зменшення кількості запиленого газу є знепилення продукту на виході із БГС перед їх подальшої технологічною обробкою. Видалення пилоподібних фракцій (із розміром частинок менше 1 мм) на грохотах неефективне, оскільки гарячі гранули після БГС мають схильність до комкування і злипання, а це сприяє забиванню отворів нижнього сита і пил, потрапляючи в надрешітчастий продукт, є джерелом додаткового пилоутворення.

У цьому випадку доцільно застосовувати пневмосепарацію, при якій, із зваженого газовим потоком шару матеріалу, видаляються дрібнодисперсні фракції. Відсутність в продукті пилоподібних фракцій істотно підвищить інтенсивність просіювання на грохотах і, відповідно, продуктивність грохоту. Переваги пневмосепарації продукту перед його основною технологічною обробкою полягає ще в тому, що поряд із знепиленням одночасно проводиться і охолодження продукту.

Охолоджуюче повітря забирає 30-40% від загальної кількості тепла, нагріваючись при цьому від 20 до $60-70^\circ\text{C}$, тобто має достатній потенціал для утилізації його тепла. Одним із шляхів досягнення цього є повернення повітря, що відходить із БГС, у топку гранулятора як вторинного. Для БГС $4,5 \times 16$ продуктивністю 20 - 30 т/год надмірним є повітря в кількості 15 - 20 тис. $\text{м}^3/\text{год}$.

Це повітря можна замінити в повному обсязі повітрям після охолоджувача, так як його питома витрата для поличних охолоджувачів-пневмокласифікаторів становить 0,5 - 0,7 $\text{м}^3/\text{кг}$. Тоді економія природного газу від зняття теплового потенціалу (60°C) повітря, що відходить в кількості 15 тис. $\text{м}^3/\text{год}$, із подальшою подачею його в якості надлишкового у топку, складе 20 - 25 $\text{м}^3/\text{год}$ на кожен гранулятор. Подача ж аспіраційного повітря в якості вторинного в топку, складе економію електроенергії до 20%. Витяжний вентилятор перекачуючи до 80 - 100 тис. $\text{м}^3/\text{год}$ і споживаючи 450 - 650 кВт/г дасть економію до 90 - 120 кВт/г електроенергії.

Таким чином, поєднання процесів охолодження і знепилювання гранульованого суперфосфату в одному апараті дозволяє ліквідувати пилогазоочисну систему (циклон-скрубер-витяжний вентилятор) після охолоджувача.

СУШІННЯ ТА ПНЕВМОСЕПАРАЦІЯ ХЛОРИДУ КАЛІЯ У СУШАРКАХ ЗВАЖЕНОГО ШАРУ

Кушвід О. А., магістрант; Юхименко М. П., доцент, СумДУ, м. Суми

У виробництві хлористого калію галургічним способом, продукт після зневоднення на вакуум-фільтрах або центрифугах, подають на сушку в обертові барабани, апарати псевдозрідженого шару або труби-сушарки. При сушінні продукту виникає певна частка дрібнодисперсних фракцій в результаті прискореного відділення від поверхні кристалів дрібних частинок. Тому калійне добриво містить значну кількість дрібнодисперсних фракцій розміром менше 100 мкм (до 10–16 %).

Одним із шляхів зменшення кількості запиленого повітря у виробництві калійних добрив і підвищення якості продукту є: по-перше його сушка в раціонально обраному типі сушарки, по-друге його знепилення після основної технологічної обробки. Таким завданням відповідають поличні апарати зваженого шару. Поличні апарати зваженого шару дозволяють усунути або істотно зменшити недоліки сушарок псевдозрідженого шару і труб-сушарок.

Полична сушарка являє собою вертикальну шахту прямокутного перетину, усередині якої каскадом на протилежних сторонах розташовані похилі перфоровані полиці.

Поличні сушарки за показниками не поступаються діючим у калійних виробництвах сушарок киплячого шару, барабаним і трубам-сушаркам. Додатковою перевагою поличних сушарок є одночасне знесення матеріалу. Так у знепиленому продукті вміст фракції розміром менше 100 мкм дорівнює 1–2 % (досягається для дрібнозернистого хлористого калію при швидкості газового потоку 1,44 м/с, а для крупнозернистого – 1,34 м/с), вологість продукту знижується з початкової 5–7% до кінцевої 0,1–0,6 %. Винесення дрібнодисперсної фракції матеріалу в циклоні не перевищує 6,5–10,8 %, а вміст у ньому фракції більше 100 мкм становить 3–5%. Зазначені результати досягнуті при питомих навантаженнях на перетин апарату за матеріалом, рівних 10 кг/м²с, гідравлічному опорі 700–1500 Па і питомих витратах газу 0,12–0,14 м³/кг. Для сушарок киплячого шару винесення дрібнодисперсних фракцій до 7 % забезпечується при швидкості газу 1,8–2,3 м/с. При цьому питома витрата газу дорівнює 0,41–0,52 м³/кг, а гідравлічний опір становить 1500–2500 Па.

Поличний апарат для сушки і знепилювання хлористого калію продуктивністю до 3 т/год має габаритні розміри 1,0×8,0×3,5 м, тоді як площа газорозподільної решітки сушарки киплячого шару становить 6,3 м², а діаметр і висота труби-сушарки дорівнюють відповідно 0,8–1,0 м і 8–12 м. В результаті поєднання процесів сушки і знепилення калійних добрив в поличному апараті зваженого шару забезпечується якість виробленого продукту при менших матеріальних і енергетичних витратах в порівнянні з типовою технологією.

ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ВІД ТВЕРДИХ ДОМІШОК ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИМИ ТРУБОПРОВОДАМИ

Артюхова Н. Р., магістрант; Юхименко М. П., доцент, СумДУ, м. Суми

У хімічній і газопереробній галузях природний газ та суміші на його основі піддаються обробці. Переміщення газових потоків здійснюється компресорними машинами. Гази, що транспортуються по технологічних і магістральних трубопроводах, часто містять різні тверді домішки у вигляді частинок піску, пилу, зварного шламу, корозійної окалини. На пневмотранспортних установках газові рециркуляційні потоки, що подаються на всмоктувальну лінію газоперекачувальних агрегатів, містять дрібну фракцію матеріалів. Тверді частинки, потрапляючи з газовим потоком в поршневі компресори, сприяють підвищеному зношуванню поршневих кілець, клапанів і циліндрів, а при потраплянні до відцентрових нагнітачів – зношуванню робочих коліс та внутрішніх стінок корпусу. Це викликає зниження експлуатаційних показників газоперекачувальних компресорних станцій і агрегатів, а саме – зменшує надійність і економічність їх роботи.

На головних спорудах магістральних газопроводів і технологічних пневмотранспортних установках застосовуються апарати з очищення газу від механічних домішок: масляні і сухі пиловловлювачі, фільтри, скрубери, адсорбер, сепаратори різної конструкції. При цьому важливим питанням є стійке транспортування твердих частинок домішок газовим потоком по трубопроводах з метою запобігання їх залягання на стінках горизонтальних ділянок трубопроводу і випадання їх з потоку на вертикальних ділянках. Доцільним є установка на вертикальних ділянках трубопроводу сепаруючих пристроїв для попереднього виділення твердих домішок з газового потоку. Це дозволить стабільно підтримувати продуктивність газопроводу на проектному рівні і більш ефективно очищати газу в основних сепараторах.

Сепаратор представляє собою апарат конічної форми прямокутного перетину з кутом розкриття конічного корпусу в межах 5° – 7° . По висоті корпусу встановлені контактні елементи у вигляді полиць. Під кожною полицею є розвантажувальні патрубки для відведення окремих фракцій уловлених твердих частинок. Сепаратор ефективно працює для очищення пилогазових потоків з розмірами частинок більше 50–70 мкм. На більш дрібні частинки гравітаційні сили впливають не так ефективно. І пилогазові потоки, що містять високодисперсних пил необхідно очищати в сепараторах відцентрового типу. При цьому запропонований сепаратор служить в якості першого ступеня очищення для відділення з газопилового потоку фракцій більше 70–75 мкм. Отже ефективність розділення і продуктивність відцентрового сепаратора другого ступеня очищення підвищиться. Перевагою сепаратора, вбудованого в вертикальну ділянку трубопроводу, є достатня ефективність очищення (до 70–75 %) при порівняно невеликому гідравлічному опорі (500–700 Па).

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Лось А. А., студент; Яхненко С. М., доцент, СумГУ, г. Сумы

Системой технического обслуживания и ремонта (ТОиР) – это комплекс организационных и технологических мероприятий по обслуживанию и ремонту оборудования. Система ТОиР включает планирование, подготовку, реализацию технического обслуживания и ремонта с заданной последовательностью и периодичностью. Для этих целей в системе ТОиР приведены нормативы продолжительности межремонтных периодов, ремонтных циклов, простоев и трудоемкости в ремонте оборудования, примерное содержание ремонтных работ отдельных видов оборудования, даны указания по организации его ремонта и технического обслуживания.

Система ТОиР призвана обеспечить: поддержание оборудования в рабочем состоянии и предотвращение неожиданного выхода его из строя; правильную организацию технического обслуживания и ремонта оборудования; возможность выполнения ремонтных работ по графику, согласованного с планом производства; своевременную подготовку необходимых запасных частей и материалов. В основу системы ТОиР положено сочетание технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов.

В целом система ППР служит для поддержания оборудования в исправном состоянии, т. е. путем плановых ремонтов она должна обеспечить работоспособность оборудования при сохранении его высокой производительности. Плановое проведение ремонтов позволяет также создать равномерную загрузку ремонтных бригад, повысить качество ремонтов и снизить расходы на ремонт.

Система ППР предусматривает следующие виды обслуживания и ремонтов: техническое (межремонтное) обслуживание; текущий ремонт; капитальный ремонт.

Согласно «Положения о планово-предупредительном ремонте технологического оборудования предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности» основным документом для проведения ремонта является дефектная ведомость ремонта технологической установки.

В дефектную ведомость включают следующие виды работ: ремонтные работы, работы по реконструкции установки и модернизации технологической установки. В дефектной ведомости описывается каждая ремонтная работа, указывается ее объем и потребность в материалах, запчастях. В состав ремонтных работ должны быть включены все работы по подготовке оборудования к ремонту, его ревизия и испытанию.

Ведомость составляют руководители эксплуатации участка: начальник и механик участка, старший механик и начальник цеха. Ведомость

согласовывается с главным механиком и утверждается главным инженером предприятия.

На основании ведомостей ремонтных работ (ведомостей дефектов) составляются сводные заявки на необходимые для ремонта материалы и запасные части, которые должны быть подготовлены к назначенному сроку ремонта службами снабжения предприятия или исполнителя.

Иногда в существующих дефектных ведомостях не отражается потребное конкретное количество материалов. Отсутствие альбомов чертежей затрудняет определение действительной потребности в материалах, инструментов. Зачастую при составлении дефектной ведомости руководствуются желанием приобрести возможно большее количество дефицитных материалов (арматуры, паронита, крепежных деталей, фланцев), указывая их количество не в конкретных единицах, а в упрощенных (килограммах, тоннах), иногда неоправданно завышая их потребности. В итоге ремонтному персоналу приходится на месте замерять размеры гаек, прокладок, уточнять диаметр и шаг резьбы, длину шпилек т.е. проделывать непроизводительную работу во время ремонта оборудования. Работы по техническому обслуживанию и выявлению при этом неисправностей фиксируются в вахтовых журналах не всегда организовано. В итоге они теряются в записях по ведению технологического режима, т.е. записи в вахтовых журналах и дефектных ведомостях не дают четкой и полной картины технического состояния оборудования, организации ремонта, обеспечения запчастями, материалами и т. д.

С целью устранения недостатков в существующей ремонтной документации, а также времени на составление дефектных ведомостей предлагается внедрить технологические карты на капитальный ремонт колонной, емкостной, теплообменной аппаратуры, насосов и т. д.

Технологические карты на ремонт оборудования должны включать в себя следующую информацию: предприятие, цех, технологическая установка, название оборудования, массогабаритные показатели, назначение, конструкцию с указанием штуцеров, шпилек, прокладок, расчетные и рабочие условия (давление, температура, вид среды) и другие технические параметры. В технологических картах на машинное оборудование дополнительно указываются зазоры в парах трения, тип уплотнения (торцевое или сальниковое), посадки в подшипниках, приспособления для снятия рабочих колес, защитных втулок и подшипников.

К технологической карте прикладывается перечень ремонтных работ, с указанием следующей информации: дата начала и окончания ремонтных работ, общее плановое и фактическое время ремонта, наименование ремонтных работ, объем работ, плановое и фактическое время на отдельные виды работ, подписи заказчика и исполнителя.

Применение технологических карт в производстве позволит совершенствовать систему ТОиР нефтехимического оборудования за счет сокращения времени на подготовку ремонта и времени его проведения.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПНЕВМОКЛАСИФІКАЦІЇ ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ В ПОЛИЧНОМУ АПАРАТІ

*Варуха Д. О., магістрант; Дем'яненко М. М., аспірант,
СумДУ, м. Суми*

У хімічних технологіях процес класифікації застосовують з метою отримання сипучих продуктів певного гранулометричного складу. Так, використання сировини з частками більше 0,2–0,3 мм займає більше часу кислотного розкладання, а з частинками 0,05–0,06 мм призводить до інтенсивного пиловиділення. Тому дослідження даної технології відіграє важливе значення при проектуванні обладнання для пневмокласифікації.

У даній роботі представлено спосіб розділення кварцового піску під дією гравітаційних та інерційних сил в вихідному потоці газу в гравітаційному поличному пневмокласифікаторі. Структура потоку в апараті дуже впливає на процес розподілу дрібнодисперсної фракції. Ефективність роботи поличного пневмокласифікатора в значній мірі визначається полем течії в них газового потоку, яке, в свою чергу, впливає на концентрацію твердої фази в двофазному потоці. Розгляд характеру руху газу важливо для встановлення закономірностей взаємодії його з твердою фазою, що визначає швидкість руху і час перебування частинок в робочому об'ємі апарата. Для визначення режимних параметрів ведення процесу в апараті використовується універсальний програмний комплекс ANSYS Workbench, а саме його модуль Fluent, розрахунки в якому засновані на методі скінченних об'ємів (<https://www.ansys.com>). У загальному випадку рівняння руху частинок полідисперсного матеріалу розглядається з урахуванням наступних сил: гідродинамічного опору з боку вихідного газового потоку, сили тяжіння, зіткнення частинок зі стінками апарата та контактними елементами, удару часток між собою, з обертанням частинок і їх взаємодією з газовим потоком. У даній роботі за допомогою комп'ютерного моделювання було виконано розрахунок процесу класифікації твердих частинок густиною $\rho = 2600 \text{ кг/м}^3$ і діаметром $d = 0,2575\text{--}0,5150 \text{ мм}$, при діапазоні швидкостей потоку повітря $v = 1,773\text{--}3,780 \text{ м/с}$. Отримані в процесі розрахунку результати дали можливість за допомогою графічних засобів побачити основні закономірності руху твердих частинок в об'ємі апарата, визначити робочу швидкість руху твердої фази, її кількість і час перебування в шарі. Визначення даних параметрів є одним з основних етапів гідродинамічного розрахунку поличного пневмокласифікатора. Отримані в ході експерименту результати дозволяють оптимізувати даний апарат, збільшити точність класифікації дрібнодисперсної фази, що значно підвищить ефективність його роботи. Відповідні дослідження виконуються у рамках виконання проекту ДР № 0117U003931 на замовлення Міністерства освіти і науки України.

Робота виконана під керівництвом асистента Смирнова В. А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ В ОБ'ЄМНО-ПЛІВКОВОМУ ГАЗОРІДИННОМУ РЕАКТОРІ

*Забелін А. Є., магістрант; Стороженко В. Я., професор;
Смирнов В. А., асистент, СумДУ, м. Суми*

Як відомо, швидкість масообмінного процесу в газорідних апаратах залежить від поверхні контакту фаз, а зокрема від об'ємного газовмісту робочого середовища і розміру бульбашок газової фази.

Ці показники залежать від багатьох факторів, а в газорідних апаратах з перемішувачим пристроєм на них впливає механічне навантаження, тобто, затрати енергії для збільшення поверхні крайніх фаз.

Ефективність в таких апаратах залежить від затрат потужності яка витрачається перемішувачими пристроями. Таким чином, потужність, споживана при перемішуванні, є одним з параметрів, що характеризує гідродинаміку процесу в апараті.

На лабораторній установці для дослідження об'ємно-плівкового реакторі з вбудованим статором були проведені дослідження на моделі з розмірами: діаметру апарату $D_a = 0,4$ м, діаметр мішалки $d_m = 0,15$ м, глибина занурення мішалки $h_m = 0,25$ м.

Обробка даних досліджень дозволяє отримати розрахункове рівняння для розрахунку затрат потужності в об'ємно-плівковому реакторі при наявності статору:

$$N_p = 6,12\zeta\rho \cdot n^3 d_M^5 \cdot \sin\alpha^{0,32} \cdot \left(\frac{d_M}{D}\right)^{0,02} \cdot \left(\frac{b}{d_M}\right)^{-0,05} \quad (1)$$

Використання отриманого рівняння дає змогу розрахувати затрати потужності в газорідних реакторах з використанням для охолодження системи за допомогою статора та трубчатки.

Список літератури:

1. Шабрацький В. І. Повышение эффективности работы самовсасывающих мешалок / В. И. Шабрацкий, В. И. Барвин, С. В. Шабрацкий, В. Я. Стороженко // Сучасні технології у промисловому виробництві: II Всеукраїнська міжвузівська науково-технічна конференція (м. Суми, 28–30 жовтня 2012 р.) : тези доповідей. – Суми: СумДУ, 2012. – С. 230.

2. Пристрій для проведення газорідних реакцій : патент України на корисну модель, № 89755, МПК В 01 F 5/16 / В. І. Склабінський, В. Я. Стороженко, С. В. Шабрацький ; заявник та патентовласник Склабінський В. І. – № u201314790 ; заявл. 17.12.13 р. ; опубл. 25.04.14 р., Бюл. № 8.

АНАЛІЗ УМОВ СУШІННЯ БЕЗДИМНОГО ПОРОХУ

Ткачов Є. О., магістрант, СумДУ, м. Суми

Порох, особливо грубозернистий, який вийшов з полірувальних барабанів, містить у собі часто надлишок вологи, яку доводиться видаляти сушінням. Слід мати у виді, що в цей час прагнуть будувати технологію порохового виробництва таким чином, щоб виключити операцію сушіння. Це досягається звичайно добором відповідного режиму панірування. При виготовленні дрібнозернистих порохів все-таки обходяться без спеціального сушіння, видаляючи надлишок вологи з пороху частково під час полірування, а частково під час операції, виробленої в барабанах аналогічного пристрою.

Сушіння здійснюють звичайно або гарячим повітрям, що продувається через шар пороху, або висушеним, наприклад, негашеним вапном, холодним повітрям. Сушити порох треба при можливо низькій температурі, тому що повільне сушіння при низькій температурі дає кращі результати в порівнянні зі швидким сушінням при більш високій температурі. При швидкім сушінні спостерігається розтріскування зовнішньої скоринки порохових зерен, що сприяє збільшенню гігроскопічності пороху. Це не спостерігається при повільнім сушінні й низькій температурі. Крім того, при швидкім сушінні відбувається іноді викристалізування селітри, що порушує склад пороху. Сушіння в струмі нагрітого повітря, як спосіб, найпоширеніший у цей час. Швидкість сушіння буде збільшуватися зі збільшенням температури повітря, витрати якого для сушіння пороху в певний проміжок часу потрібно зменшувати, коли температура його підвищується. Час сушіння пороху залежить від його первісної вологості, від стану атмосфери, від швидкості й температури повітря, що вдувається. При сушінні дуже дрібного пороху товщину шару, що висушується, доводиться приймати не вище 50 мм, тому що такі пороху чинять великий опір проходу повітря.

В Італії був запропонований особливий спосіб сушіння пороху повітрям звичайної температури, попередньо висушеним пропущенням його в камери з негашеним вапном або хлористим кальцієм. Таке повітря, що не містить вологи, навіть при звичайній температурі легко віднімає воду, проходячи через порох. Цей спосіб особливо придатний для великих сортів пороху, сушіння яких при високій температурі може порушити зерно. Він, однак, дорогий, а тому не одержав широкого поширення.

Висока температура повітря, що вдувається, і збільшення швидкості дугтя, головним чином на початку сушіння великих сортів пороху, будуть сприяти виділенню з його зерен селітри. У цьому випадку парка вода захопить із собою велика кількість селітри, розчинність якої у воді сильно зросте з підвищенням температури.

Із цього випливає, що сушіння великих порохів, щоб уникнути порушення їх складу, слід вести при низьких температурах, особливо на початку, коли відбувається найбільше виділення вологи.

Робота виконана під керівництвом професора Склабінського В. І.

ОСНОВНІ СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІЕТИЛЕНУ

Прокопенко В. В., магістрант, СумДУ, м. Суми

Для визначення умов переробки поліетилену, вибору конструкції обладнання необхідно знати фізичні і хімічні властивості продукту, які формуються в процесі його виготовлення. Зокрема, поліетилен гранульований - це хімічно інертний, легкий, міцний синтетичний матеріал. Питома вага 0,5 г/см³, пористість 44,6 %. Чорний гранульований поліетилен має високу променепоглиняльну здатність. Досить пористий для того, щоб утримувати на своїй поверхні вологу і поживні речовини. Сипкий, має гранули досить великого розміру до 5 мм. Стійкий до дії води, не реагує з лугами будь-якої концентрації, з розчинами нейтральних, кислих і основних солей, органічними і неорганічними кислотами. Згодом деструктує з утворенням поперечних міжцепних зв'язків, що призводить до підвищення крихкості на тлі невеликого збільшення міцності. Нестабілізований поліетилен на повітрі піддається термоокислювальній деструкції (термостарінню). Термостаріння поліетилену проходить за радикальним механізмом, супроводжується виділенням альдегідів, кетонів, перекису водню тощо.

Поліетилен отримують полімеризацією етилену трьома основними способами.

Поліетилен високого тиску, або поліетилен низької щільності, утворюється при наступних умовах: температура 200–260 °С; тиск 150–300 МПа; присутність ініціатора (кисень або органічний пероксид); в автоклавному або трубчастому реакторах. Реакція йде за радикальним механізмом. Одержуваний за цим методом поліетилен має середньовагову молекулярну вагу 80 000–500 000 і ступінь кристалічності 50–60 %. Рідкий продукт згодом гранулюють. Реакція йде в розплаві.

Поліетилен середнього тиску утворюється при наступних умовах: температура 100–120 °С; тиск 3–4 МПа; присутність каталізатора (каталізатори Циглера–Натта, наприклад, суміш $TiCl_4$ і AlR_3); продукт випадає з розчину у вигляді пластівців. Одержуваний за цим методом поліетилен має середньовагову молекулярну вагу 300 000–400 000, ступінь кристалічності 80–90 %.

Поліетилен низького тиску, або поліетилен високої щільності, утворюється при наступних умовах: температура 120–150 °С; тиск нижче 0,1–2,0 МПа; присутність каталізатора (каталізатори Циглера–Натта, наприклад, суміш $TiCl_4$ і AlR_3); полімеризація йде в суспензії по іонно-координаційному механізму. Одержуваний за цим методом поліетилен має середньовагову молекулярну вагу 80 000–300 000, ступінь кристалічності 75–85 %.

Поліетилен, що отримується по 2-му і 3-му методам, має однакову щільність і молекулярну вагу. Тиск в процесі полімеризації при так званих низькому і середньому тиску в ряді випадків один і той же.

Робота виконана під керівництвом професор Склабінського В. І.

ПІДГОТОВКА ПОВІТРЯ ДЛЯ СУШІННЯ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

Голибін Д. О., магістрант, СумДУ, м. Суми

У промислових умовах, зокрема для сушіння вибухонебезпечних речовин таких як порох, повітря або інші осушувачі у вигляді газів, для більш прискореного і якісного процесу сушіння, користуються технологічними операціями, у результаті яких з газів видаляються пари вологи. Гази висушуються шляхом пропущення їх через спеціальні промивні склянки, сушильні колонки, хлоркальцієві трубки, заповнені речовинами, що осушують. Сушильні колонки й хлоркальцієві трубки заповнюються твердими осушувачами, наприклад, безводним хлористим кальцієм, фосфорним ангідридом, натронним вапном (суміш твердому їдкому лугу з негашеним вапном). Рідкі й тверді, що отримують воду, речовини підбираються таким чином, щоб вони хімічно не реагували з осушуваними газами.

Прикладом адсорбенту вологи може служити кальцій хлористий - це матеріал з високою гігроскопічністю, який залежно від своїх властивостей поглинає одну (або більше) речовину з рідких або газоподібних середовищ, що контактують із ним. Кальцій проявляє свої адсорбуючі властивості маючи й тверду й рідку форму. Процес сушіння не супроводжується токсичними виділеннями.

Коли потрібна низька температура конденсації, або дуже низькі рівні відносної вологості, осушення на основі адсорбенту є, як правило, найбільше економічно вигідною альтернативою. Це встаткування задіє різниці в тиску водяних пар для видалення вологи з повітря хімічним шляхом. Поверхня сухого адсорбенту має дуже низький тиск водяної пари у порівнянні з набагато більшим тиском водяної пари вологого повітря. Водяна пара відходить від вологого повітря на поверхню адсорбенту для усунення різниці тиску водяної пари. Далі, поверхня адсорбенту збирає досить водяної пари для зрівняння тиску водяної пари вологого повітря. і адсорбент повинен висушуватися (реактивувати) шляхом подачі на нього тепла до моменту його регенерації й готовності продовжувати видалення вологи з повітря.

Існує багато способів подачі адсорбенту в повітряний потік. У найбільш передових промислових осушувачах повітря, що використовують атмосферний тиск, адсорбент перебуває в легкій формі у вигляді колеса, яке обертається між двома окремими потоками повітря.

Адсорбент перебуває в стінках тонких повітряних каналів, які проходять по глибині колеса. Повітря проходить через сорбційне колесо, віддаючи водяні пари адсорбенту, що перебуває в стінках повітряних шляхів. Сухе повітря виходить із колеса й переноситься в місце користування вентиляторами або нагнітачами.

Робота виконана під керівництвом проф. Склабінського В. І.

ПРЕДПОСЫЛКИ К ОПТИМИЗАЦИОННОМУ РАСЧЕТУ ПРОЦЕССА ХЕМОСОРБЦИИ ПРИ ОЧИСТКЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ

Обрамец Ю. В., магистрант; Михайловский Я. Э., доцент, СумГУ, г. Сумы

Обеспечение необходимой производительности абсорбционной колонны по исходной углеводородной газовой смеси и степени ее очистки от кислых компонентов зависит от различных факторов, таких как давление в аппарате, температура проведения процесса, физико-химические свойства подаваемого абсорбента, его концентрация и массовый расход, эффективность массообменного и химического взаимодействия фаз.

При проектировании аппаратов для хемосорбционной очистки углеводородного газа от нежелательных примесей при прочих равных условиях необходимо обеспечить максимальное значение коэффициента массопередачи, а также высокие скорости химических реакций между газовой и жидкой фазами, что позволит уменьшить необходимую поверхность контакта фаз и повлечет за собой уменьшение габаритных размеров аппарата и затрат на его изготовление.

Однако изменение некоторых параметров оказывает неоднозначное влияние как на сам процесс хемосорбционной очистки, так и на общие затраты на его осуществление. Например, понижение температуры ведет к возрастанию растворимости газовых компонентов, но в то же время может снизиться скорость химического взаимодействия между фазами; повышение давления в аппарате приводит к ускорению процесса хемосорбции, но с другой стороны увеличиваются затраты энергии на сжатие газа.

Сущность оптимизационного расчета процесса хемосорбции при очистке углеводородного газа от кислых компонентов заключается, таким образом, в сравнительном анализе влияния различных факторов на процесс. Критерием оптимальности для выбора режима процесса очистки и аппарата для его проведения является стоимостной критерий, который подразумевает минимизацию суммарных затрат, включающих в себя затраты на изготовление аппарата, на абсорбент и эксплуатационные затраты.

Для проведения оптимизационного расчета процесса хемосорбции разработан алгоритм, включающий следующие основные этапы: 1 – ввод исходных данных (расход и состав поступающей углеводородной смеси, степень ее очистки); 2 – ввод технологических параметров процесса (давление, температура и диапазон их изменения, состав регенерированного абсорбента и степень его насыщения); 3 – определение физико-химических свойств взаимодействующих фаз; 4 – определение материальных и энергетических потоков; 5 – определение диаметра колонны и проверка работоспособности тарелок; 6 – расчет констант химического равновесия и коэффициентов массоотдачи и массопередачи; 7 – определение количества тарелок и высоты колонны; 8 – определение затрат на проведение процесса; 9 – изменение технологических параметров и возврат к п. 3; 10 – выбор оптимального варианта.

ОПТИМИЗАЦИЯ СУШИЛЬНО-АБСОРБЦИОННОГО ОТДЕЛЕНИЯ СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Неня Б. В., магистрант; Михайловский Я. Э., доцент, СумГУ, г. Сумы

Производство серной кислоты является одним из важнейших и крупномасштабных производств химической промышленности. Этот продукт применяется во многих отраслях промышленности – в производстве почти всех видов минеральных удобрений, в органическом синтезе, в цветной металлургии и т. д. Масштабы производства серной кислоты во всем мире непрерывно растут и к настоящему времени достигли почти 160 млн. т/год.

Одной из основных стадий сернокислотного производства является абсорбция серного ангидрида, которая проводится в насадочных олеумных и моногидратных абсорберах. Многотоннажность производства определяет специфичность устройства применяемых колонн, диаметр которых достигает 6–8 м и более.

Эффективная работа насадочных абсорберов во многом определяется полной смоченностью всей насадки аппарата и равномерным распределением газа и жидкости в каждом поперечном сечении насадки. Часто основным средством повышения эффективности работы насадочных колонн и является замена оросительного устройства или изменение режима его работы.

Правильная организация орошения насадочных колонн и, в частности, моногидратных абсорберов возможна только при учете ряда требований, предъявляемых к способу распределения жидкости и к самой конструкции оросительного устройства. Во многих исследованиях отмечается решающее влияние работы распределяющего жидкость устройства на эффективность применения насадочных колонн.

Для оценивания оросительных устройств недостаточно сравнивать их только по полноте смоченности насадки и равномерности распределения жидкости, необходимо также учитывать простоту изготовления, монтажа и ремонта, а также возможность снижения затрат энергии на подачу жидкости к оросителю и минимальный брызгоунос.

Оптимизация сушильно-абсорбционного отделения сернокислотного производства позволяет найти рациональное конструктивное оформление применяемого оборудования, выбрать оптимальный способ распределения кислоты в абсорберах, а также улучшить технико-экономические показатели производства.

При этом оптимизацию с использованием математической модели можно рассматривать как метод отыскания оптимального решения для реального объекта без непосредственного экспериментирования с самим объектом. Описание и построение модели реального объекта – важнейший этап оптимизационного исследования, так как он определяет практическую ценность получаемого решения и возможность его реализации.

МЕТОДЫ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Гриценко Ю. Р., магистрант; Михайловский Я. Э., доцент, СумГУ, г. Сумы

Для очистки газа от механических примесей устанавливают сепараторы различных конструкций, работа которых основана на том, что при уменьшении скорости движения газа, изменении направления потока или возникновения центробежной силы из газа выпадают песок, пыль, капли влаги, масла и конденсата.

В газах некоторых месторождений содержится значительное количество кислых соединений (H_2S , CO_2 и др.), которые являются токсичными и корродирующими веществами. Газ очищают от кислых примесей на специальных установках, на которых используется способность некоторых химических соединений, в частности моноэтаноламина, поглощать сероводород при низких температурах и повышенных давлениях.

Очищенный от сероводорода газ направляется на следующую стадию переработки – отбензинивание, для которого в большинстве случаев используют метод абсорбции и адсорбции.

Сущность абсорбционного способа заключается в растворении жидким нефтепродуктом (например керосином) содержащихся в газе тяжелых углеводородов. В абсорбере контактируют поглощающая жидкость (абсорбент) и перерабатываемый газ. При этом абсорбент подают в верхнюю часть колонны; стекая по насадке или тарелкам вниз, абсорбент многократно соприкасается с идущим снизу вверх потоком газа.

Обогащенный углеводородами абсорбент отводится с низа колонны на десорбцию, при которой извлеченные углеводороды, образующие после конденсации нестабильный бензин, отпариваются из него. Регенерированный абсорбент охлаждается и используется вновь.

Адсорбционный способ основан на способности твердых пористых материалов (адсорбентов) поглощать (адсорбировать) пары и газы. Газ пропускают через цилиндрические аппараты – адсорберы, наполненные адсорбентом, например активированным углем. Адсорбент поглощает из газа преимущественно тяжелые углеводороды и с течением времени насыщается ими. Для извлечения поглощенных углеводородов и восстановления адсорбционной способности насыщенный адсорбент обрабатывают острым водяным паром. Смесь водяных и углеводородных паров охлаждается и конденсируется. Полученный нестабильный бензин легко отделяется от воды при отстое. Для обеспечения непрерывного отбензинивания газа ставят несколько периодически работающих адсорберов, поочередно отключаемых на десорбцию. Такая система работы является полунепрерывной. Процесс адсорбции может осуществляться и в непрерывно действующих аппаратах. При этом отбензинивание проводят движущимся навстречу газу слоем активированного угля. Этот процесс носит название гиперсорбции.

ОПТИМІЗАЦІЙНЕ ПРОФІЛЮВАННЯ КАНАЛІВ ДИНАМІЧНИХ СЕПАРАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

*Павленко І. В., ст. наук. співробітник; Дем'яненко М. М., наук. співробітник;
Старшинський О. Є., мол. наук. співробітник, СумДУ, м. Суми*

Однією з розповсюджених проблем при експлуатації установок видобутку, підготовки та переробки вуглеводневої сировини є зміна поточних режимних параметрів процесів та обладнання. Для її розв'язання було запропоновано оснащення розділювачів динамічними сепараційними елементами, канали яких можуть змінювати свою форму під напором газокраплинного потоку. При цьому мають місце статичні та динамічні гідроаеропружні явища. Отже, на сьогоднішній день актуальним представляється оптимальне аеродинамічне профілювання таких каналів.

Взагалі досягнення поставленої мети зазвичай представляє значні труднощі, що в даному випадку додатково ускладнюється необхідністю вирішення задачі аерогідропружності, для визначення розподілу швидкостей потоку в перетині каналу та його пристінкових областях. Зважаючи на високий рівень розвитку комп'ютерної техніки та числових методів досліджень для профілювання каналів динамічних сепараційних елементів доцільним є застосування сучасних програмних комплексів, що дозволяють вирішувати зв'язані задачі механіки рідини та деформівного тіла. Одним з таких програмних комплексів є ANSYS Workbench, в якому за допомогою модулю System Coupling можливе поєднання двох модулів Fluid Flow (Fluent) та Transient Structural, що застосовуються для дослідження гідродинаміки руху рідини та напружено-деформованого стану конструкцій відповідно. При цьому для дослідження руху двофазного середовища, можливості відриву плівки вловленої рідини, інтенсивності коалесценції краплин та їх взаємодії з рухомими відбійними елементами пропонується застосовувати модель Discrete Phase Model, яка заснована на Лагранжевому підході (рух дисперсної фази описується в лагранжевих змінних, несучого середовища – в ейлеревих). До переваг такого підходу відноситься те, що рівняння, які описують рух дискретної фази, інтегруються вздовж окремих траєкторій в розрахованому заздалегідь полі швидкості несучого середовища. Потім рішення осереднюються за всіма отриманими даними. Недоліками такого підходу є не можливість завдання об'ємної концентрації краплин більшої за 12 %.

Дослідження виконуються у рамках виконання проекту «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання» на замовлення Міністерства освіти і науки України (ДР № 0117U003931).

*Робота виконана під керівництвом д-ра техн. наук,
гол. наук. співробітника Ляпоценка О. О.*

ОПТИМІЗАЦІЙНЕ КОМПОНУВАННЯ ТРИФАЗНИХ СЕПАРАТОРІВ ДЛЯ УСТАНОВОК СТАБІЛІЗАЦІЇ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ

*Павленко І. В., ст. наук. співробітник; Дем'яненко М. М., наук. співробітник;
Старинський О. Є., мол. наук. співробітник; Ковтун В. В., студент;
Борисова Н. В., студентка, СумДУ, м. Суми*

Для нафтогазової промисловості України на даному етапі актуальними є дослідження, спрямовані на підвищення ефективності, оптимізацію та інтенсифікацію процесу сепарації, визначення найбільш сприятливої компоновки та конструктивного оформлення сепараційних пристроїв.

Об'єктом досліджень обрано фазні розділювачі для установок стабілізації нафти / конденсату (УСН/УСК). Задачами досліджень є визначення об'ємного розподілу за густиною рідинних та газової фаз, що дозволить оптимізувати конструкцію сепараційних пристроїв та апаратів в цілому. На промислових установках поширення набули як вертикальні, так і горизонтальні конструкції трифазних нафтогазоводорозділювачів. Вертикальний сепаратор має вигляд циліндричної вертикальної ємності, у якій розміщені відбійні та переливні пластини для гравітаційно-інерційної сепарації газорідного потоку. Підвищення ефективності роботи даного апарату, а саме інтенсивності дегазації рідини, можливе лише до певного значення, оскільки обмежується площею поверхні розділення фаз. Вертикальний сепаратор має незначну площу вільної поверхні горизонтального перетину, тому для розділення газорідних сумішей зі значним газонасиченням рідини застосовуються горизонтальні сепаратори. Горизонтальний трифазний сепаратор складається з вхідної сепараційної секції, що призначена для початкового відділення газорідного потоку від рідини на вході в сепаратор, секції осадження, в якій відбувається процес розшарування вуглеводневої емульсії, та секції краплеуловлювання. В основному процесу розділення у даному обладнанні протікають під дією сил гравітації, відповідно займають значні проміжки часу необхідні для вільного осадження та спливання дисперсних часток і переходу до суцільної фази, що представляється одним із головних недоліків даного обладнання. Одним із можливих способів вдосконалення даного обладнання є застосування нових методів розділення багатофазних потоків, що дозволяють суттєво підвищити інтенсивність процесів розділення, а саме інерційно-фільтруючої сепарації. При цьому доцільним є встановлення модульних сепараційних пристроїв в корпусі сепараторів при їх реконструкції. Візуалізація результатів моделювання тривимірних течій CFD-методами дозволяє визначити місце доцільного розташування, оптимізувати геометрію та розміри сепараційних елементів, а також визначити значення гідродинамічних параметрів потоків.

Дослідження виконане за підтримки МОН України (ДР № 0117U003931 «Розробка та впровадження енергоефективних модульних сепараційних пристроїв для нафтогазового та очисного обладнання»).

*Робота виконана під керівництвом д-ра техн. наук,
гол. наук. співробітника Ляпоценка О. О.*

ADAPTIVE CONTROL OF GRANULATION PROCESS AS ONE OF THE METHODS OF OBTAINING MONODISPERSED PRODUCT

*Kurdes Y., M.Sc.; Skydanenko M., Senior Lecturer, Sumy State University, Ukraine;
Dhukka F., LLC «CS TECHNOLOGY», India*

Global demand for nitrogen fertilizers is growing rapidly nowadays. Since market requirements for mineral fertilizers grow, it is necessary to increase their monodisperse composition, which in its turn provides higher productivity of agricultural crops, high flowing property, reduction of losses during their transportation and no balling during storage. Prilling in towers is the most common way of producing nitrogen fertilizers in the chemical industry worldwide.

Rotary or static vibrating granulators are used to disperse melt in the tower. In the above granulators' designs, the melt flows out under the influence of a hydrostatic head. Under the influence of this pressure, the melt flows out from all the openings of the perforated bottom in the form of jets subjected to forced regular perturbations affected by which the melt jets break upon to monodispersed drops. Frequency value of the forced signal depends on many parameters one of which is the melt flow rate. Since melt level in the granulator body varies depending on its performance, so to ensure monodisperse composition of the resulting prills, it is necessary to change frequency of the forced signal.

In order to design a device (generator) wherein one can adaptively change frequency of the forced signal depending on the melt level in the granulator, there was conducted a series of experimental and theoretical studies of hydrodynamic parameters of the liquid out flow from the holes with the imposition of the forced oscillations.

The following research results were obtained: one determined distribution of perturbations on the jet surface when applying forced oscillations, depending on the parameters of the signal coming out from the vibrator and the maximum effective frequency value and signal amplitude, depending on the melt level in the granulator case, to provide monodispersed is integration of jets onto drops.

This research has become a basis for designing a device where in adaptive control of the granulation process can be performed and monodispersity of granules can be increased (obtaining over 98 % of the desired fraction) in a narrow fractional range, with the maximum number of particles that can be cooled down in this tower.

It will result in producing high-quality goods complying with international standards and reducing dust emissions of nitrogen fertilizers into the atmosphere, which will improve environment in the production area.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ГРАНУЛ КАРБАМІДУ

Кононенко М.П., старший науковий співробітник, СумДУ, м. Суми

Поліпшення якості гранул карбаміду пов'язано з покращенням його гранулометричного складу та розсіпчастості, зниженням злежування часток, збільшенням міцності гранул і збереженням фізико-механічних властивостей продукту при його зберіганні. З цією метою були проведені дослідження по виявленню можливості підвищення міцності гранул карбаміду за допомогою різних добавок.

При їх виборі виходили з того, що вони не повинні мати токсичну дію на ґрунт і рослини, та були доступними. Щоб зберегти високу концентрацію азоту в добриві, доза добавок, які вводяться, не повинна була перевищувати 0,6 % від маси продукту.

Досліди з отримання карбаміду з добавками проводилися в лабораторних умовах. В якості добавок використовувалися: азотно-кислу витяжку магнезиту, сульфат амонію, сухий порошкоподібний магнезит.

Для отримання однорідної суміші карбамід з добавками ретельно перетирали, перемішували і завантажували в ємність для розплавлення. Розплавлений продукт по краплях дозували в приймач з мастилом. Гранули відокремлювали від мастила і сушили на паперових фільтрах. Ефект від введення добавок оцінювали, зіставляючи міцність модифікованих гранул і гранул чистого карбаміду, отриманих в однакових умовах на одній і тій же установці.

Найбільше значення міцності мали гранули з добавкою сухого магнезиту. При введенні в суміш магнезиту (MgO) в кількості 3–4 % масових середня міцність гранул діаметром від 1,5 до 3 мм становила 4500 г/гранулу. При добавці 1,2 % магнезиту в вигляді витяжки середнє значення міцності становило 1100 г/гранулу, при введенні сульфатної добавки в кількості 0,8 % масових – 600–700 г/гранулу. Середня міцність гранул карбаміду без добавок була 500 г/гранулу. Також було відзначено, що введення сухого магнезитового порошку в плав карбаміду не викликає побічних явищ, утворює однорідну суміш і підвищує міцність гранул.

Оцінка анти злежувальної дії даних речовин проводилася за станом закладеного зразка після одного місяця зберігання. В результаті проведених дослідів було відмічено підвищення злежування гранул при введенні азотно - кислого розчину магнезіальної добавки, який мав залишкову кислотність. Нейтральні розчини магнезитового порошку приводили до підвищення міцності гранул в 1,5–2 рази і знижували злежування продукту при зберіганні. Добавка сульфату амонію до карбаміду приводила до збільшення міцності продукту і забезпечувала гарну схоронність його при зберіганні.

Проведені лабораторні дослідження дали можливість визначити перспективні добавки, що дозволяють підвищити міцність гранул карбаміду і знизити їх злежування.

ОКАТУВАННЯ ВУГІЛЬНОГО ПИЛУ НА ТАРИЛЧАСТОМУ ГРАНУЛЯТОРІ

Кононенко М. П., старший науковий співробітник, СумДУ, м. Суми

Технологія і техніка видобутку вугілля така, що в добутому вугіллі, яке надходить з шахти, є мінеральні домішки. Ці домішки видаляються з нього безпосередньо на шахтах або збагачувальних комбінатах. Великі частинки породи разом з вугіллям спрямовують у відвали, а дрібні (фракція менше 1,0 або 0,5 мм) – в шламонакопичувачі. Відходи з відвалів містять 35–65 % вугілля, яке після повторного збагачення можна використовувати як енергетичну або технологічну сировину. Всього в Україні в шламонакопичувачах знаходиться близько 150 млн. тон шламів із вмістом вугілля 35–70 %. Щорічно у відвали і шламонакопичувачі надходить близько 2–4 млн. тон вуглевістких відходів. Крім того, коефіцієнт корисної дії в печах при спалюванні кускового вугілля становить 50–54 %, сортового типу «горішок» – 60 %, а брикетів і гранул – 75–84 %.

З метою розробки цих техногенних родовищ вугілля, з собівартістю продукції промислових відходів в 5–15 разів менше, ніж тих корисних копалин, що видобуваються традиційними методами, в Сумському державному університеті були проведенні досліді по отриманню вугілля в гранульованому вигляді. При їх проведенні було відзначено відмінність між фракційним складом вуглевістких відходів з шламонакопичувачів, що декларується (вміст часток менше 1 мм – не менше, ніж 95 %) і фактичним (частки розміром більше 10 мм – 4,5 %, 5–10 мм – 13,5 %, 3–5 мм – 15 %, 1–3 мм – 13 %, 0–1 мм – 54 %).

Для дослідів були використані частинки вугільного пилу менше 3 мм з фракційним складом: 0–1 мм – 81 %, 1–3 мм – 19 %. В якості речовини для сполучення використовувалися цемент, вапняне «молоко», глина. Окатування вугільного пилу проводили на тарілчастому грануляторі діаметром 0,5 м і висотою борту 0,1 м. Основна цільова фракція продукту на виході з гранулятора становила понад 75 % часток діаметром 7–12 мм. Залежно від вологості грануляту, типу, кількості і співвідношенню між в'язучими речовинами частки грануляту мали міцність 7–30 кг/см². Також було відзначено вплив температури сушіння на кінцеву міцність продукту. Точка спалаху гранульованого пилу - понад 350 °С. При горінні поверхневий шар обсіпався, даючи доступ повітря до внутрішніх прошарків гранул.

Аналіз кінетики і механізму гранулоутворення показує, що подібний вугільний шлам можна успішно гранулювати, підвищивши його пластичність за рахунок тонкого подрібнення частини вугільного пилу. Україна має досить потужний техногенний топливоресурсний потенціал, який може бути ефективно і економічно вигідно залучений в розробку і переробку, що також дозволить вирішити ряд екологічних проблем.

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗВОЛОЖЕННЯ НА ЯКІСТЬ ШАРІВ ГРАНУЛИ (НА ПРИКЛАДІ ВИРОБНИЦТВА БАГАТОШАРОВИХ ГРАНУЛ ПАС)

Іванія А. В., аспірант, СумДУ, м. Суми

Пориста аміачна селітра використовується не тільки в якості добрив а ще як компонент вибухової речовини АСДП (аміачна селітра / дизельне паливо), що широко застосовується в технології видобутку корисних копалин. Незалежно від сфери застосування ПАС, важливими характеристиками залишаються міцність гранул та їх пористість.

Природа та конфігурація пор залежить від типу зволожувача, а також гідро- та термодинамічних умов здійснення процесу зневоднення при виробництві ПАС. Результати досліджень, наведені в роботі [1].

Проведені дослідження впливу інтенсивності зволоження на якісний та кількісний склад пор ПАС. При недостатньому зволоженні (до 50 г зволожувача на 1 000 г ПАС) готові гранули ПАС мають лише незначну кількість мікропор на поверхні гранул. При достатньому зволоженні (50–150 г зволожувача на 1 000 г ПАС) в готових гранулах ПАС спостерігається значна кількість глибоких макропор поряд з мікропорами. Подальше збільшення інтенсивності зволоження призводить до порушення гідродинаміки псевдозрідженого шару та навіть його осідання.

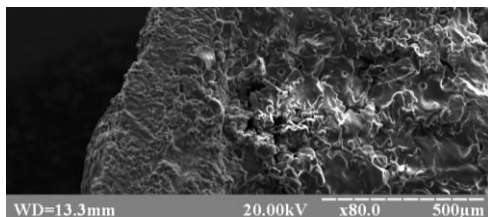


Рисунок 1 – Недостатнє зволоження

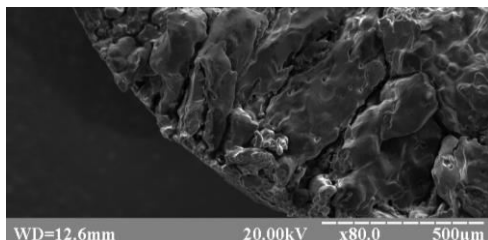


Рисунок 2 – Інтенсивне зволоження

Список літератури:

1. Artyukhov A. E. Thermodynamic conditions for obtaining 3D nanostructured porous surface layer on the granules of ammonium nitrate / A. E. Artyukhov, V. I. , Sklabinskyi // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2016. – Vol. 8, No. 4. – P. 04083-1–04083-5.

Робота виконана під керівництвом доцента Артюхова А. Є.

МЕМБРАННА РЕГЕНЕРАЦІЯ ХРОМОВІСНИХ РОЗЧИНІВ

*Сердюк В. О., аспірант; Большаніна С. Б., доцент;
Склябінський В. І., професор, СумДУ, м. Суми*

З метою підвищення якості очищення стічних вод і регенерації розчинів пасивування і освітлення - авторами застосований відомий але не використовуваний широко у промисловості, за відсутності надійної методики розрахунку технологічних параметрів процесу та геометричних параметрів устаткування, спосіб регенерації хромовісних розчинів [1, 2] з використанням електрохімічного модуля.

Задачами досліджень було встановлення енергетичних, технологічних параметрів процесу та розробка методики розрахунку гідродинамічних та термодинамічних чинників, при яких впровадження процесу, що досліджується, та його ефективність була б найбільшою.

Для цих цілей було спроектовано та виготовлено і налагоджено спеціальну установку для дослідження процесів, у тому числі як гідродинамічних так і термодинамічних та електрохімічних. При цьому виконувалися всі необхідні заміри технологічних та термогідродинамічних параметрів з можливістю зміни цих параметрів з метою досягнення найбільшого екологічного ефекта.

Для підвищення ефективності регенерації хромовісних технологічних розчинів застосована установка, що складається з електролізера, розділеного катіонообмінною мембраною на зовнішній анод і катодної камери, з розміщеними в них відповідно анодом і катодом, підключеними до джерела постійного струму.

Електролізер включав: анод, виконаний зі свинцю (марки С2), катод виконаний з титану (ВТ1-0). Анодною камерою виступав регенований хромовісний розчин, а в катодній камері подавали катодит – 1 % розчин сірчаної кислоти. Електроліз проводили при щільності струму dA 5–10 A/dm^2 . Катіонообмінна мембрана Relax CM-PES 11-66 встановлювалася таким чином, що утворювала одну зі стінок катодної камери з боку анода.

Впритул до мембрани з боку анода прикріплювалася фільтрувальна тканина. Наявність фільтрувальної тканини перешкоджає швидкому засміченню мембрани [3].

Ефективність роботи модуля досить висока. За 250 годин роботи МЕХ в цинній ванні гальванічної лінії було повернуто понад 2 кг (2,44 кг) сполук Cr^{6+} .

Відзначимо, що при тривалій експлуатації модуля в ваннах пасивування спостерігалось невелике засмічення мембрани. З метою видалення домішок з поверхні мембрани і фільтра, модуль перевстановлювали в ванну освітлення. Уже через кілька діб поверхню очищалися і модуль знову був готовий до роботи в ванній пасивації.

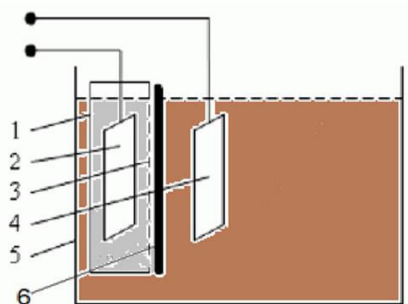


Рисунок 1 – Схема модуля електрохімічного:

1 – корпус модуля; 2 – внутрішній електрод(катод); 3 – катіонообмінна мембрана; 4 – зовнішній електрод(анод); 5 – ванна з технологічним розчином, 6 – фільтрувальна тканина

Таким чином, завдяки роботі МЕХ, в ванну повертається важливий компонент, який містить Cr^{6+} . За рахунок цього збільшується термін експлуатації ванн хроматування та освітлення, зменшуються витрати на приготування нових розчинів і вирішується тим самим екологічне завдання захисту навколишнього середовища.

Список літератури:

1. Кругликов С. С. Применение трехкамерного мембранного электролизера для удаления ионов цинка из технологических растворов / С. С. Кругликов, Д. Ю. Тураев, Н. С. Кузнецова // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2003. – Т. 11. – № 1. – С. 37.
2. Установка для регенерации хромсодержащих растворов : патент РФ № МПК С02F1/46, 20.031997 / В. Н. Николаев, О. А. Шишова, В. В. Кондаков. – № 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 СумДУ. – № у 2016 02830 ; заявл. 21.03.16 ; опубл. 25.08.16, бюл. № 16. – 4 с.
4. Большанина С. Б. Из опыта применения электрохимических модулей в процессах регенерации и очистки хромсодержащих растворов / С. Б. Большанина, В. А. Сердюк // Мир гальваніки (ISSN 2071-2464). – Номер 1(35), 2017. – С. 6–11.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА В'ЯЖУЧОГО

Вазієв Я. Г., фахівець, ШІ СумДУ, м. Шостка

На початку третього тисячоліття однією з задач будівельних підприємств є перехід на техногенну сировинну базу та використання промислових відходів, а наступною, не менш важливою – є зниження витрати енергії.

Відомо, що основний компонент фосфогіпсу – дигідрат кальцію сульфату не має в'язучих властивостей. Для використання цього промислового відходу в будівництві, необхідно двоводний сульфат кальцію перевести у форму напівгідрату шляхом дегідратації. У світовій практиці цей процес здійснюють термічною обробкою сировини за температур 110–190 °С або автоклавуванням під тиском 0,23 МПа, протягом 1–2 годин, що потребує значних енергетичних витрат. Разом з тим, дегідратацію двоводного сульфату кальцію можна здійснити шляхом хімічної реакції, додаючи сильний водовіднімаючий агент, наприклад, сульфатну кислоту.

На меті було отримання в'язучого з фосфогіпсу за технологією, що виключає енергоємні стадії: автоклавування, фільтрацію та сушіння.

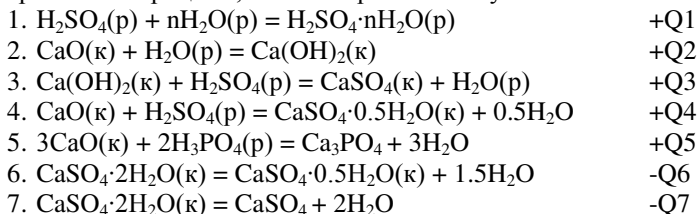
У якості об'єкту дослідження було використано зразки відвального фосфогіпсу – відходу виробництва фосфорної кислоти ТОВ «Суміхімпром».

Розроблена технологія переробки сировини включає стадії:

– дегідратації шляхом хімічної реакції за додавання концентрованої сульфатної кислоти до фосфогіпсу;

– введення кальцію оксиду до отриманої суспензії для нейтралізації надлишку сульфатної, залишків фосфатної та флуоридної кислот.

При обробці фосфогіпсу концентрованою сульфатною кислотою вірогідне протікання процесів, можна виразити наступними схемами:



Кислота поглинає воду з фосфогіпсу дигідрату, що супроводжується виділенням великої кількості тепла, при цьому відбувається саморозігрів суміші до температури початку дегідратації дигідрату кальцію сульфату. Кількість тепла, що виділяється, в процесі гідратації сульфатної кислоти залежить від кількості молекул води, які вступають реакцію. За даними дослідження кращі результати спостерігаються за мольного співвідношення сульфатна кислота:вода – 1:5–1:7.

ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТА ТИПУ
«ЗМІШУВАННЯ – ЗМІШУВАННЯ» ТА ПРОТОЧНОГО РЕАКТОРА
ІДЕАЛЬНОГО ЗМІШУВАННЯ В НЕСТАЦІОНАРНИХ
РЕЖИМАХ РОБОТИ

*Коцюрко Р. В., лаборант; Лучейко І. Д., доцент, Тернопільський національний
технічний університет ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль*

Задача Коші, що описує роботу теплообмінного апарату (ТА) типу «змішування–змішування» в нестационарному режимі, обумовленому коливаннями температур на входах, має вигляд:

$$\begin{cases} \bar{\tau}_{01} \frac{d\Delta\theta_1}{d\bar{\tau}} + (1 + A_1)\Delta\theta_1 - A_1\Delta\theta_2 = \Delta\theta_1^{\text{bx}}(\bar{\tau}) \\ \frac{d\Delta\theta_2}{d\bar{\tau}} + (1 + A_2)\Delta\theta_2 - A_2\Delta\theta_1 = \Delta\theta_2^{\text{bx}}(\bar{\tau}) \\ \bar{\tau} = 0, \Delta\theta_i = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де $\bar{\tau}_{0i} = \tau_{0i} / \tau_{02}$ – середній час перебування i -го теплоносія (ТН) в одиницях часу перебування холодного ТН в зоні теплообміну; $\Delta\theta_i^{\text{bx}} = \theta_i^{\text{bx}} - \theta_{0i}^{\text{bx}}$, $\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{0i}$ – абсолютні відхилення температур від номіналів; $\theta_i^{\text{bx}} = T_i^{\text{bx}} / T_{02}^{\text{bx}}$, $\theta_i = \theta_i^{\text{bx}} = T_i / T_{02}^{\text{bx}}$ – відносні температури на входах та виходах апарату; $A_i \equiv A_{0i} = kF / v_i c_i$ – безрозмірні числа перенесення (k – коефіцієнт теплопередачі, F – площа поверхні теплообміну, v_i – об’ємні швидкості потоків, c_i – питомі об’ємні теплоємності ТН).

У спрощеному випадку рівності $\bar{\tau}_{01} = \bar{\tau}_{02} = 1$ середніх часів перебування ТН і рівності $\Delta\theta_{i\text{max}}^{\text{bx}} = E_1^{\text{bx}} = E_2^{\text{bx}} \equiv E$ амплітуд гармонічних коливань температури, (1) набуде вигляду

$$\begin{cases} \frac{d\Delta\theta_1}{d\bar{\tau}} + (1 + A_1)\Delta\theta_1 - A_1\Delta\theta_2 = E \sin \bar{\omega}\bar{\tau} \\ \frac{d\Delta\theta_2}{d\bar{\tau}} + (1 + A_2)\Delta\theta_2 - A_2\Delta\theta_1 = \pm E \sin \bar{\omega}\bar{\tau} \\ \bar{\tau} = 0, \Delta\theta_i = 0, \end{cases} \quad (2)$$

де $\bar{\omega} = \omega\tau_{02}$ – безрозмірна циклічна частота; знак “+” відповідає синфазному режиму, а знак “-” – протифазному.

У випадку гармонічного збурення температури на входах ТА розв’язки (2) теж гармонічні [1] (усталений режим: $\bar{\tau} \rightarrow \infty$)

$$\begin{aligned}\Delta\theta_1 &= Y_1 \cos \bar{\omega}\bar{\tau} + Y_2 \sin \bar{\omega}\bar{\tau}, \\ \Delta\theta_2 &= Y_3 \cos \bar{\omega}\bar{\tau} + Y_4 \sin \bar{\omega}\bar{\tau},\end{aligned}\quad (3)$$

де амплітуди Y_j складових визначаються зі системи лінійних рівнянь, отриманих підстановкою (3) в (2)

$$\begin{cases} -\bar{\omega}Y_1 + (1 + A_1)Y_2 - A_1Y_4 = E \\ (1 + A_1)Y_1 + \bar{\omega}Y_2 - A_1Y_3 = 0 \\ -A_2Y_2 - \bar{\omega}Y_3 + (1 + A_2)Y_4 = \pm E \\ -A_2Y_1 + (1 + A_2)Y_3 + \bar{\omega}Y_4 = 0. \end{cases}\quad (4)$$

Головний визначник для (4) рівний (внизу для порівняння наведений головний визначник для системи “проточний реактор ідеального змішування (ПРІЗ) + реакція $A_1 \leftrightarrow \alpha A_2$ ” [1])

$$\begin{aligned}\Delta &= \begin{vmatrix} -\bar{\omega} & 1 + A_1 & 0 & -A_1 \\ 1 + A_1 & \bar{\omega} & -A_1 & 0 \\ 0 & -A_2 & -\bar{\omega} & 1 + A_2 \\ -A_2 & 0 & 1 + A_2 & \bar{\omega} \end{vmatrix} = \\ &= (1 + \bar{\omega}^2)(S^2 + \bar{\omega}^2), \quad S = 1 + A_1 + A_2 \quad [\text{ТА}], \\ \Delta &= \begin{vmatrix} -\bar{\omega} & 1 + a_1 & 0 & -a_2 \\ 1 + a_1 & \bar{\omega} & -a_2 & 0 \\ 0 & -a_1 & -\bar{\omega} & 1 + a_2 \\ -a_1 & 0 & 1 + a_2 & \bar{\omega} \end{vmatrix} = \\ &= (1 + \bar{\omega}^2)(S^2 + \bar{\omega}^2), \quad S = 1 + a_1 + a_2 \quad [\text{ПРІЗ}],\end{aligned}\quad (5)$$

де $S = 1 + A_1 + A_2$ – деяке сумарне число перенесення. При відсутності теплообміну $A_i = 0 \Leftrightarrow k = 0 \Rightarrow S_{\text{ТА}} = 1$ – число перенесення ТА як апарата.

Як видно з (5), для системи “проточний ТА ідеального змішування + теплопередача” головний визначник за формою та значенням ідентичний визначнику системи “ПРІЗ + реакція $A_1 \leftrightarrow \alpha A_2$ ”: $S = 1 + a_1 + a_2 \Rightarrow S_{\text{ПРІЗ}} = 1$ ($a_i = \partial \bar{w}_{oi} / \partial c_{oi}$ – статичні чутливості швидкостей \bar{w}_{oi} реакцій порядків n_i до квазістаціонарних змін концентрацій c_{oi} [1]). Отже, в цьому аспекті теплопередачу можна розглядати як деяку “теплову реакцію”.

Список літератури:

1. Лучейко І. Д. Частотні характеристики проточного реактора ідеального змішування при малих збуреннях концентрації реагенту (реакція $A_1 \leftrightarrow \alpha A_2$) / І. Д. Лучейко, М. П. Ямко, Я. М. Гумницький // Вісник ТДТУ ім. І. Пулюя. – 2006. – № 3. – С. 195–204.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ КОЕФІЦІЄНТА ЗОВНІШНЬОГО ТЕРТЯ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ

*Витвицький В. М., аспірант; Мікульонок І. О., професор;
Сокольський О. Л., доцент; Бардашевський С. В., магістрант,
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ*

Процес екструзії полімерних матеріалів є об'єктом багатьох досліджень, які описані в багатьох працях. Така актуальність пов'язана зі стабільним попитом на вироби із полімерних матеріалів і композицій на їх основі: значна частина полімерів піддається процесу екструзії принаймні один раз під час його одержання в реакторі полімеризації до кінцевого виробу або напівфабрикату.

Точність проектування обладнання для переробки полімерної сировини значною мірою залежить від точності врахування коефіцієнта зовнішнього тертя та коефіцієнта бокового тиску сипкого матеріалу [1]. Однак, в існуючих дослідженнях коефіцієнт зовнішнього тертя зазвичай визначаються для монолітних зразків, нехтуючи взаємодією між окремими частинками полімеру, а дослідження коефіцієнта бокового тиску проведені для обмеженого класу матеріалів, тому цих даних недостатньо для отримання загальної картини їх поведінки при переробці.

З вищезазначеного випливає необхідність проведення додаткових досліджень фізико-механічних властивостей для різних типів гранульованих полімерних матеріалів.

Авторами розроблено конструкцію установки, що може бути використана для дослідження фізико-механічних властивостей кускових або сипких матеріалів, зокрема для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя цих матеріалів по різних поверхнях, та коефіцієнта бічного тиску, у тому числі й залежно від температури й навантаження [2]. На рис. 1 зображено схему установки.

У пристрої для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу 1, що містить споряджений нагрівниками 2 горизонтальний ротор 3, встановлений над ним вертикальний порожнистий корпус 4 для сипкого матеріалу 1 зі встановлюваним у ньому штовхачем 5, що взаємодіє з регулятором вертикальної сили 6, а також засіб вимірювання горизонтальної сили 11, що діє на порожнистий корпус 4 перпендикулярно осі 12 ротора 3, порожнистий корпус 4 споряджено засобом вимірювання горизонтальної сили 13, що діє на порожнистий корпус 4 вздовж осі 12 ротора 3. Регулятор вертикальної сили 6 виконано у вигляді шарнірно закріпленого на стояку 7 важеля 8 з одним плечем для взаємодії зі штоком 9 і з другим для закріплення на ньому противаги 10.

Спорядження порожнистого корпуса засобом вимірювання горизонтальної сили, яка діє на порожнистий корпус вздовж осі ротора, дає

зможу разом з осьовим тиском визначати й боковий тиск, що має неабияке значення для аналізу поведінки сипкого матеріалу. Виконання же регулятора

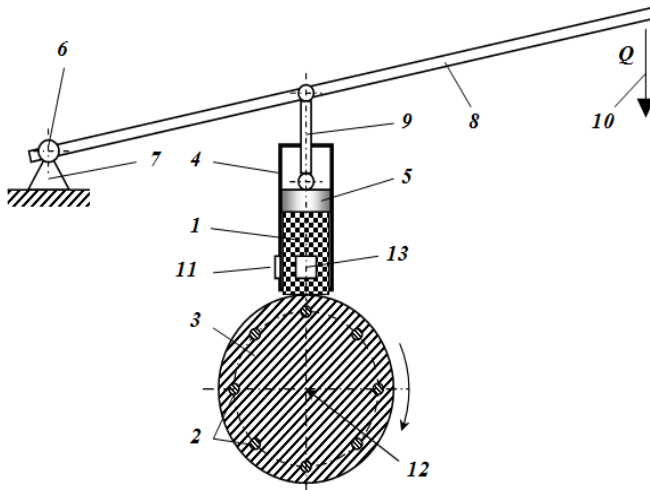


Рисунок 1 – Пристрій для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу

осьової сили у вигляді шарнірно закріпленого на стояку важеля з одним плечем для взаємодії зі штоком і з другим для закріплення на ньому противаги істотно спрощує конструкцію та експлуатацію пропонованого пристрою.

Схему пропонованого пристрою і детальний принцип його роботи описано в заявці на патент [2]. Застосування пропонованого пристрою істотно розширює його можливості стосовно визначення властивостей сипкого матеріалу.

Список літератури:

1. Мікульонюк І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини / І. О. Мікульонюк. – Київ : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2009. – 265 с.

2. Заявка u201710073 U Україна, МПК(2017.01) G01N 19/02. Пристрій для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу / Мікульонюк І. О., Сокольський О. Л., Витвицький В. М., Швачко Д. Г. Заявник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»; заявл. 18.10.2017; рішення про видачу від 09.01.2018.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВІСБРЕКІГУ З РОЗРОБКОЮ АПАРАТУ ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Турчанінов Д. О., студент; Гулієнко С. В., ст. викл.,
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

Мазут М100 – дуже важливий вид нафтового палива, яке використовується у якості котельного палива в енергетиці, хімічній промисловості та інших галузях господарства. Його виготовляють з продуктів прямої перегонки нафти з залученням крекінг залишків, екстрактів, гудронів, напівгудронів, асфальтосмолистих речовин та інших важких продуктів переробки нафти. Одним з поширених технологічних процесів отримання котельного палива є вісбрекінг (легкий крекінг). Установа вісбрекінгу з вакуумним блоком призначена для зниження в'язкості сировини - гудрону з установок вакуумної перегонки за рахунок процесу термічного крекінгу в м'яких умовах. Зниження в'язкості дозволяє зменшити кількість високоякісних дистилатів, яку необхідно додавати до вісбрекінг-залишку для отримання товарного продукту – мазуту М 100. Сировиною даної установки є гудрон, що отримується на установках вакуумної перегонки із суміші арланської і західносибірської нафти у співвідношенні 50:50.

Технологічна схема вісбрекінг установки з реакційною камерою зображена на рисунку 1. Важливою складовою технологічної схеми вісбрекінгу є апарат повітряного охолодження. Який призначений для охолодження газойлю, понижуючи його температуру з 108 °С до 70 °С.

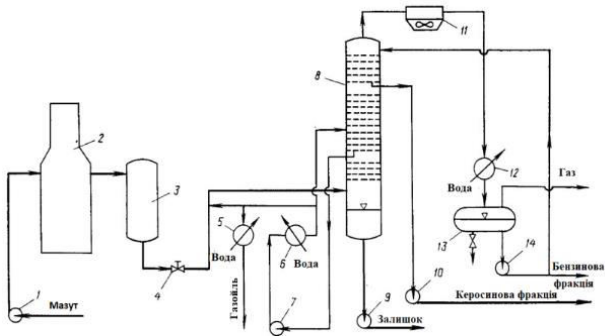


Рисунок 1 – Схема установки вісбрекінгу

Використання апаратів повітряного охолодження дає ряд експлуатаційних переваг, з яких найголовнішими є економія охолоджуючої води і зменшення кількості стічних вод, значне зменшення витрат праці на очистку апарата в зв'язку з відсутністю накипу і відкладання солей, зменшення витрат, пов'язаних з організацією оборотного водопостачання технологічних установок. Тому модернізація апарату повітряного охолодження є доцільною.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД ФАРБУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА З МОЖЛИВІСТЮ ПОВТОРНОГО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Коваль М. Г., доцент; Кузьменко В. Г. студент; Поздишева А. М., студент, Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси

Конкурентноспроможність текстильної продукції на світовому ринку визначається перш за все її економічними та екологічними показниками. Текстильна продукція, яка випускається зараз в Україні, характеризується високою собівартістю, значними витратами барвників, води та тепла. Це загострює необхідність вирішення науково-практичного завдання створення технологій, які б забезпечували зниження собівартості текстильної продукції та зменшення екологічного навантаження під час її виготовлення. Тому актуальною є проблема дослідження промислових стічних вод фарбувально-оздоблювального текстильного виробництва та можливість повторного їх використання в технологічних процесах, забезпечуючи економічність та ресурсозбереження витратних матеріалів.

У роботі представлені результати аналізу декількох проб виробничих стічних вод, відібраних до та після циклу фарбування різних тканин прямими барвниками в автоматичних машинах супер-джигер VN фірми «Хенріксен» (Данія).

Прямі барвники належать до водорозчинних барвників і є натрієвими солями органічних сульфокислот. Вони мають спорідненість до целюлозних волокон (бавовна, льон, штучні волокна із регенованої целюлози – віскозне, мідноаміачне) і фарбують їх безпосередньо із водного розчину в присутності електролітів. Переходять на волокно у вигляді солей [1, с. 40–41].

У роботі відібрані проби аналізувалися на вміст у розчинах текстильних барвників. Так як колір барвника є наслідком їх взаємодії зі світлом, то кількісну оцінку кольору речовини здійснювали за допомогою спектрофотометру методом фотоколориметрії. Фотометричний аналіз визначався за допомогою фотоелектричного спектрофотометру UV-5800PC.

Результати досліджень наведені в таблиці (табл. 1)

Згідно одержаних даних можна зробити висновок, що бавовняна тканина краще вбирає барвник із фарбувальної ванни, ніж сумішева (78 % бавовна, 22 % поліефір) та віскозна. Це зумовлено кращими адсорбційними властивостями бавовняного волокна.

Кількість барвників, які залишаються після процесу фарбування у стічних водах, складають в середньому 46–50 %, що свідчить про необхідність створення технології щодо повторного використання промислових стічних вод для подальшого використання, мінімізуючи витрати дороговартісних барвників, зменшуючи екологічне навантаження на навколишнє середовище та забезпечуючи цим зниження собівартості

текстильної продукції, не зменшуючи при цьому її якість. Цей напрямок є тематикою подальшим досліджень.

Таблиця 1 – Аналіз стічних вод процесу фарбування тканин текстильними барвниками

Барвник	Концентрація барвника у фарбувальній ванні до фарбування, г/л	Концентрація барвника у фарбувальній ванні після фарбування, г/л	Кількість барвника, яка залишилася в стічній воді, %	Вартість за 1 кг барвника, дол. США	Вартість барвника, що викидається в стічні води, дол. США
Зразок № 1 (склад тканини: 78% бавовна , 22% поліефір) – колір пофарбованої тканини чорний					
Прямий чорний VSV	$2,44 \cdot 10^{-4}$	$8,63 \cdot 10^{-5}$	35,3	166,22	775,75
Зразок № 2 (склад тканини: 100 % віскоза) – колір пофарбованої тканини темно-синій					
Прямий синій B2RL	$3,44 \cdot 10^{-5}$	$1,89 \cdot 10^{-5}$	54,88	328,28	288,23
Прямий голубий 5B	$1,92 \cdot 10^{-5}$	$1,11 \cdot 10^{-5}$	57,9	223,20	139,56
Прямий чорний VSF	$7,4 \cdot 10^{-6}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	52,7	166,22	35,06
Зразок № 3 (склад тканини: 100 % бавовна) – колір пофарбованої тканини червоний					
Прямий оранжевий S	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$3,88 \cdot 10^{-5}$	27,6	185,03	409,1

Список літератури:

1. Бородкин В. Ф. Химия красителей : учебник / В. Ф. Бородкин. – Москва : Химия, 1981. – 248 с.

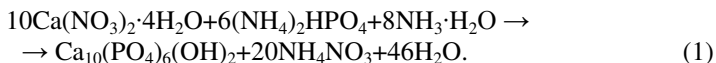
СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»

СОРБЦІЯ ЙОНІВ Ag^+ ГРАНУЛЬОВАНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ГІДРОКСИПАТИТ-АЛЬГІНАТ

Данилов Д. В. студент, гр. ТС-71; Большаніна С. Б., доцент, СумДУ, м. Суми

Біоматеріали, що містять компоненти які не викликають відторгнення організмом людини останнім часом набувають все більшої актуальності. Гідроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ є основною мінеральною складовою кісткової тканини, а альгінат натрію (Альг) є природним полісахаридом, отже їх застосування є цілком обгрунтованим. Введення йонів металів дозволяє отримати біоматеріали з антибактеріальним властивостями та пролонгованим і контрольованим виходом йонів при формуванні кісткової тканини. У роботі були отримані гранульовані матеріали ГА-Альг та досліджені їх адсорбційні характеристики по відношенню до йонів Ag^+ .

ГА отриманий методом осадження з водних розчинів за рівнянням:



Для дослідження сорбційної активності гранульованого матеріалу ГА-альгінат по відношенню до йонів Ag^+ експеримент проводили за наступною схемою: в три пробірки було зважено по 1 г гранул, після чого в кожную додавали по 10 мл 0,1 М розчину AgNO_3 . Отримані зразки були залишені в термостаті при температурі 36 °С на 1, 4 та 24 години. Після закінчення відповідного часового інтервалу, зразки фільтрували, відділяючи гранули від розчину. В результаті експерименту навіть після 1 години відбулася зміна кольору гранул з білого на жовтий (Рис. 1 а), який після висушування на повітрі почорнів (Рис. 1 б).

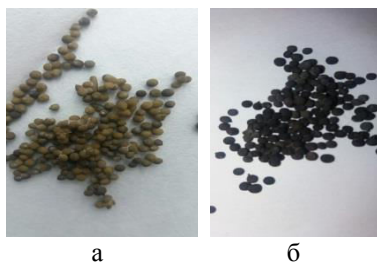


Рисунок 1 – Гранульовані матеріали ГА-Альг після сорбції йонів Ag^+ з 0,1 М водного розчину AgNO_3 впродовж 1 год

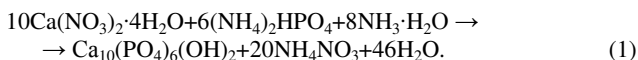
Отримані результати можна пояснити утворенням осаду аргентуму ортофосфату внаслідок йонообмінної адсорбції йонів Ag^+ гідроксиапатитом. Під час висушуванні на повітрі в матеріалі найбільш вірогідно відбувається утворення наночастинок срібла, що і пояснює отриманий чорний колір.

СИНТЕЗ ДЕНТАЛЬНИХ ПАСТ НА ОСНОВІ ГІДРОКСИПАТИТУ ТА НАТРІЮ АЛЬГІНАТУ

*Сидоренко Я. Л., студент, гр. СМ-702; Шнуренко І. О., студент, гр. СМ-703;
Яновська Г. О., старший викладач, СумДУ, м. Суми*

Дентальна паста є пастою чи гелем, що наноситься за допомогою зубної щітки для підтримання чистоти, естетичного вигляду та здоров'я зубів. Вона діє як абразив, що дозволяє видалити наліт та залишки їжі та доставляє активні інгредієнти, такі як фториди та ксиліт для попередження хвороб ясен та зубів [1]. Дентальні паста є багатокомпонентними сумішами, що містять абразивні компоненти і сурфактанти, протикаріозні компоненти, та речовини для профілактики зубного каменю, такі як $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, метилвініловий етер, буферні розчини, зволожувачі, та зв'язуючі компоненти, що надають певну консистенцію та форму дентальним пастам, завдяки рівномірному розподілу твердої фази в рідкій та перешкоджає їх розшаруванню [2]. Зазвичай в пастах в якості м'якого абразивного компоненту використовується NaHCO_3 , але нами було використано кальцію гідроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (ГА), що є природним компонентом, який входить до емалі зуба у поєднанні з фторидами перетворюючись на фторапатит і зміцнюючи її. В якості зв'язуючого компоненту було використано натрію альгінат, що є природним полісахаридом та широко використовується в якості харчової добавки. До того ж він надає отриманому продукту гелеподібної консистенції, що має перевагу в порівнянні з пастами і перешкоджає його висиханню.

Синтез ГА проведено за реакцією:



Свіжоприготований ГА змішано з 3 % розчином натрію альгінату та іншими активними компонентами у різних співвідношеннях, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад розчинів для синтезу дентальних гелів

Склад / Зразок	Суспензія ГА, г	Розчин 3 % Альг, мл	Метронідазол	Хлоргексидин
1	20	20	1 г гелю метрогілу	–
2	20	20	–	1 мл
3	40	90	10 мл	–
4	40	90	–	10 мл

Антибактеріальну дію в синтезованих нами пастах чинили хлоргексидин та метронідзол, які широко застосовуються в стоматологічній практиці. Ефірні масла розмарину і вербени були використані для надання пастам приємного смаку та аромату.

У зразку № 1 метронідазол було взято у вигляді гелю з концентрацією 10 мг/г, а в зразку 3 – у вигляді аптечного розчину з концентрацією 0,5 %. Хлоргексидин додавали до суміші гідроксиapatиту з альгінатом у вигляді аптечного розчину з концентрацією 0,05 %.

Всі зразки мали однорідну гелеподібну структуру. Слід зазначити, що гідроксиapatит після синтезу знаходився в диспергованому стані, та відстоювався в маточному розчині протягом 24 годин, що сприяє його гідратації. Після проходження 2 місяців зразки було знов проаналізовано. Однорідна структура найкраще збереглася в зразку № 2 за кімнатної температури (рис. 1).



Рисунок 1 – Дентальні паста на основі натрію альгінату та гідроксиapatиту (зразок 2).

Список літератури:

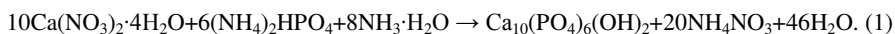
1. Toothpaste by David AK. (2012). Retrived from <http://www.chymist.com>.
2. Mangilal T., Ravikumar M. (2016). Preparation and evaluation of herbal toothpaste and compared with commercial herbal toothpastes: An invitro study. International Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine, Vol. 6, No. 3. pp. 2266 – 2251.

ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ГРАНУЛЬОВАНИХ БІОМАТЕРІАЛІВ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО ЙОНІВ ЦИНКУ ТА КУПРУМУ

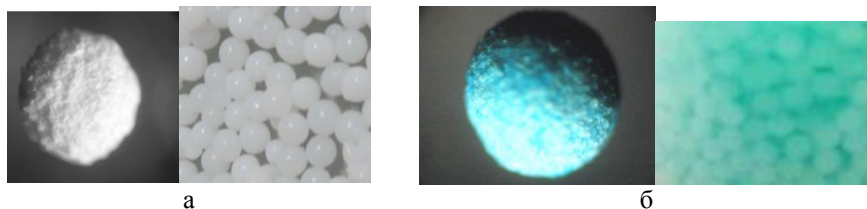
*Мосъпан А. Б., студентка, гр. ЕК-41;
Яновська Г. О., старший викладач, СумДУ, м. Суми*

Синтез нових форм матеріалів для ортопедичного призначення не втрачає своєї актуальності в умовах сьогодення. Найбільш перспективними є матеріали на основі гідроксиапатиту $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (ГА), оскільки він є мінеральним компонентом кісткової тканини в поєднанні з біополімерами, зокрема з альгінатом (Альг), що є природним полісахаридом [1]. В нашій роботі було отримано гранульовані матеріали ГА-Альг та досліджена їх сорбційна активність по відношенню до йонів Zn^{2+} та Cu^{2+} .

Гранули синтезували наступним за наступною схемою. Спочатку проводили синтез ГА за реакцією:



Свіжоприготований ГА, попередньо промитий до $\text{pH} = 7$ змішували з 1,5 % розчином натрію альгінату, отриману суспензію по краплям додавали в 0,1 М розчин CaCl_2 , при цьому були отримані гранули (рис. 1).



а
б
Рисунок 1 – Гранульовані матеріали ГА-Альг після адсорбції йонів Zn^{2+} (а) та Cu^{2+} (б)

Через 24 години показник адсорбції для сухих гранул ГА-Альг по відношенню до йону Zn^{2+} становив 49,28 мг/г, а для йонів Cu^{2+} – 60 мг/г. Отримані значення показника адсорбції пов'язані з деякими особливостями процесу інкорпорації даного йона поверхнею адсорбенту. ГА є основною фазою отриманих композитних матеріалів, і робить основний внесок у процес сорбції йонів Cu^{2+} та Zn^{2+} у порівнянні з альгінатом натрію.

Список літератури:

1. Zhang, J., Wang, Q., Wang, A. (2010). In situ generation of sodium alginate / hydroxyapatite nanocomposite beads as drug-controlled release matrices. *Acta Biomaterialia*, Vol. 6, pp. 445–454.

ЕКЗОГЕННІ ЗНЕБОЛЮЮЧІ ПРЕПАРАТИ: НЕДОЛІКИ АНАЛЬГЕТИКІВ НА ОСНОВІ ОПІОЇДІВ, ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ЗАМІНИ

Єфіменко В. О., студент; Воробйова І. Г., доцент, СумДУ, м. Суми

Наше життя часто пов'язане з болем, і це не метафора. Багато людей щодня страждають, відчуваючи фізичний біль, який часом нестерпний. Тому виникає необхідність в препаратах, здатних прибрати або заглушити подібні відчуття, зокрема - опіоїдів. Однак багато з них мають ряд серйозних побічних дій на організм. Ефекти опіоїдів досягаються через взаємодію з певними рецепторами нервових клітин (μ , κ , δ рецептори).

Морфін взаємодіє з μ -рецепторами, змінюючи їх форму, починаючи тим самим внутрішньоклітинну реакцію. Підданий зміні μ -рецептор зв'язує β -аррестин, що призводить до блокування надходження в нейрон іонів Ca , і одночасно підвищеного виведення іонів K , і як наслідок - до гіперполяризації клітинної мембрани нейрона. У такому стані він (нейрон) втрачає свою здатність проводити імпульси. А значить, больовий ефект не виникає. Однак, клітина при цьому втрачає сприйнятливості не тільки до больових сигналів, але і свою чутливість у цілому. У той час як надзвичайно ефективні при знятті болю, опіоїди, як клас, також викликають широкий спектр небажаних явищ, включаючи пригнічення дихання, седативний ефект і шлунково-кишкову дисфункцію, крім того, у пацієнтів може розвинутилася толерантність до опіоїдної аналгії, що вимагає ескалації дози та ризику погіршення переносимості.

Тому, перед сучасними вченими стоїть завдання, створити препарат, аналогічний морфію, котрий не має такого негативного впливу. На даний момент ведеться третя фаза випробувань структурно нового селективного ліганда μ -опіоїдних рецепторів, що активує передачу сигналу G-білком з мінімальним залученням β -аррестина, який має кодову назву TRV-130 ($\{[(3\text{-метоксітіофен-2-іл)метил}]\{2\text{-}[(9R)\text{-}9\text{-піридин-2іл}]\text{-}6\text{-оксоспірох}4,5\}\text{-}декан-9\text{-іл}\}\text{-етил}\}$)амін), і при сприятливих умовах може стати анальгетиком нового покоління, що дозволить повністю відмовитися від морфію, і інших опіоїдних препаратів які надають настільки негативний ефект на організм людини [1].

Список літератури:

1. Scott M., DeWire, D. S., et al. (2013). Protein-biased ligand at the μ -opioid receptor in potently analgesic with reduced gastrointestinal and respiratory dysfunction compared with morphine. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, Vol. 344(3), pp. 708–717, doi: 10.1124/jpet.112.201616.

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС КІНЕТИКИ ГІДРОЛІЗУ САХАРОЗИ

Лебедєв С. Ю., доцент; Коломієць Д. Ю., студент, СумДУ, м. Суми

Сахароза - важлива речовина. Вона забезпечує організм людини запасом енергії, необхідним для повноцінного функціонування всіх систем і органів. Сахароза стимулює захисну роботу і підвищує захисні функції печінки. Речовина захищає організм від негативного впливу токсинів і подібних речовин. Покращує діяльність мозку. Сахароза в шлунково-кишковому тракті гідролізується на глюкозу і фруктозу.

Теорія активованого комплексу описує константу швидкості реакції k теоретичним рівнянням:

$$k = \chi kT / h \exp(-\Delta H_a / RT) \cdot \exp(\Delta S_a / R), \quad (1)$$

де k , h – сталі Больцмана та Планка; ΔH_a , ΔS_a – ентальпія й ентропія активації реакції; $\Delta H_a = E_a - RT$, E_a – енергія активації реакції, що розраховується з результатів експерименту, χ – трансмісійний коефіцієнт, що враховує ймовірність того, що система, досягнувши перехідного стану, пройде через нього в напрямку утворення продуктів реакції. Теоретичного методу розрахунку цього коефіцієнта немає, але для більшості хімічних реакцій його приймають рівним одиниці. В кінцевому вигляді маємо

$$k = \chi e kT / h \exp(-E_a / RT) \cdot \exp(\Delta S_a / R). \quad (2)$$

Значення виразу $e \cdot kT / h = 3,401 \cdot 10^{12} \text{ К}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$. Розрахунок ентропії активації часто неможливий. Ми звернули увагу на сильну залежність константи швидкості реакції від концентрації кислоти-каталізатора. Залежність, що спостерігається, на нашу думку пояснюється тим, що саме концентрація кислоти і є мірою ентропії активації, що пов'язано з механізмом реакції гідролізу.

Метою даного дослідження було вивчення кінетики гідролізу сахарози в присутності кислот. Обробка масивів даних (50-60 точок) по всіх використовуваних кислот привела до таких результатів:

$$\begin{aligned} k &= 9,861 \cdot 10^{11} \cdot T \cdot \exp(-11556,5 / T) \cdot \exp(1,057 \cdot C) \text{ (хлоридна кислота);} \\ k &= 4,280 \cdot 10^{12} \cdot T \cdot \exp(-12008,3 / T) \cdot \exp(1,053 \cdot C) \text{ (нітратна кислота);} \\ k &= 3,476 \cdot 10^{12} \cdot T \cdot \exp(-11939,1 / T) \cdot \exp(1,136 \cdot C) \text{ (сульфатна кислота);} \\ k &= 5,764 \cdot 10^{11} \cdot T \cdot \exp(-11418,8 / T) \cdot \exp(1,189 \cdot C) \text{ (бромидна кислота).} \end{aligned}$$

Чисельне значення коефіцієнта перед експонентами добре збігається з теоретичним значенням для нітратної та сульфатної кислот. Деяка його відмінність від теоретичного для хлоридної і бромидної кислот, мабуть, пов'язано з відхиленням трансмісійного коефіцієнта від одиниці.

Розраховані з отриманих рівнянь значення ентропії активації досліджуваної реакції лежить в межах 5- 30 Дж/(моль·К), що узгоджується з наявними в літературі значеннями ентропій активації хімічних реакцій.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ВОДЫ МЕРТВОГО И ЧЕРНОГО МОРЕЙ

*Абу Альхадж Хасан Муса Халил, студент, гр. МЦМ-717;
Дыченко Т. В., старший преподаватель, СумГУ, г. Сумы*

Морская вода образовывалась на протяжении миллионов лет. Мертвое море обладает уникальными целебными свойствами. Цель данной работы показать особенности минерального состава воды Мертвого моря по сравнению с Черным морем.

Соленость воды определяется количеством граммов солей, приходящихся на килограмм морской воды. В одном литре воды Чёрного моря содержится 18 граммов соли, а в таком же объёме воды Мёртвого моря – 275 г. Высокая соленость воды Мертвого моря объясняет ее большую плотность (1,3–1,4 г/см³), плотность воды Черного моря составляет 1,1 г/см³. В водах Черного моря и других солёных водоёмов Мирового океана содержание хлорида натрия составляет до 77 % от всего солевого состава, а в Мертвом море его доля составляет всего 25–30 %, а соли магния (хлорида и бромида) составляют до 50 % всех солей Мертвого моря. На ощупь вода Мертвого моря тоже не похожа на обычную морскую воду: она маслянистая.

Таблица 1 – Химический состав воды Мертвого моря

Биологически активные элементы	Концентрация, г/л
Калий	7,956
Натрий	39,158
Кальций	17,127
Магний	43,345
Хлор	227,545
Бром	5,920
Рубидий	0,060
Ионы серной кислоты	0,540
Ионы углекислоты	0,240
ИТОГО:	341,891

Состав солей Мертвого моря также необычен: меньше сульфидов, но гораздо больше брома. В Черном море по сравнению с Мировым океаном содержится несколько больше карбоната кальция и хлорида калия, но меньше сульфата кальция. Незначительное изменение солевого состава

несколько приближает черноморскую воду к речной (не по солености, а по составу солей).

Большинство ионов кальция в Мертвом Море и его бассейне нейтрализуются хлоридами. Концентрация ионов серной кислоты очень низкая, а брома – 5,920 г/л – самая высокая на Земле (табл. 1).

В его водах растворено около 50 млрд тонн природных минералов 21 вида, необходимых для жизнедеятельности человека, причем концентрация их очень высока: от 280 до 420 г соли на 1 л воды; 12 из этих минералов не встречаются больше ни в каких водоемах.

Обычно на состав морской воды большое влияние оказывает вынос рек, например на Черное море. При сравнении содержания макроэлементов в водах реки Иордан и Мертвого моря, такое влияние не просматривается. Следует отметить высокое содержание в воде Мертвого моря ионов натрия, калия, магния, кальция, брома, имеющих большое биологическое значение, поскольку такой же состав макроэлементов имеют лимфа и кровь человека.

К микроэлементам относят такие химические элементы, содержание которых в морской воде меньше 1 мг/кг морской воды. В воде Мертвого моря содержатся такие микроэлементы, как медь, цинк, кобальт и другие. Ионы этих минералов адсорбируются различными природными сорбентами: органическими веществами, фосфатами кальция, гидроксолями железа, вследствие чего содержание их в морской воде ниже, чем следовало ожидать, исходя из растворимости их соединений. Ионы ряда металлов осаждаются вследствие гидролиза в виде малорастворимых основных солей и гидроксидов. Следует также отметить, что на дне Мертвого моря обнаружены отложения серы и природного асфальта. У минералов Мертвого моря в обычном молекулярном виде рН составляет 8,5–9,0; воды Черного моря – 6,8.

Таким образом, можно заключить, что состав воды Мертвого моря является уникальным по своему химическому свойству.

Список литературы:

1. Лопатина А. Б. Особенности химического состава Мертвого моря и свойства комплекса DN-1 / А. Б. Лопатина // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 11, Ч. 2, – С. 149–152.
2. О морской воде Черного моря. Режим доступа: http://collectedpapers.com.ua/black_sea/pro-morsku-vodu-chornogo-morya.
3. Соль мёртвого моря. Режим доступа: <https://guide-israel.ru/41113-sol-myortvogo-morya>.

ХЕЛАТНІ КОМПЛЕКСИ БІООРГАНІЧНИХ СПОЛУК

*Ядута Ю. В., студент, СумДУ; Яременко Б. В., студент;
Ліцман Ю. В., доцент, СумДУ, м. Суми*

Комплексні сполуки з полідентатними лігандами, які містять цикли з центральним атомом називаються хелатними (від. грецьк. chelate – клешня). Деякі хелатні комплекси біоорганічних сполук утворюються в організмі, інші можна отримати в лабораторних умовах.

Розглянемо приклади таких хелатних комплексів, у складі яких комплексоутворювачами є Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} . В лабораторних умовах можна легко добути комплексні сполуки винної кислоти, глюкози, сахарози, α -амінокислот з комплексоутворювачем Cu^{2+} при взаємодії розчинів вказаних сполук зі свіжо отриманим купрум (II) гідроксидом. Практичне значення цих реакцій полягає у здатності винної кислоти, глюкози, сахарози виявляти властивості багатоатомних спиртів завдяки наявності у їхньому складі двох та більшої кількості гідроксильних груп, розташування аміногрупи в α -положенні у випадку амінокислот і можливості їх визначення, адже в усіх випадках утворюються розчинні у воді сполуки темно-синього кольору. З іншого боку, потрапляння в організм розчинних сполук купруму (II) спричиняє денатурацію білків внаслідок утворення нерозчинних хелатів-албумінатів, також йони Cu^{2+} утворюють міцний зв'язок з аміним Нітрогеном та SH-групою білків, що призводить до інактивації тіоферментів.

В лабораторних умовах можна отримати різні комплекси феруму (III) при взаємодії ферум (III) хлориду з саліциловою кислотою. Склад цих комплексів залежить від реакції середовища. При $\text{pH} = 1,5\text{--}2,0$ утворюється моносаліцилатний комплекс темно-фіолетового кольору; при $\text{pH} = 4\text{--}8$ – дисаліцилатний комплекс червоного кольору; при $\text{pH} = 8\text{--}11$ – трисаліцилатний комплекс жовтого кольору. Практичне значення цих реакцій полягає у доведенні наявності фенольного гідроксилу у складі саліцилової кислоти і можливості її виявлення. В організмі людини серед сполук феруму найбільше значення відіграє комплексна сполука феруму (II) – гемоглобін. У молекулі гемоглобіну є чотири структурні компоненти, кожен з яких в якості комплексоутворювача містить Ферум ($^{2+}$), який виявляє координаційне число 6. Ферум ($^{2+}$) утворює чотири координаційні зв'язки з атомами Нітрогену полідентатного ліганду порфірину, один координаційний зв'язок з атомом Нітрогену залишку гістидину у складі білка глобіну та один координаційний зв'язок з молекулою кисню. Функція гемоглобіну полягає у здатності оборотно зв'язувати кисень і переносити його від легень до тканин. Структуру, подібну до гемоглобіну також має міоглобін, який оборотно зв'язує кисень у м'язах.

Реакції комплексоутворення у лабораторній практиці можна використовувати для доведення наявності певних функціональних груп та виявлення біоорганічних сполук; моделювання певних перетворень, характерних для комплексних сполук організму людини.

ВИМІРЮВАННЯ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УТВОРЕННЯ ФІБРИЛ S100A9 ЗА ДОПОМОГОЮ АТОМНО-СИЛОВОЇ МІКРОСКОПІЇ

Сулкис Д., студент, Вільнюський університет, м. Вільнюс, Литва;
Яцішин І. О., асистент, СумДУ, м. Суми, Україна;
Морозова-Рош Л. А. професор, Університет Умео, м. Умео, Швеція

Амілоїдоз, процес полімеризації білків з утворенням крос бета-листів, пов'язаний з низкою нейро-дегенеративних захворювань, таких як хвороби Альцгеймера та Паркінсона. Частиною таких амілоїдних агрегатів є прозапальний білок [1]. Математичний опис процесу Бекера-Дорінга дозволяє розрахувати кінетичні параметри утворення фібрил з розподілу фібрил за ступенем полімеризації, розрахунок якого, було зроблено на базі оцінки об'єму фібрил з атомно-силової мікроскопії (АФМ) (рис. 1 б). Відношення констант асоціації та дисоціації отриманих за даними АФМ співпадає зі значеннями отриманими з кінетичних експериментів [1]. Експоненціальний розподіл фібрил за ступенем полімеризації демонструє відсутність фрагментації та гетерогенної нуклеації.

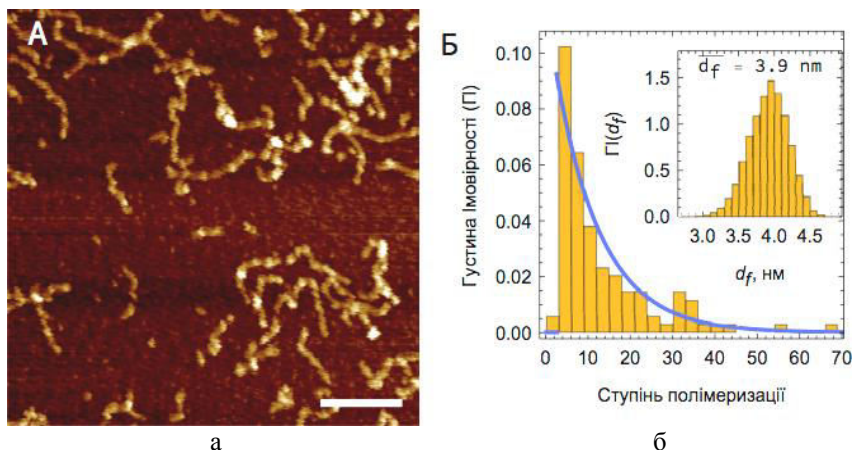


Рисунок 1 – АФМ мікроскопія фібрил S100A9:
а – зображення; б – розподіл фібрил за ступенем полімеризації,
середній діаметр фібрил (вставка)

Список літератури:

1. Iashchishyn, I. A., et al. (2017). Finke-Watzky two-step nucleation-autocatalysis model of S100A9 amyloid formation: protein misfolding as “Nucleation” Event. ACS ChemNeurosci, Vol. 8(10), pp. 2152–2158.

ОКИСНО-ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕЯКИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Клочко А. Д., студентка, гр. МЦ.м-701, Медичний інститут СумДУ;
Манжос О. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Головні процеси, внаслідок яких виділяється енергія необхідна для підтримання процесів нормальної життєдіяльності, здійснюються шляхом окиснювально-відновлювальних реакцій. Характеристикою ОВР є окисно-відновний потенціал (ОВП). Значення ОВП визначається рівнянням Нерста:

$$E = E^{\circ} + RT / (nF) \cdot \ln(C_{ox} / C_{red}), \quad (1)$$

де E – окисно-відновний потенціал реакції; E° – окисно-відновний потенціал за стандартних умов; R – газова стала; T – температура, за якої проводиться реакція, К; n – число електронів, які беруть участь у реакції; $F = 9,65 \cdot 10^4$ Кл– стала Фарадея; C_{ox} – концентрація іонів окисника, C_{red} – концентрація іонів відновника.

У цій роботі було спостережено окисно-відновні властивості проб деяких настоїв трав.

Під час експеримента було використано іономер універсальний ЕВ-76. Для вимірювання необхідно “r” – “1–19” підключити до мережі, вийняти електроди з розчину хлористого калію, обмити їх дистильованою водою, зняти залишилися краплі фільтрувальним папером. Опустити електрод в стаканчик з досліджуванним розчином так, щоб кулька скляного електрода був повністю занурена в розчин. Натиснути клавіші “spX” і “катион / аніон”. Спочатку застосовується шкала 1–19 (грубий вимір), потім для точності вимірювання встановлюється піддіапазон 1–4.

Якщо всі пробимають значення ОВП додатне, тоді їхні окисно-відновні властивості і вплив на організм мають бути однаковими.

Таблиця 1 – Значення ОВП проб, використаних в експерименті

Проба	Значення ОВП, мВ
Чебрець	+84
М'ята	+91
Кора дуба	+141
Шипшина	+267

Проби настоїв мають $pH < 7$ (кисле середовище), в ОВР елементи, які входять до складу речовини, відновлюються і мають окисні властивості, оскільки концентрація іонів окисника більша за концентрацію іонів відновника. Ця властивість обумовлює наступний вплив на організм людини: при вживанні продуктів з додатним значенням ОВП, біологічні мембрани

руйнуються, оскільки мембрани віддають електрони. Відбувається процес старіння.

У народній медицині настій шипшини використовують як засіб для профілактики послаблення імунної системи, сечогінний засіб при ниркокам'яній хворобі (без негативного впливу на тканини нирки); жовчогінну дію, призводить кровообіг у норму, підвищує міцність стінок судин, має антибактеріальну дію. Для проб настоїв інших трав характерним є наступне – седативна, антибактеріальна та протизапальна дія.

Отже, існує зв'язок між окисно-відновними властивостями органічних речовин та їхнім впливом на організм людини. Для речовин з окисними властивостями найбільш характерною є седативна дія.



Рисунок 1 – Установка для проведення досліджень

Список літератури:

1. Ковда В. А. Опыт применения ионоселективных электродов в почвенно-агротехнических исследованиях / В. А. Ковда, Е. А. Матерова, Г. К. Зыкина // ДАН СССР, 1977. – Т. 235, №1. – С. 198–200.
2. Камман К. Работа с ионоселективными электродами / К. Камман. – Москва : Мир, 1980. – 283 с.
3. Рыженко Б. Н. Химические характеристики (состав, pH, Eh) системы порода / вода: Часть I. Системы “гранитоиды / вода.” / Б.Н. Рыженко, В. Л. Барсуков, С. Н. Князева // Геохимия, 1996. – № 5. – С. 436–454.

ІОНООБМІННІ МЕМБРАНИ В ГАЛЬВАНІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

*Зайцева К. О., студент; Данилов Д.В., студент, гр. ТС-71;
Большаніна С. Б., доцент, СумДУ, м. Суми*

З метою вилучення хромат і дихромат іонів з промивних вод, був виготовлений електрохімічний прилад, в основу роботи якого покладений принцип мембранного електролізу з аніонообмінною мембраною (RALEX® AM (H) – PES).

Запропонована установка, містила електролізер, розділений аніонообмінною мембраною на зовнішній катод (титан) і анодну камеру з розчиноманоліту, і з розміщеним в ній свинцевим анодом. Слід зазначити, що в розведеній (2 %) сірчаній кислоті свинцевий анод досить швидко руйнувався. Тому, в якостіаноліту, був використаний розчин ванни промивки, розбавлений в 2 рази водою з додаванням 1 % сірчаної кислоти для поліпшення електропровідності. Принципова схема мембранного електролізера показана на рисунку 1.

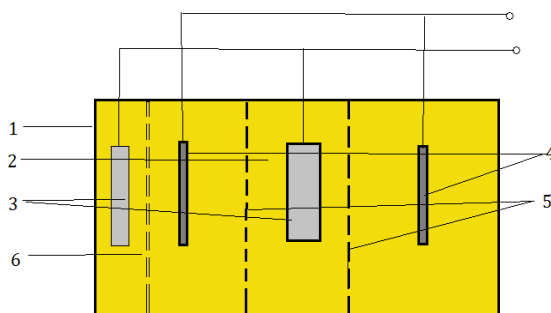


Рисунок 1 – Схема мембранного електролізера:

1 – корпус; 2 – анодна камера; 3 – аноди; 4 – катоди; 5 – аніонообмінні мембрани; 6 – катіонообмінна мембрана у складі катодної камери

Аналізуючи результати роботи мембранного електролізера щодо зменшення вмісту токсичних іонів шестивалентного хрому в промивних водах, можна помітити позитивну тенденцію. На початку проведення експерименту вміст іонів шестивалентного хрому (CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) в промивних ваннах становив 20 г/л. Випробування проводили на протяжні 10 тижнів в умовах діючої гальванічної лінії, проби для аналізу відбирали 1 раз в тиждень. Аналіз показав, що вміст даних іонів неухильно знижувався і через 5 тижнів концентрація іонів хрому не перевищувала 5–7 г/л. Це свідчило про те, що, незважаючи на постійне завантаження гальванічної лінії і промивку деталей, робота модуля забезпечила не тільки сталість складу промивних вод, а й, що значно важливіше, зменшило вміст в ній іонів хрому.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРИСТРОЇ З ІОНООБМІННИМИ МЕМБРАНАМИ

Кириченко О. М., зав. лабораторіями, СумДУ, м. Суми

В літературі і в наукових публікаціях процеси мембранного електролізу активно і широко обговорюються. Електрохімічні модулі (ЕМ) знаходять своє застосування в ваннах пасивіровки і освітлення, в ваннах уловлювання і промивання. Особливість процесів, що протікають в цих апаратах, полягають в тому, що розділення компонентів відбувається за допомогою аніонітових і катіонітових мембран, в складі електролітичного модуля. Як католіт й аноліт використовують робочі розчини ванн промивання або розчини сірчаної кислоти в залежності від типу електролізера і цілі процесу. Електроліз проводять з використанням анодів і катодів, виготовлених з різних матеріалів (платинування титан, свинець, сталь та ін.).

З огляду на різноманітність запропонованих моделей, як за матеріалами, так і по конструкційним особливостям, ми взяли за основу принципи роботи відомих моделей модулів, але з деякими змінами, пов'язаними з економічними та місцевими можливостями виробництва. У таблиці 1 наведені характеристики розроблених на кафедрі загальної хімії СумДУ мембранних електрохімічних пристроїв для застосування в діючих умовах виробництва.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика електрохімічних приладів з іонообмінними мембранами

Характеристики модулів	Катіонообмінний модуль	Аніонообмінний модуль
Розміри електролізерів (катодна/анодна камери), мм	75×190×386	75×190×386
Анод	свинець (марки С2) с розміри 3×60×350 мм, площа $S_A = 2,1 \text{ дм}^2$	Свинцево-сурмяністий (марки ССу-3) розмір 3×60×350 мм, площа $S_A 2,1 \text{ дм}^2$
Катод	титан (ВТ1-0); $S_K = 0,7 \text{ дм}^2$	титан (ВТ1-0), $S_K 0,7 \text{ дм}^2$
Католіт / Аноліт	католіт 1% – розчин сірчаної кислоти	аноліт – розчин з ванни уловлювання (розчин.) + 1 % – розчин сірчаної кислоти
Мембрана	RALEX®СМ-PES 11-66	RALEX® АМ(Н)-PES
Напруга U , В	5–7	10–12

**СЕКЦІЯ «ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ
ТА ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ»**

РОЗРАХУНОК ВІТРОВИХ ТУРБІН ДЛЯ ВІТРОВИХ ПОТОКІВ УКРАЇНИ

*Медвідь А. М., аспірант; Липовий В. М., асистент;
Папченко А. А., доцент, СумДУ, м Суми*

Однією із основних задач українського уряду є направлення розвитку відновлюваної енергетики на зниження залежності від імпортованих енергоносіїв для поліпшення ситуації з енергетичною безпекою країни.

Україна володіє значним потенціалом розвитку відновлюваних джерел енергії: як технічно можливим, так і економічно доцільним. За результатами проведеного дослідження міжнародним агентством з відновлюваних джерел енергії (IRENA) було виявлено, що Україна володіє найбільшим серед країн Південно-Східної Європи технічним потенціалом впровадження відновлюваних джерел енергії. Найбільшою є технічна можливість застосування вітрових електростанцій: 321 ГВт. За останні роки, починаючи з 2011 року (рік запуску в країні перших промислово-комерційних ВЕС), встановлені потужності ВДЕ в Україні мають тенденцію до щорічного зростання.

Вітроелектростанції, що використовують механічну енергію від обертання лопастної системи мають ряд недоліків, основним з яких є мала ефективність при середньорічній швидкості вітру 3,5 м/с.

На сучасному рівні розвитку вітроенергетики вчені ведуть пошуки методів перетворення енергії вітру в інші види енергії та розробки нових механізмів для її отримання.

Одним з нових типів електростанцій можуть бути вітроелектростанції які перетворюють енергію вітру за допомогою циліндрів, що приводяться в коливальний рух енергією вітру. Було помічено, що коли циліндрична структура, наприклад труба, знаходиться на шляху рідини чи вітру, утворюється особливий циклічний процес обтікання, що викликає коливання. Інженери приймають до уваги цей процес, та намагаються зменшити його вплив для запобігання від руйнування інфраструктур. Іспанські дослідники вирішили використати цей негативний процес для отримання енергії вітру.

Робота присвячена пошуку нового напрямку перетворення енергії вітру в електричну чи механічну енергію. Також детальному дослідженню робочого процесу установки коливального типу, який ґрунтується на утворенні вихрової доріжки Кармана за об'єктом, що знаходиться в потоці повітря. В даній роботі було розглянуто робочий процес вітрової установки коливального типу, яка базується на вихровій доріжці Кармана. Також були розраховані основні характеристики робочого процесу такі як: амплітуда сили, що діє перпендикулярно до напрямку потоку газу; частоту коливань циліндра, та частоту сходу вихрів; переміщення циліндра, та аеродинамічне навантаження.

ВІЛЬНОВИХРОВІ НАСОСИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІДИН, ЩО МІСТЯТЬ ВКЛЮЧЕННЯ

Свтушенко Ю. В., студентка; Кондусь В. Ю., асистент, СумДУ, м. Суми

Вільновихрові насоси СВН (рис. 1) призначені для транспортування 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.

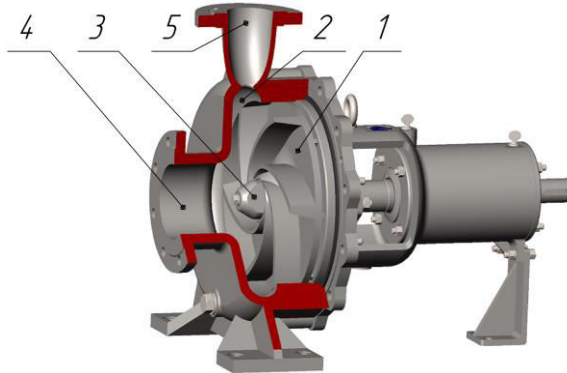


Рисунок 1 – Конструкція вільновихрового насоса: 1 – робоче колесо; 2 – вільна камера; гайка-обтікач; 4 – всмоктувальний патрубок; 5 – напірний патрубок

Конструкція вільновихрового насоса передбачає використання напіввідкритого робочого колеса 1, що розташовується у розточці корпусу. Широкий переріз вільної камери 2 дозволяє транспортувати рідини, що містять включення розміром до 0,8 її ширини.

Для запобігання скручування робочого колеса у осьовому напрямку унаслідок дії осьової сили використовується гайка-обтікач.

Для підводу рідини у насос використовується осьовий підвід 4. Відвід рідини з проточної частини вільновихрового насоса виконується за допомогою напірного патрубку 5.

Експлуатація насосів в умовах транспортування рідин, які містять включення, показала, що загальні витрати в насосних установках із використанням вільновихрових насосів значно нижчі, ніж при застосуванні інших типів насосів. Це досягається внаслідок значно нижчих витрат на обслуговування, що обумовлюються більшим ресурсом роботи вільновихрових насосів.

ВИБІР КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ НАСОСА ДЛЯ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ПАПЕРОВИХ МАС

Пономаренко Д. О., студент; Герман В. Ф., доцент, СумДУ, м. Суми

При виробництві паперу і картону використовують різні технологічні процеси, в яких задіяно насосне обладнання. Насоси застосовують не тільки для перекачування великих об'ємів води і виробничих стоків, але і для транспортування чистої целюлози, целюлози з волокнистими включеннями, макулатурної маси, як чистої так і з абразивними частинками (пісок, канцелярські скоби, скріпки і т.п.), а також макулатурної маси з довговолокнистими включеннями.

Конструкція насосів для перекачування паперових мас повинна враховувати не тільки особливості технологічного процесу виробництва паперу, але і характеристики середовища, що перекачується. Важливим залишається і вимога щодо забезпечення зручного доступу до основних вузлів і деталей насосів для їх ремонту та обслуговування без тривалих зупинок основного обладнання.

Підсумовуючи наведені вище вимоги, рішення даної технічної задачі – вибір конструктивної схеми насоса, може бути виконано за рахунок застосування таких конструкцій агрегатів, які будуть враховувати особливості середовища, що перекачується.

У разі перекачування чистої целюлози доцільно використовувати відцентрові насоси типу БМ з закритим робочим колесом (РК). Проточна частина цих насосів виготовляється з нержавіючої сталі, стійкої до кислих і лужних середовищ, що підвищує довговічність їх роботи. Є модифікація насосів БМ з напіввідкритими РК. Вони більш надійні в роботі при перекачуванні целюлозних і волокнистих мас високої концентрації.

При перекачуванні макулатурної маси без волокнистих включень і рідин, що несуть досить великі сторонні предмети, які могли б закупорити проточний тракт насоса з відцентровим РК відкритого або закритого типів, рекомендується використовувати вільновихрові насоси (ВВН) конструкції "Seka". Ці насоси мають вільну камеру і відкрите РК, яке тільки частково перекриває камеру, тому вони менш чутливі до наявності в рідині твердих включень, волокон целюлози, газу та інших домішок.

У разі присутності в макулатурній масі, крім сторонніх абразивних включень і великих твердих частинок, включень довговолокнистого абразивного характеру, рекомендується використовувати ВВН типу "Turo". Ці насоси не закупорюються і забезпечують надійну роботу протягом усього терміну експлуатації.

Кінцеве рішення з вибору насоса приймається після розрахунку життєвого циклу насоса, на який впливають затрати на купівлю, експлуатацію, обслуговування та електроенергію.

РАДІАЛЬНА СИЛА У ВІЛЬНОВИХРОВОМУ НАСОСІ

*Пузік Р. В., студент; Пономаренко Д. О., студент;
Герман В. Ф., доцент, СумДУ, м. Суми*

Вільновихрові насоси (ВВН) є новим, у багатьох відношеннях прогресивним типом насосного обладнання, але багато питань їх робочого процесу ще недостатньо вивчені. Дослідження цих насосів продовжується в нашій країні і за кордоном. Зокрема це стосується і причин виникнення радіальної сили. У відцентровому насосі робоче колесо (РК) розташоване безпосередньо у спіральному відводі і тиск змінюється по колу колеса залежно від режиму роботи насоса. При подачах, менших оптимальної, тиск зростає від місця розташування початкового перерізу відводу до вихідного перерізу. Асиметрія тиску по колу призводить до появи радіальної сили, що діє на колесо в сторону менших перерізів спірального відводу. При перевантаженні насоса, закон зміни тиску по колу колеса має зворотний характер, а виникаюча радіальна сила направлена в сторону більших перерізів спірального відводу.

У ВВН робоче колесо розташоване в розточці корпусу і знаходиться поза дією потоку рідини у вільній камері. На перший погляд на РК і, відповідно, на ротор не повинна діяти радіальна сила. Але ротор насоса весь час знаходиться під дією нерівномірного розподілу тисків у вільній камері ВВН, який залежить від типу відводу (кільцевий або спіральний) і режиму роботи насоса. Радіальна сила в цьому насосі весь час змінюється як за величиною, так і за напрямом дії і призводить до перевантаження підшипників. Це підтверджують проведені за кордоном експериментальні дослідження по визначенню розподілу тисків у вільній камері та циліндричній розточці корпусу ВВН з кільцевим відводом. За результатами цих досліджень одержано значення коефіцієнта радіальної сили $K_r=0,2$, що значно менше коефіцієнта $K_r = 0,36$, який застосовується при розрахунках радіальної сили у ВВН з кільцевим відводом. Пропорційно можна чекати і зменшення радіальної сили у ВВН зі спіральним відводом.

З метою перевірки цього припущення було проведено чисельні дослідження у ВВН зі спіральним відводом за допомогою програмного продукту ANSYS CFX. За результатами цього дослідження отримано розподіл швидкостей та тисків і проаналізовано структуру течії в проточній частині насоса. Отримано значення величин радіальної сили на різних режимах роботи насоса. При цьому встановлено, що радіальна сила досягає мінімального значення на режимі, близькому до оптимального, а максимальне значення радіальної сили знаходиться на режимі $Q=0$, на якому коефіцієнт K_r зменшився до $K_r=0,31$. Фактична величина радіальної сили у експериментальному насосі ВВН 125/32 зі спіральним відводом зменшилась на 16 % від попередньо розрахованої.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІЛЬНОВИХРОВИХ НАСОСІВ В УМОВАХ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІДИН, ЩО МІСТЯТЬ ВКЛЮЧЕННЯ

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

При перекачуванні чистих рідин у промисловості і побуті використовуються відцентрові насоси. Але у практиці використання насосів часто доводиться перекачувати рідини, що містять тверді домішки, суміші з піском, рідини з кристалічними, або абразивними домішками, волокнистими включеннями, рідини з підвищеною в'язкістю (більше 50 сПз), суспензії тощо. Для наведених умов роботи використовують насоси з одно- або двоканальними відцентровими робочими колесами. Але при перекачуванні рідин, що містять включення, корисна потужність відцентрових насосів знижується вже за наявності 7 % домішок у рідині.

При перекачуванні рідин, що містять абразивні домішки, відбувається швидке зношування елементів проточної частини насосів наведених типів. Транспортування газовмісних емульсій призводить до зниження робочих параметрів відцентрових насосів.

У таких випадках ефективно використовуються вільновихрові насоси СВН, ККД яких дещо нижчий, але ресурс роботи значно більший ніж у відцентрових насосах при роботі у зазначених умовах.

Експлуатація насосів за умови перекачування рідин із включеннями, показала, що загальні витрати в насосних установках із використанням вільновихрових насосів значно нижчі, ніж при застосуванні інших типів насосів (рис. 1).

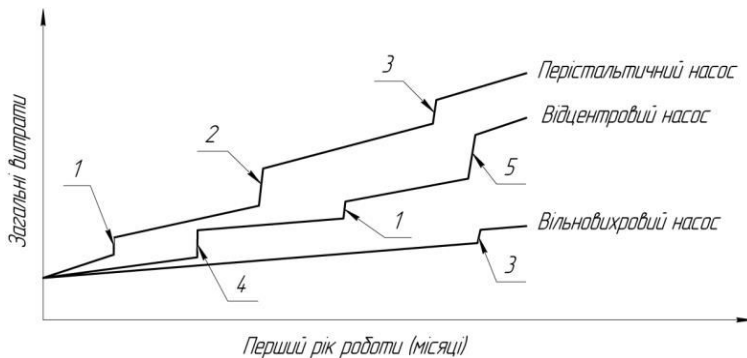


Рисунок 1 – Графік залежності загальних витрат за перший рік експлуатації насосів різних типів: 1 – засмічення, що вимагає зупинення та ремонту насоса; 2 – заміна статорних і роторних елементів; 3 – заміна ущільнення вала унаслідок зношення; 4 – заміна переднього ущільнення; 5 – заміна робочого колеса

НОВІ ПІДХОДИ ДО ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ РІДИНИ

*Васильченко Д. Р., студентка, гр. ГМ 41; Дрофа А. О., студ., гр. МЕ 41а;
Ратушний О. В., асистент, СумДУ, м. Суми*

Приблизно з 2010 р. у світі відбувається інтенсивне становлення VI технологічного укладу, який характеризується активним розвитком нанотехнологій та технологій використання поновлювальних джерел енергії. Таким чином, вже сьогодні необхідно припускати кардинальну і неминучу у майбутньому трансформацію всіх сфер буття людського суспільства і перш за все промисловості. Цю трансформацію можна характеризувати масовою відмовою від використання технічних систем, що працюють на принципах, сформульованих у попередніх технологічних укладах і так чи інакше споживаючих енергію традиційних непоновлювальних джерел у зв'язку з неминучому вичерпанні останніх уже у XXI сторіччі [1]. На наш погляд, усвідомлення цього факту вимагає від нас вже сьогодні сміливих комплексних міждисциплінарних пошуків нових концепцій і принципів роботи для технічних систем майбутнього. Особливо це стосується систем, що дозволяють транспортувати рідини і, в першу чергу воду, як найважливішого життєвого ресурсу людини. Виходячи з цього, маємо актуальне питання, що має спрямованість у майбутнє: чи буде мати місце потреба у насосах традиційних конструкцій, теоретичні основи яких були закладені ще у самих перших технологічних укладах (кінець XVIII – початок XIX сторіччя) при VI та майбутніх технологічних укладах? Концептуально вважаючи відповідь на це запитання позитивною, можемо зробити інтегральний висновок, що перед розробниками технічних систем, що передають енергію рідині (насосів) вже сьогодні постає актуальна перспективна проблема пошуку нових шляхів передачі енергії рідині (а найчастіше воді) на мікрорівні окремих частинок. Зазначемо, що вивчення і запровадження принципів, що ефективно використовує сама Природа, цілком відповідає філософії нового VI технологічного укладу та переходу до технологій «зеленої» енергетики.

Одним із подібних способів є капілярний ефект, що дозволяє деревовидним рослинам піднімати воду із ґрунту на значну висоту. Розробка капілярного насосу у вигляді системи (пучків) капілярів, які розташовуються у звичайному трубопроводі, дозволять підіймати та транспортувати воду у фактично «безнасосному» режимі, тобто за відсутності насосного агрегату традиційної конструкції. Економічно та технологічно обґрунтована ефективність такої «грубо-капілярної» системи дозволить, на наш погляд, виготовляти їх як одне ціле на 3d-принтерах.

Список літератури:

1. Ковальов І. О. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії України: навч. посіб. / І. О. Ковальов, О. В. Ратушний. – Суми : СумДУ, 2016. – 201 с.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДВОДІВ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ НАСОСНОГО АГРЕГАТА

Строкин О. О., аспірант, гр. PhD-72; Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми

Як засвідчили експериментальні дослідження, значна частина втрат має місце у нерухомих елементах проточної частини насосів. Втратами в нерухомих елементах можна також пояснити вужчий діапазон економічної роботи насоса в цілому, порівняно з діапазоном економічної роботи власне робочого колеса. У зв'язку з чим, проточна частина каналів відвідних пристроїв насосів становить значний інтерес для досліджень [1].

Відвідні пристрої (відводи) лопатевих насосів забезпечують осесиметричний потік рідини за робочим колесом, створюючи тим самим умови для усталеного відносного руху в області колеса, зменшують момент швидкості і перетворюють кінетичну енергію потоку, що виходить із колеса, в енергію тиску з відводом потоку до вихідного патрубку або в наступну ступінь насоса.

Досить часто при випробовуванні нового зразка насоса, дослідники не отримують необхідну характеристику. У такому випадку треба проводити доопрацювання насоса. Найбільш дорогою та важко змінюваною частиною насоса є відвід, який, як правило, є корпусною деталлю.

Конструкція відводів визначається типом та параметрами насосного агрегату. Відцентрові насоси виконують зі спіральними, кільцевими, лопатевими та складними відводами.

Перевагою кільцевих відводів є простота формування проточної частини та її ремонтпридатність, що актуальна для насосів типів Гр та К, що перекачують рідини з великим вмістом твердих домішок. У насосах цих типів кільцева камера переходить у дифузорний патрубок. Основною перевагою насосів даного типу є ремонтпридатність, а не енергоефективність (вона є зниженою по відношенню до насосів зі спіральними відводами). Але зважаючи на їхній термін служби та можливості ремонту такі відводи доцільно застосовувати саме для вищезазначених типів насосів.

Лопатеві відводи застосовуються у відцентрових багатоступеневих насосах, наприклад насоси типу ЦНС, ПЕ. Покращення вібраційних характеристик у таких насосах досягається шляхом комплектування деталей ступенів за умови парної та непарної кількості лопатей, лопатевого відводу та робочого колеса. Це викликає зменшення амплітуди та підвищення частоти пульсацій напору, що у свою чергу позитивно впливає на енергоефективність робочого процесу та вібраційні характеристики насосного агрегату.

Найбільшого розповсюдження у насосах типу Д набули спіральні відводи. У спіральному відводі кінетична енергія на вході робочого колеса перетворюється у статичний тиск з мінімальними втратами [2]. Спіральний відвід одноступінчатого насоса складається із спіральної камери та дифузора.

Спіральний відвід повинен забезпечити оптимальний режим роботи насоса та відповідати розрахунковому значенню пропускної здатності спіралі відводу.

У якості спіралей використовуються: спіраль Архімеда, евольвента, циклоїда. Спіральні відводи бувають з однозавитковою та двозавитковою спіраллю.

Однозавиткові спіралі – найдешевше рішення з точки зору виробничих витрат, вони зручніші при шліфуванні вилитих каналів. Їхньою слабкою стороною є наявність значних радіальних сил, які виникають під час роботи в не розрахункових умовах, через порушення окружної симетрії потоку в корпусі. Радіальні сили створюють навантаження на підшипники, напруження на вигин та прогин валу, які можуть загрожувати надійності машин. Значення напору, до якого можливо використовувати однозавиткові спіралі, залежить від швидкохідності, конструкції насоса (особливо корпусу підшипника), товщини валу, його довжини, та відстанями між опорами підшипників.

Двозавиткові спіралі використовуються, коли навантаження на підшипники, напруження та прогин вала стають недопустимо високими без застосування мір для зниження радіального тиску, тому їх регулювання вимагає громіздких розрахункових робіт та має велику вартість. Ребро між внутрішньою спіраллю та зовнішнім каналом також знижує деформації корпусу при великій швидкохідності.

Від пропускної здатності спіральної ділянки відводу залежать втрати в лопатевому колесі при роботі насоса на різних режимах.

Для насосів великих розмірів застосовують складні відводи, які складаються із послідовно розташованих направляючого апарату та спірального або кільцевого відводу.

Результати досліджень [1] показують, що характеристика $N-Q$ практично не залежить від параметрів відводу. Споживана на різних режимах потужність залежить в основному від розмірів, конструкції та геометрії проточної частини робочого колеса (при $n=\text{const}$).

Досить важко точно оцінити втрати саме у відводі, так як робота лопатевого колеса і відводу взаємопов'язана і додаткові втрати можуть виникнути через невідповідність розрахункових режимів роботи колеса і відводу.

Список літератури:

1. Михайлов А. К., Малюшенко В. В. Лопатеві насоси. Теорія, розрахунок і конструювання. – М. : Машинобудування, 1977. – 288 с.
2. Гюліх Й. Ф. Відцентрові насоси.

АНАЛІЗ АКТИВНИХ ТА РЕАКТИВНИХ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ

Черноброва А. К., аспірант, гр. PhD-72; Сотник М. І., доц., СумДУ, м. Суми

Використання електрогідравлічної аналогії базується на системному перенесенні елементів теорії електричних кіл в гідравліку. При цьому основні електричні формули переходять у відповідні гідравлічні співвідношення, які завжди виконуються, і на основі яких можливо скласти електричні моделі гідравлічних схем і аналізувати їх тими ж методами, що і електричні кола. Тому для дослідження робочих процесів у відцентрових насосах пропонується застосовувати методи електрогідравлічних аналогій.

Традиційно основними показниками електрогідравлічної аналогії є електричний струм i [А], як аналогія втрати Q [$\text{м}^3/\text{с}$] в гідравлічному процесі, та електрична напруга u [В], як аналогія напору насоса H [м], активний гідравлічний опір R_r [Ом], як аналог гідравлічного опору, зумовлений в'язким тертям між шарами рідини та інші активні втрати енергії у відцентровому насосі [$\text{с}/\text{м}^2$], та інші активні опори R [Ом]. Інерційності гідравлічного потоку у відцентровому насосі [$\text{с}^2/\text{м}^2$] відповідає індуктивність електричної моделі L_r [Гн]. Гідравлічна ємність насоса відповідає електричній ємності, вона бути врахована при визначенні комплексного електричного опору Z .

Гідравлічні втрати у проточній частині насоса доцільно розділити на дві складові: дисипативна складова (аналог активного електричного опору) та інерційна складова (як аналог реактивного опору, що враховує індуктивність електричної моделі), яка пов'язана з інерцією маси рідини та вихроутворенням. Дисипативна складова викликана невідривними прикордонними шарами. Реактивний (інерційний) гідравлічний опір характеризує інтенсивність вихроутворення у потоці, що проходить через проточну частину насоса. Основною проблемою створення електричних моделей гідравлічних процесів є визначення кількісного розподілу величини гідравлічних втрат на вказані складові. Поєднання електричних методів вивчення енергетичних процесів в гідравлічних системах та числове моделювання гідравлічних процесів мають на меті розділити і кількісно описати активні та реактивні втрати енергії у проточній частині відцентрового насоса.

Список літератури:

1. Гликман Б. Ф. Математические модели пневмогидравлических систем / Б. Ф. Гликман. – М. : Наука, 1987. – 366 с.
2. Костышин В. С. Моделирование режимов работы центробежных насосов на основе электрогидравлической аналогии / В. С. Костышин. – Ивано-Франковск, 2000. – 163 с.

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФФЕКТУ ЗМІНИ КУТА НАХИЛУ ЛОПАТІ НА ВИХОДІ З РОБОЧОГО КОЛЕСА НА РОБОЧІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА

Мазуренко І. С., студ., гр. ЕМ.м-71; Мілтих В. С., асист., СумДУ, м. Суми

Найкращим методом дослідження течії рідини в гідравлічних машинах є фізичний експеримент. Однак, через достатньо велику складність організації такого експерименту та його вартість в даний час широкого поширення набули чисельні методи дослідження робочих процесів в насосі. За допомогою подібних методів з достатньою точністю описуються складні внутрішні потоки насоса.

Багато чисельних досліджень пов'язані з впливом ключових геометричних параметрів на робочі характеристики насоса. Серед них зустрічаються дослідження зміни кута лопаті на виході з колеса для досягнення кращих характеристик.

У даній роботі ми досліджували вплив кута нахилу лопаті на виході з робочого колеса на робочі характеристики відцентрового колеса насоса двостороннього входу. Для дослідження обрано робоче колесо насоса Д 3200-75-2 з коефіцієнтом швидкохідності $n_s = 93$ та робочими параметрами на оптимальному режимі: витрата – $Q_{opt} = 3200 \text{ м}^3/\text{год}$, напір – $H = 75 \text{ м}$, швидкість обертання ротора – $n = 980 \text{ об/хв}$.

Дослідження проведено для моделі базового робочого колеса вказаного насоса та моделей трьох його модифікацій, у яких було змінено тільки кут нахилу лопаті на виході з робочого колеса β_2 .

У докладі детально описано алгоритм чисельного дослідження, що складається з побудови тривимірних моделей робочих коліс, що досліджувалися, створення їх чисельних моделей та інтерпретації отриманих результатів.

Приведено результати досліджень впливу зміни кута нахилу лопаті на виході з робочого колеса в діапазоні від 26° до 32° на його робочий процес, згідно яких зміна кута у зазначеному діапазоні при зміні подачі від $0,5Q_{opt}$ до $1,2Q_{opt}$ справляє помітний вплив на гідравлічний ККД робочого колеса, при цьому напір насоса практично не змінюється. Зона робочої характеристики, на робота насоса вважається прийнятною розширюється зі збільшенням кута.

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ВІДЦЕНТРОВОГО КОНСОЛЬНОГО НАСОСА З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ПОДІБНОСТІ

Папета М. В., студент; Колісниченко Е. В., доцент, СумДУ, м. Суми

Складний характер руху рідини в робочих органах лопатевих насосів призводить до того, що завдання створення сучасних високопродуктивних машин, що відповідають складному комплексу вимог, вирішуються, одночасно з розрахунково-теоретичною розробкою конструкцій їх проточних частин, шляхом проведення випробувань в лабораторних і натурних умовах. Під час проектування нових насосів використовуються також дослідні дані, отримані в процесі експлуатації аналогічних насосів на діючих станціях.

Попереднє визначення розрахункових параметрів проектованої машини, дослідження робочих режимів на моделях і поширення отриманих результатів на натурні насоси можливе на основі теорії про механічну подобу руху реальної рідини. Головне положення цієї теорії полягає в необхідності виконання умов геометричної, кінематичної і динамічної подібності.

Геометрична подібність в гідромеханіці означає пропорційність всіх відповідних розмірів проточної частини насосів. Під час моделювання гідравлічних машин два насоси можуть бути названі подібними, якщо усі лінійні розміри одного з них (модель) в однакове число разів менше або більше відповідних розмірів іншого (натура).

Кінематична подібність передбачає однакові напрями векторів швидкості в подібних точках потоків рідини.

Динамічна подібність означає сталість відношення сил інерції до сил тяжіння або тертя. Основними критеріями подібності є: критерій Фруда; критерій Рейнольдса; критерій Струхалія; критерій Ейлера.

Проектування відцентрового насоса за геометричною подібністю розпочинається з вибору модельної проточної частини за допомогою коефіцієнта швидкохідності, який розраховується виходячи з заданих характеристик натурального насоса.

За обрахованим коефіцієнтом швидкохідності обирається конструкція модельного насоса та визначаються його модельні характеристики (напір, подача, потужність, рідина, що перекачується, частота обертів).

За значеннями модельних та натурних характеристик насосів обраховується величина масштабного коефіцієнта геометричної подібності λ . Отримане значення коефіцієнта λ використовується для перерахунку геометричних розмірів проточної частини з модельного насоса на натурний:

$$L_{\text{н}} = \lambda \cdot L_{\text{м}} \quad (1)$$

де $L_{\text{н}}, L_{\text{м}}$ – розміри натурної та модельної проточної частини.

ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ОСЬОВОГО ПІДВІДНОГО ПРИБОРУ НА КАВІТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСУ

Молошній О. М., аспірант; Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми

Відомо, що величина шорсткості поверхонь деталей насосу визначає технологію їх виготовлення, а також величину гідравлічного опору (втрат на тертя). Відповідно вона впливає на вартість життєвого циклу насосу. Одним з основних чинників, що визначально впливає на надійність експлуатації є виникнення явища кавітації в проточній частині насосу. В даній роботі розглянуто вплив величини шорсткості поверхні осьового підвідного пристрою на кавітаційні характеристики насосу. Об'єктом дослідження є відцентровий електронасос двостороннього входу з номінальною подачею $Q_{nom} = 50 \text{ м}^3/\text{год}$, номінальним напором $H = 48 \text{ м}$, швидкістю обертання ротору $n = 2900 \text{ об/хв}$, коефіцієнтом швидкохідності $n_s = 48$. Осьовий підвідний пристрій (ОПП) насосу являє собою порожнистий вал, який одночасно також є валом електронасосу. ОПП сформовано циліндричною та дифузornoю ділянкою перед входом у робоче колесо (РК), що містить обтічник конусної форми. Крім того, перед ОПП розміщена циліндрична ділянка корпусу, що є нерухома. Діаметри циліндричної ділянки та вхідного патрубку становлять 45 мм і 65 мм відповідно. Довжина ОПП 227 мм, а частини корпусу перед ОПП 40 мм. Довжина обтічника та дифузornoї ділянки ОПП відповідно 37 мм та 50 мм, зовнішній діаметр виходу з ОПП 75 мм. Внутрішній діаметр виходу з ОПП 40 мм. Числове моделювання течії рідини з дослідженням кавітаційних явищ в проточній частині насосу проведено з використанням програмного комплексу ANSYS CFX. Величина шорсткості поверхонь ОПП була прийнята 6,3, 12,6 та 25 мкм.

За результатами числового моделювання визначена кавітаційна характеристика насосу та розподіл зон кавітації за номінальної подачі. Величина критичного кавітаційного запасу ($\Delta h_{кр}$) становить 1,25 м для всіх розглянутих варіантів величини шорсткості поверхонь ОПП. Перші прояви кавітації в РК за номінальної подачі спостерігаються при величині $\Delta h = 6,9 \text{ м}$, а в ОПП за $\Delta h = 1,33 \text{ м}$. Тобто, кавітація в РК починається раніше ніж в ОПП. При цьому значення допустимого кавітаційного запасу для РК є вищим того, при якому з'являються перші прояви кавітації в ОПП. В ОПП кавітація майже одночасно з'являється в двох зонах. Перша зона – зона після звуження поперечного перерізу прохідного каналу на початку циліндричної ділянки ОПП і потім зростає вздовж стінки. Друга зона - зона на початку дифузornoї ділянки. Для розглянутих величин шорсткості поверхонь розподіл об'єму фракції пари, а відповідно і зон кавітації є однаковий. Таким чином, зміна величини шорсткості поверхонь ОПП в діапазоні від 6,3 мкм до 25 мкм при числовій симуляції робочого процесу досліджуваного насосу не призводить до зміни його кавітаційних характеристик.

МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРШНЕВОГО НАСОСА

Куліков О. А., студент, гр. ГМ-42; Ігнат'єв О. С., доцент, СумДУ, м. Суми

Поршневі насоси ПН1,6/16 мають цінні властивості, котрі зумовили їх широке поширення в народному господарстві. Основними з них є наступні: придатність для перекачування самих різноманітних рідин - гарячих і холодних, в'язких і вельми текучих, чистих і тих, що мають домішки. Поршневі насоси мають здатність до сухого всмоктування (здатність засмоктувати рідину без попереднього заповнення всмоктуючого трубопроводу); можливість досягнення досить високих тисків при будь-яких, навіть незначних подачах.

Робота поршневого насоса характеризується кількома параметрами. Основними з них є подача, напір, потужність і коефіцієнт корисної дії (К.К. Д.). Всі ці параметри отримані експериментальним шляхом. Тобто графіки подачі напору потужності і коефіцієнта корисної дії побудовані по певним точкам, які розташовані на певній відстані одна від одної, і які здобуті в результаті випробування насоса. Проблема ускладнюється ще й тим, що жоден з параметрів насоса не може бути вимірний абсолютно точно, а отже, питання допустимих відхилень не можна розглядувати, не враховуючи похибок засобів вимірювань. А якщо, наприклад, наш насос не працюватиме в тому режимі в якому він був визначений під час проведення експерименту, тобто ми точно не можемо сказати по графіку, які точно будуть параметри при цьому режимі роботи насоса. Що може привести надалі до невірних розрахунків потужності двигуна, подачі насоса, що тягне за собою зміну ККД насоса і його працездатність.

Але це можна усунути. подача, коефіцієнт корисної дії, тиск - має характеристики з двох значень, наприклад: потужність від тиску, або подача від тиску (тобто ці характеристики можуть бути лінійні або квадратичні). Для цих характеристик можна побудувати формулу кривої, яка буде точно описувати їх з мінімальною похибкою. Наприклад формула, що описує ККД може бути представлена у вигляді параболи другого ступеня

$$\eta = aP^2 + bP + c \quad (1)$$

де, $a = -25,8$; $b = 75,6$; $c = 13,3$; P – тиск; η – значення ККД.

Таблиця 1 – Експериментальні та розрахункові значення ККД

P	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
$\eta_{\text{експ}}$	20,6	30	37,9	49	53,7	57	63	64,8	66,3	67,9	68	67,5	67,9	67,7	67	65,8
$\eta_{\text{розра}}$	20,6	27,4	33,7	44,7	49,4	53,6	60,5	63,1	65,3	66,9	68	68,7	68,6	68,2	67,3	65,8

Таким чином ми зможемо перевірити чи може насос працювати на таких параметрах чи ні, або точно дізнатися які параметри будуть у насоса при одному чи іншому режимі роботи, і не тільки в експериментальних точках, а і між ними.

ВИНИКНЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО УДАРУ В ОБ'ЄМНИХ НАСОСАХ

Забіцький Д. В., аспірант PhD-62; Кулініч С. П., доцент, СумДУ, м. Суми

Основними робочими характеристиками насосів є тиск, подача та к.к.д. Максимальний тиск, який може створити насос, визначається міцністю корпусу насоса та потужністю двигуна, тому підвищення тиску у мережі без відповідних погоджень з підприємством-виробником не допускається. Для забезпечення роботи насоса використовуються запобіжні пристрої, такі як запобіжний клапан та його різновиди. Також характерною рисою роботи насосів є нерівномірність подачі, особливо для насосів зі зворотньо-поступальним рухом робочого органу. Звісно при роботі цих машин у мережі виникає гідравлічний удар, при різкому перекритті зворотного клапану. Динамічні зміни тиску також називаються пульсаціями тиску або, гідравлічним ударом. Останній термін позначає ті небажані ефекти, які, супроводжується пульсаціями тиску, подібно ударами молота, можуть впливати на трубопроводи і компоненти системи. Гідравлічний удар є причиною додаткового збільшення динамічного навантаження на систему трубопроводу, запірні клапани, кріпильні елементи, супорти, компоненти системи і ін. Терміном «гідравлічний удар» позначають як підвищення, так і зниження тиску. Явище гідравлічного удару кількісно описав в 1897–1899 рр. М. Є. Жуковський. Збільшення тиску при гідравлічному ударі визначається відповідно його теорії, за формулою:

$$D_p = \rho(v_0 - v_1)c \quad (1)$$

де D_p - збільшення тиску, H/m^2 ;

ρ - густина рідини, $кг/м^3$;

v_0, v_1 - середні швидкості в трубопроводі до і після закриття засувки (запірного клапана), $м/с$;

c - швидкість поширення ударної хвилі уздовж трубопроводу.

Цю формулу можливо отримати з закону імпульсу. Жуковський довів, що швидкість поширення ударної хвилі c знаходиться в прямо пропорційній залежності від стисливості рідини, величини деформації стінок трубопроводу, визначається модулем пружності матеріалу, з якого він виконаний, а також від діаметра трубопроводу.

$$c = \frac{E}{\rho} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{E \cdot d}{E_{cm} \cdot h} k}} \quad (2)$$

де E – модуль об'ємної пружності рідини;

ρ – густина рідини;

E_{cm} – модуль пружності стінок матеріалів труби;

d – діаметр труби;
 h – товщина стінки труби;
 k – коефіцієнт для тонкостінних труб.

Отже, гідравлічний удар не може виникнути в трубопроводі, що містить газ, так як газ легко стискаємий. Залежність між швидкістю ударної хвилі c , її довжиною і часом поширення (L і τ відповідно) виражається наступною формулою:

$$c = 2L / \tau \quad (3)$$

Залежно від часу поширення ударної хвилі τ і часу перекриття засувки (або іншої запірної арматури) t , в результаті якого виник гідроудар, можна виділити 2 види ударів: повний (прямий) гідравлічний удар (коли $t < \tau$), неповний (непрямий) гідравлічний удар (коли $t > \tau$). При повному гідроударі фронт ударної хвилі, яка виникла, рухається в напрямку, протилежному первинному напрямку руху рідини в трубопроводі. Його подальший напрямок руху залежить від елементів трубопроводу, розташованих до закритої засувки. Можливо і повторне неодноразове проходження фронту хвилі в прямому і зворотному напрямках. При неповному гідроударі фронт ударної хвилі не тільки змінює напрямок свого руху на протилежний, але і частково проходить далі крізь не до кінця закритої засувку.

Як відомо гідроудар є негативним явищем. Він може виникати в системах об'ємного гідроприводу, в яких використовується золотниковий гідророзподільник. У момент перекриття золотником одного з каналів, по яких нагнітається рідина, цей канал на короткий час виявляється перекритим. Для запобігання виникнення негативного явища, роблять наступне: збільшують час спрацювання розподільника, що зменшує силу удару; використовують демпферні прилади; згідно формули М.Є. Жуковського можна зменшити швидкість руху рідини у трубопроводі, збільшивши його діаметр.

Гідравлічний удар призводить також до виникнення резонансу. Резонансні коливання відбуваються, коли частота коливань тиску в резонаторі будь-якого походження, викликана, наприклад, приводом насоса або явищем відриву потоку в запірних клапанах і колінах труби, випадково збігаються з природною частотою трубопроводу. Ці коливання можливо використовувати для вирішення іншої проблеми, а саме залипання гідравлічних розподільників.

Висновок. Об'ємні насоси отримали широке поширення в машинобудуванні, будучи складовою насосного агрегату. При несанкціонованому підвищенні тиску в мережі відбувається різке перекриття запірної арматури, що призводить до виникнення негативного явища, гідравлічного удару. Гідроудар, який виникає у трубопроводах можна згасити одним з вище вказаних способів, або використати резонансні коливання які виникають для запобігання іншого негативного явища, залипання гідравлічних розподільників.

ПРО ДВА НАЧЕБТО ПРОТИРІЧНИХ ЗАКОНАХ ПРИРОДИ

*Васильченко Д. Р., студентка, гр. ГМ-41; Одненко А. І., студ., гр. ГМм-71;
Ковальов І. О., професор, СумДУ, м. Суми*

Мова йде про два добре відомих законах природи – закон збереження енергії ($E = \text{const}$) і закон обов'язкової втрати енергії при перетворенні одного виду енергії в будь-який інший. ($E_1 = E_2 + \Delta E$), де ΔE – частка ніби то «втраченої» енергії. А тому $E_1 > E_2$ і коефіцієнт корисної дії будь-якого перетворення завжди менше 1.

Наприклад, якщо вказується, що коефіцієнт корисної дії насоса становить 80 %, то це означає, що він тільки 80 % отриманої від двигуна механічної енергії зміг передати рідині і вона зможе виконати якусь роботу саме в цих межах. А 20 % енергії (це і є ΔE) перетвориться у теплову і розсіється в оточуючому, насосну систему, середовищі. Якщо ж це середовище буде абсолютно герметизоване (чого практично ніколи не буває), то в нашій замкнутій системі будуть виконуватися обидва вищеназвані закони.

Але, сьогодні досить часто зустрічаються випадки, коли той чи інший винахідник стверджує, що його насосна установка працює із коефіцієнтом корисної дії значно більшим, ніж одиниця. Прикладом такої установки є так званий «теплогенератор Потапова», для якого автори стверджують, що він працює з виділенням теплової енергії в 3–4 рази більшої, ніж насос отримав з електромережі. При правильному розумінні названих вище законів пояснити цей «парадокс» можна лише так: або система вимірювання була у авторів помилковою (свідомо чи несвідомо), або в трубопровідній системі створювались умови, при яких з рідини виділялась якась додаткова енергія, природа якої поки що невідома і автори її ніяк не пояснюють.

Проведені на кафедрі ПГМ СумДУ дослідження такого «теплогенератора» в умовах ретельної термоізоляції показали, що ніякого додаткового виділення тепла не спостерігалось.

Список літератури:

1. Михайлов А. К., Малюшенко В. В. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. – М. : Машиностроение, 1977.
2. Лопастные насосы: Справочник / В. А. Зиницкий, А. В. Каплун, А. Н. Папир. В. А. Умов. ; под общ. ред. В. А. Зимницкого, В. А. Умова. – Л. : Машиностроение, 1986.

ПРО ВИКОРИСТАННЯ КІЛЬЦЕВОГО БЕЗЛОПАТЕВОГО НАПРАВЛЯЮЧОГО АПАРАТУ

*Одненко А. І., студ., гр. ГМм-71; Васильченко Д. Р., студентка, гр. ГМ-41;
Ковальов І. О., професор, СумДУ, Суми*

Останнім часом, у пошуках шляхів подальшого підвищення ККД ступеня насосу, увагу дослідників став привертати безлопатеий кільцевий направляючий апарат, який не чинить додаткових перешкод течії і провокує на сподівання значного зменшення втрат енергії.

Зокрема, проведені на кафедрі ПГМ СумДУ перші розрахункові дослідження дозволяють зробити слідуючі висновки:

1. Помітного зменшення гідравлічних втрат в такому апараті поки що отримано не було. Але не було зафіксовано і помітного їх підвищення у порівнянні із кращими лопатевими чи каналними апаратами.

2. Обнадіючим результатом слід вважати встановлення того, що течія не робить повні оберти в безлопатеовому просторі, як це вважалось раніше, а обмежується кутом повороту в межах 60° – 100° .

3. Частка втрат енергії в зонах 1:2 (відвід і поворот на 180°) складає приблизно 30 %, а на зону 3 (зворотній лопатевий підвід) приходитьсья 70 %. Від зворотнього безлопатеового підводу отримати нульову циркуляцію поки що не вдалося.

4. Аналіз течій у контрольних перерізах по осередненим параметрам \bar{v} , \bar{z} , Δh_{Σ} недостатньо інформативний для ефективного впливу на течію.

5. Оцінка конфузорності чи дифузорності течії по еквівалентному круглому дифузору не є коректною, так як являється оцінкою лише по радіальній складовій v_r , а не по абсолютній швидкості \bar{v} .

6. Аналіз кінематики течії слід проводити не тільки в постановці Ейлера, а і в постановці Лагранжа.

7. Великим невикористаним резервом слід також вважати варіації по радіальним і осьовим розмірам меридіонального перерізу.

Всі ці висновки повинні бути основою для продовження досліджень по створенню ефективного направляючого апарату нового типу.

Список літератури:

1. Михайлов А. К., Малюшенко В. В. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. – М. : Машиностроение, 1977.

2. Лопастные насосы: Справочник / В. А. Зиницкий, А. В. Каплун, А. Н. Папир, В. А. Умов. ; под общ. ред. В. А. Зимницкого, В. А. Умова. – Л. : Машиностроение, 1986.

**СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ
(ПРИКЛАДНА ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА)»**

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОТОКУ ТЕПЛОНОСІЯ ПРИ КОМБІНОВАНОМУ З'ЄДНАННІ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ РІЗНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ

Сохань А. О., студ., гр. ЕМ.м-71; Антоненко С. С., доцент СумДУ, м. Суми

На сьогоднішній однією із головних задач при проектуванні та експлуатації будівель є задача в вирішенні питань з створення в приміщеннях загальноприйнятих норм комфорту та мікроклімату. В зв'язку з цим, є необхідність у забезпеченні високої ефективності енергоспоживання системами штучного підтримання якісних тепломасообмінних процесів по приміщенням будівлі.

Головними елементами системи опалення являються опалювальні прилади, які призначені для передачі тепла від теплоносія до повітря приміщень. На сучасному ринку представлена велика кількість різних опалювальних приладів які відрізняються своїм конструктивним виконанням. Тому виникає проблема у їх виборі та можливості комбінування у з'єднанні їх між собою. Для вирішення цієї проблеми поставлена мета наукового дослідження – моделювання процесу потоку теплоносія про комбінованому з'єднанні опалювальних приладів різного конструктивного виконання.

Для моделювання процесу потоку теплоносія використовується програмний комплекс який дає можливість моделювати гідродинамічні процеси на базі обчислювальної гідродинаміки. Аналіз сучасних методів обчислювальної гідродинаміки показує, що одним з найбільш популярних програмних пакетів для дослідження потоку теплоносія є ANSYS. Даний програмний продукт надає можливість проведення повноцінного моделювання та вивчення картини процесу протікання теплоносія у протічних каналах опалювальних приладів. Також можна порівняти результати моделювання процесу потоку теплоносія при різних комбінаціях підключення та однаковими вихідними параметрами.

Проведення розрахункового моделювання надає можливість отримати зображення розподілу швидкості руху теплоносія та його напрямків усередині опалювальних приладів, також, визначення втрати тиску між входом та виходом теплоносія, і показник середньої температури теплоносія по всьому об'єму опалювального приладу. Моделювання ведеться для комбінації з'єднання таких опалювальних пристроїв, як радіатор чавунний і сталевий реєстр.

На основі отриманих результатів можна обрати найкращий спосіб комбінованого з'єднання приладів, або ж зробити висновок що дана комбінація неможлива.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ КУТА НАХИЛУ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ НА ГЕНЕРАЦІЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Підпригора Н. М., студ., гр. ЕМ-51; Сотник М. І., доцент СумДУ, м. Суми

Сонячні панелі працюють найефективніше, коли їх поверхня перпендикулярна сонячним променям, тому кут нахилу до горизонту є одним з визначальних параметрів налагодження сонячної електростанції. Іншим фактором, що впливає на величину генерації електроенергії є азимут – кут між напрямком на Сонце і напрямком на південь. Відслідковування цих параметрів наразі не є складною інженерною задачею, але її реалізація потребує додаткового обладнання та великих фінансових витрат, тому здебільшого сонячні панелі розташовують на відкритих поверхнях під визначеними кутами та з орієнтацією на південь. Кут нахилу залежить від географічної широти місцевості, в якій розташовані панелі. При його незмінності протягом світлового дня ефективність генерування електричної енергії змінна. Для оцінювання цього ефекту застосовано показник – коефіцієнт генерації електроенергії k_z як відношення величини потужності фактичної генерації P_ϕ (кВт) до номінальної потужності панелі P_y (кВт) $k_z = P_\phi / P_y$. Цей коефіцієнт за сталого кута нахилу залежить від фактичного нахилу лінії, що з'єднує спостерігача та Сонце, до горизонту. Дослідження щодо визначення залежності зміни коефіцієнта k_z проведено на лабораторній установці, яка відслідковує кут нахилу панелі до Сонця. Для виключення впливу кута азимуту було визначено максимальне значення P_ϕ на i -й момент часу та оптимальний кут нахилу панелі, який забезпечує максимальну генерацію P_ϕ . Відхилення кута нахилу панелі визначалося від зазначеного оптимального кута. Результати досліджень представлено у таблиці 1

Таблиця 1 – Зміна k_z при відхиленні кута нахилу сонячної панелі

Відхилення кута нахилу	5°	10°	15°	20°	25°
Розрахунковий коефіцієнт k_z	0,138	0,191	0,288	0,288	0,345

Якщо прийняти значення коефіцієнта $k_z = 1$ за оптимального кута нахилу панелі, то при зміні кута нахилу у діапазоні від 0° до 25° коефіцієнт k_z змінюється у межах від 0,138 до 0,345, що відповідає діапазону зниження генерації від 13,8 % до 34,5 % відповідно до зміни кута нахилу панелі від оптимального на i -й момент часу.

Висновок Результати проведених досліджень та спостережень за функціонуванням сонячної електростанції установленою потужністю 10 кВт в кліматичних та географічних умовах м. Суми (річна генерація електроенергії близько 9000 кВт год/рік) оснащення її автоматизованою системою корегування кута нахилу дозволить додатково згенерувати близько 11 592 кВт год/рік.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ З ПОВІТРЯНОЮ СИСТЕМОЮ ОБІГРІВУ

Феденченко І. М., студ., гр. ЕМ.м-71; Хованський С. О., доц., СумДУ, м. Суми

Оскільки Україна є енергодефіцитною країною, то основною задачею повинно бути енергоефективне використання паливно-енергетичних ресурсів. Особливо актуально це для громадських будівель, які за своїм призначенням можуть поділятися на заклади охорони здоров'я, комунального господарства, а також освіти, культури і мистецтва.

Об'єктом дослідження роботи є громадська будівля культурного типу в Сумському державному 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 Solid Works було побудовано тривимірну модель області повітря приміщення актових зал СумДУ, з його реальними габаритними розмірами, та вже існуючою системою опалення, яка складається з радіаторних панелей, та повітряною системою з її повітрообігрівачами та повітрозбірником.

Наступним етапом роботи була побудована розрахункова сітка, та на кожній поверхні були задані граничні умови. На огорожуючі конструкції задана температура в діапазоні від $+8$ °C до -24 °C та розрахований опір теплопередачі. Для опалювальних приладів задано тепловий потік 50 Вт/м^2 кожного радіатора.

В результаті розрахунку отримали термодинамічні параметри в кожній точці розрахункової сітки. Також було проведено нестационарний розрахунок, ще дало змогу проаналізувати прогрів приміщення в часі. В результаті розрахунку ми змогли спостерігати за тим як працює комбінована система опалення, та за який проміжок часу прогривається приміщення. Прогрівання приміщення актових зал СумДУ за допомогою комбінованої системи обігріву займає від 50 хвилин до 3 годин в залежності від температури навколишнього середовища, температури та швидкості повітря на виході з повітрообігрівача.

Після проведення розрахунків було побудовано геометричну інтерпретацію залежності температури в середині приміщення від параметрів повітрообігрівача та температури огорожуючої конструкції. Завдяки цьому графіку ми могли визначити за який час прогривається приміщення до потрібної температури за тими чи іншими параметрами.

В результаті виконаної роботи була побудована 3D-модель області повітря громадської будівлі культурного типу Сумського державного університету, було проведено моделювання процесів аеродинаміки та тепломасообміну, та дослідили вплив нестационарних процесів у внутрішньому об'ємі приміщення на його загальний тепловий стан.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ В СИСТЕМІ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

Медвідь С. А., студент, гр. ЕМ -51; Сотник М. І., доцент, СумДУ, м. Суми

Наразі сучасні теплові насоси знаходять все ширше застосування у системах опалення житлових будівель. Однак, виходячи з їх техніко-економічних показників та кліматичних умов більшості територій України існують деякі обмеження щодо їх ефективної експлуатації. В першу чергу це стосується співвідношення між електричною енергією, яка споживається тепловим насосом та тепловою енергією, що ним забирається з навколишнього середовища, «концентрується» і надходить у опалювальну систему. За температури повітря зовнішнього середовища близько -10°C та нижче таке співвідношення (COP) близьке 1:1. Експлуатація у такому діапазоні температур за технічними та економічними показниками є недоцільною. Тобто, для більшості наявних на ринку теплових насосів їх використання обмежене температурою зовнішнього повітря не нижче -10°C . Іншим обмежувальним фактором є максимальна температура прямого теплоносія, що подається від теплового насосу в систему опалення. Існуючі системи теплових насосів можуть нагрівати теплоносій до $+60^{\circ}\text{C}$. Однак, економічно доцільною наразі вважається температура теплоносія близько $+45^{\circ}\text{C}$. Така температура накладає деякі обмеження на конструкцію систем опалення будівель. Опалювальними пристроями у цьому випадку мають бути системи «теплої підлоги», але і вони можуть бути використані як самостійні системи лише за температури повітря навколишнього середовища не нижче -10°C . При подальшому зниженні температури повітря навколишнього середовища потрібно модернізувати існуючі прилади опалення, які розраховані на більш високі температурні показники теплоносія. Для цього потрібно збільшувати поверхню теплового випромінювання їх нагрівальних елементів. У такому випадку можливе одночасне використання зазначених систем опалення. Витрати на проведення цих робіт часто мають досить не привабливий термін окупності. Для визначення періоду використання теплового насосу при опаленні приміщень упродовж опалювального сезону були проведені дослідження, що стосувалися умов його можливого функціонування.

Проведений аналіз метеорологічних умов по м. Суми за останні 5 років показує (див. таблицю 1), що середня кількість днів протягом опалювального сезону, у проміж яких експлуатація теплового насосу є доцільною становить 161 добу, 14 днів є граничними, інші 11 днів не забезпечуються тепловим насосом і потрібне додаткове джерело теплової енергії.

Для дослідження теплового стану будівлі було вибрано житловий будинок, який обігрівается системою опалення з використанням електричної

енергії і має у своєму складі, як генератор теплової енергії, тепловий насос та електричний котел.

Аналіз теплоспоживання будівлею площею 200 м², яку опалюють з використанням теплового насоса, показує, що питоме теплове навантаження системи опалення у залежності від температури повітря навколишнього середовища (від +10 °С до -10 °С) змінюється у межах від 30 до 50 Вт/м².

Таблиця 1 – Зміна COP у залежності від температури зовнішнього повітря

Температура зовнішнього середовища.	+10°	+5°	0°	-5°
Кількість діб	8	50	66	32
Розрах. COP	4,0	3,5	3,0	2,4

Відповідно до зміни температури навколишнього середовища змінюється і співвідношення між кількістю спожитої електричної енергії тепловим насосом та кількістю теплової енергії, яка забирається з навколишнього середовища, «концентрується» і надходить у опалювальну систему (COP).

Розрахунок теплоспоживання будівлею з урахуванням середньостатистичних метеорологічних умов опалювального сезону показує, що загальне споживання електричної енергії упродовж 175 діб становить 11472 кВт год.

На опалення упродовж 11 діб, коли робота теплового насоса не забезпечує теплові потреби будівлі, необхідно використовувати електрокотел з загальним споживанням електроенергії упродовж сезону у кількості 3168 кВт год.

За умови ж опалення будівлі лише з використанням електрокотла упродовж опалювального сезону споживання електроенергії становитиме 35664 кВт год/сезон.

Висновок. Порівняльний аналіз витрат електричної енергії на опалення житлової будівлі площею 200 м² з застосуванням електричного котла та теплового насоса показує переваги використання теплового насоса перед електричним котлом. Розрахунковий порівняльний коефіцієнт витрат становить 2,4 на користь теплового насоса, за умови запровадження зонних тарифів вартості електроенергії.

Список літератури:

1. Васильев Г. П. Анализ перспектив использования тепловых насосов в Украине [Електронний ресурс] // Режим доступу – <http://www.insolar.com.ua>.
2. Горшков Г. В. Тепловые насосы. Аналитический обзор // Справ. Пром. Оборудование. – 2004. - № 2. – С. 47–80.

СИСТЕМА НОРМУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У ЗАКЛАДАХ БЮДЖЕТНОЇ СФЕРИ

Мащенко К. О., студент.гр. ЕМ.м- 71; Сотник М. І., доцент СумДУ, м. Суми

Нормування споживання електричної енергії у навчальних закладах є одним з перших кроків створення ефективної системи моніторингу електроспоживання з метою зменшення бюджетних асигнувань на їх утримання. Наразі переваги віддаються автоматизованим системам прогнозування та моніторингу споживання, які виключають вплив «людського» фактору. Запропонований алгоритм побудови такої системи враховує доволі широке коло взаємопов'язаних факторів та явищ, які впливають на електроспоживання: кліматичні та погодні умови, розташування будівель за сторонами горизонту, фактичну освітленість у навчальних та допоміжних приміщеннях, графік (розклад) функціонування закладу, енергоємність систем освітлення, використання (у залежності від виду занять) енергоспоживаючого обладнання та допоміжного обладнання, необхідного для проведення підготовчих робіт у навчальному та допоміжних процесах закладу. Для визначення базових нормативів споживання електричної енергії у приміщеннях закладу має передувати енергетичне обстеження, при якому визначається установлена потужність обладнання навчальних приміщень. У залежності від технологій навчальних процесів розраховується коефіцієнт електричного завантаження $\kappa_{з.ел.}$ зазначеного обладнання, який визначається як відношення потужності фактичного споживання електроенергії на занятті P_{ϕ} (кВт) до установленої електричної потужності $P_{уст}$ (кВт) обладнання приміщення: $\kappa_{з.ел.} = P_{\phi} / P_{уст}$. Зазначений коефіцієнт має розраховуватись окремо для системи освітлення та іншого обладнання. Формування ліміту споживання електроенергії проводиться для кожного приміщення окремо на основі розкладу занять та графіку проведення підготовчих робіт до їх проведення (з визначенням приміщень та технологій проведення таких робіт). Важливою частиною розрахунку ліміту є визначення потреби у використанні системи штучного освітлення приміщень. Вона має враховуватись через застосування коефіцієнту освітленості $\kappa_{осв.}$ у залежності від рівня освітленості на робочих місцях, яка в свою чергу залежить від пори року, погодних умов, часу доби, в який проводяться заняття, чи інші роботи. При формуванні алгоритму розрахунку ліміту зазначений коефіцієнт може приймати значення 0, або 1. Споживання електричної енергії для виконання робіт за межами навчального процесу визначається окремим алгоритмом. Алгоритм прогнозування будується з використанням бази наведених показників, розкладу занять, погодних коефіцієнтів, працює у автоматичному режимі у вигляді віртуального сайту. Поточні витрати електроенергії фіксуються з використанням баз даних.

Висновок. Система дозволяє короткострокове прогнозування та контроль споживання електроенергії в автоматичному режимі та «on-line».

ВПЛИВ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ НА ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Коваленко А. Л., студ., ЕМ.м-71; Сапожніков С. В., доцент, СумДУ, м. Суми

У нашій країні склалося досить складне становище, пов'язане з проблемами теплопостачання житлових будівель. Старіння обладнання, брак коштів на заміну і ремонт генеруючих установок і теплових мереж призводять тільки до погіршення наявних умов функціонування теплопостачальних систем і поширення аварійності.

Ефективне та раціональне використання енергетичних ресурсів у галузі комунальної енергетики, а саме в системах теплопостачання, набуває великого значення, оскільки дозволяє знизити витрати на виробництво і реалізацію теплових послуг. Зниження витрат на виробництво, у свою чергу, призводить до підвищення рівня прибутковості підприємств, а також поліпшення якості наданих послуг і термінів надходження теплової енергії.

Виробництво електричної і теплової енергії на електростанціях, у котельнях приводить до досить істотного шкідливого впливу на навколишнє середовище, яке полягає у викиді в атмосферу шкідливих речовин, тепловому забрудненні навколишнього середовища, підвищенні радіоактивного фону.

Значний потенціал енергозбереження в теплопостачанні міститься в теплових мережах, в яких на сьогодні втрачається до 40% теплової енергії. Втрати теплової енергії в тепломережах залежать від багатьох факторів: якості теплової ізоляції, діаметру, довжини і якості трубопроводів, типу і способу прокладки тепломереж і ін. Визначальним фактором, який впливає на рівень теплових втрат по довжині трубопроводу, є якість теплової ізоляції, що визначає актуальність енергозберігаючих заходів, пов'язаних з використанням сучасних видів теплоізоляції трубопроводів, в першу чергу із спінених полімерних матеріалів..

Питання істотного зниження енерговитрат можуть бути вирішені, коли проблема виділяється в окрему, чітко структуровану систему, локалізується за територіальною ознакою в рамках населеного пункту, вивчається всебічно у взаємозв'язках із факторами зовнішнього середовища, з'ясовуються причини виникнення зайвих енерговитрат та їх джерела, визначаються ключові цілі й формуються конкретні чіткі рекомендації для їх досягнення.

В роботі розглядається взаємовплив енергоощадних проєктів (утеплення будівель, налагодження системи теплоспоживання, балансування стояків, впровадження індивідуальних теплових пунктів і таке інше) впроваджених у бюджетних закладах освіти м. Суми на еколого-енергетичні характеристики системи теплопостачання.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ЗАКРИТОЇ СПОРТИВНОЇ СПОРУДИ З ПОВІТРЯНОЮ СИСТЕМОЮ ОБІГРІВУ

Денисенко Т. М., студ., гр. ЕМ.м-71; Хованський С. О., доц., СумДУ, м. Суми

Україна на сьогодні має дефіцит власних енергоресурсів, а отже проблема енергозбереження є найбільш гострою, оскільки низька енергоефективність стала одним з основних чинників кризових явищ в українській економіці. У проєкті енергетичної стратегії України до 2030 р. зазначається, що енергозбереження має суттєвий вплив на енергетичну безпеку держави, оскільки неефективне внутрішнє споживання паливно-енергетичних ресурсів вимагає великих обсягів (майже 50 %) їх імпорту, що призводить до значної залежності від країн – експортерів. Разом із тим потенціал енергозбереження в Україні становить понад 45 % обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів, його реалізація дозволить здебільшого зняти гостроту проблеми зовнішньої енергетичної залежності.

Підвищення енергоефективності споруд закладів спортивної направленості вимагає використання інноваційних будівельних технологій, запровадження сучасних стандартів з енергоефективності та комплексного підходу як до проєктування нових, так і реконструкції існуючих будівель з одночасним врахуванням загального енергоспоживання всіх їх технічних систем. Тому аналіз літературних джерел щодо повітряних систем опалення будівель дозволив сформулювати мету даної роботи – підвищення ефективності використання теплової енергії закритих спортивних споруд з системою повітряного обігріву на основі аналізу їх теплових режимів. Об'єктом дослідження є термодинамічні параметри теплового стану приміщення з повітряною системою обігріву.

Дослідження теплового стану закритої спортивної споруди, що обігрівається повітряною системою опалення, проводилися у Сумському державному університеті з використанням програмного комплексу ANSYS CFX університетської ліцензії. Для проведення чисельного моделювання було побудовано тривимірну модель спортивного манежу СумДУ в САПР SolidWorks. Розрахунковою областю в даній задачі є внутрішній об'єм в приміщенні, який займає повітря. В результаті чисельного дослідження теплового стану приміщення були отримані основні параметри в розрахунковій області при виході на стаціонарний режим процесу складної тепловіддачі (тобто за досягнення максимальної і стабільної у часі температури повітря). Розроблено розрахункову модель, що дозволяє отримати інформацію про розподіл температури та швидкості руху повітря в залі легкоатлетичного манежу. Оцінено вплив роботи повітряного обігрівача при змінних параметрах витрати повітря з повітряного обігрівача, температури виходу повітря з обігрівача і змінній температурі зовнішнього середовища, та отримано рівняння для визначення оптимального режиму роботи повітряного обігрівача.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІННОГО НАПРЯМНОГО РУХУ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ НА ТЕМПЕРАТУРНІЙ СТАН ЗОВНІШНІХ СТІН БУДІВЛІ МЕТОДОМ МОДЕЛЬНОГО РОЗРАХУНКУ

Слова А. С., студ., ЕМ.м-71; Антоненко С. С., доцент, СумДУ, м. Суми

Розглядаючи зв'язок між кліматичними факторами та теплозахистом будинку, особливу увагу слід приділити впливу вітрових потоків на параметри повітря у приміщенні. При дії вітрового потоку на будівлю утворюється підвищений тиск на ту частину фасаду, яка звернена до нього. У результаті з цього боку будівлі виникає зона підвищеного тиску або вітровий підпір, при якому холодне повітря більш інтенсивно починає проникати через стіни, вікна, шви та щілини всередину житлових приміщень, значно охолоджуючи їх.

Обігнувши будівлю, вітровий потік продовжує свій рух, утворюючи з протилежного боку навітряного фасаду зону зниженого тиску або вітрового завихрення. Як наслідок виникає значний перепад тисків з двох протилежних сторін будинку, що сприяє більш інтенсивному руху повітря всередині будинку від навітряного боку до протилежного, утворюються протяги, якими виходить тепло з кімнат, що призводить до різкого збільшення тепловтрат взимку.

Для того, щоб визначити, як саме вказані фактори будуть впливати на температуру зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі, необхідно провести їх комплексний аналіз. Це надасть можливість створити план оптимального розміщення житлових та технічних приміщень у будівлі залежно від того, у якій її частині вплив вітру на внутрішню температуру є найбільшим.

Сучасні методи математичного моделювання дозволяють якісно та кількісно оцінити вказані процеси шляхом створення математичної моделі розподілу температурних полів, швидкостей та напрямків руху зовнішнього повітря. Такий аналіз можна провести за допомогою програмного продукту ANSYS. Даний програмний продукт дає змогу створити модель будинку та повітряних потоків, що його обдувають, задати параметри розрахунку, такі як напрям вітру, його швидкість, температуру тощо. Ці параметри можна змінювати для отримання різних варіантів впливу вітру.

У результаті розрахункового моделювання отримується зображення розподілу температурних полів на огорожувальних конструкціях будинку, напрямків повітряних потоків та вихрових процесів. Знаючи всі ці фактори, при будівництві можна захистити будинок від їх несприятливого впливу за допомогою різних заходів: спланувати приміщення таким чином, щоб у житлових кімнатах вікна не виходили на навітряну сторону, використовувати для зовнішніх стін матеріали, що мають малу повітропроникність та особливо ретельно ущільнити вікна та їх сполучення зі стінами.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ

Григоренко Д. І., студент; Мандрика А. С., доцент, СумДУ, м. Суми

Проблема енергозбереження в системах стиснутого повітря останніми роками є однією з найважливіших завдань, що стоять перед сучасним підприємством. В умовах ринкової економіки кожна зайва кіловат-година електроенергії лягає на собівартість продукції і призводить до зниження її конкурентоспроможності. В балансі енергоспоживання підприємства компресорних станцій досягають 25–30 %. Між тим, ефективність систем виробництва і розподілу стиснутого повітря на більшості підприємств вельми низька. Це пов'язано зі зносом повітряних мереж, невідповідністю існуючих мереж проектним, експлуатацією компресорів в неоптимальних режимах, неправильним вибором схем постачання стиснутого повітря, тощо.

Його універсальність, простота і доступність привели до поширеного помилкового уявлення, що стиснуте повітря – дешеве благо. Із ста одиниць електроенергії, які споживає двигун повітряного компресора тільки 10–20 % виконують реальну корисну дію. Останні 80 % електроенергії витрачається на нагрівання компресора і повітря. Таким чином, компресор, є електронагрівач, у якого ККД близький до 80 %, і який як побічний продукт вивільняє повітря під високим тиском. Тому питання енергетичних втрат і витрат при виробництві стиснутого повітря надзвичайно актуальні.

У процесі стиснення повітря частина витраченої енергії перетворюється в тепло. При цьому основна частина тепла розсіюється через масляну систему. При установці блока рекуперації 70 % спожитої енергії може бути повернено, наприклад у вигляді гарячої води з температурою 80 °С. При використанні цього блока загальна вартість компресорної системи може бути зменшена приблизно на 40 %.

Одним із найбільш радикальних способів вирішення цієї проблеми є децентралізація компресорної системи за допомогою багатфункціональних компресорів. Такі компресори об'єднують в одному кожусі цілу систему вироблення і підготовки стиснутого повітря. При централізованій системі подачі повітря для видалення вологи необхідно використовувати адсорбційне сушіння. Коли споживач знаходиться в тому ж приміщенні, що і компресор, можливе застосування сушіння холодильного типу. Застосування такого сушіння різко знижує енерговитрати на видалення вологи і економить місце, оскільки таке сушіння може бути реалізовано в самому компресорі.

Упровадження такого способу в компресорних системах забезпечить знижену вартість стисненого повітря та велику економію електроенергії.

Список літератури:

1. Ефективне використання енергії та енергоощадність в міському господарстві: Навч.-метод. Посіб. для слухачів курсу / А. С. Мандрика, С. С. Антоненко, О.В. Лукша; / Асоц. міст України та громад – К., 2007.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІДПРИЄМСТВ ПТАХІВНИЦТВА

Бороденко А. Р., студ., ЕМ.м-71; Сапожніков С. В., доц., СумДУ, м. Суми

В Україні широко розвинений аграрно-промисловий сектор і птахоферми це один із напрямків його функціонування. Для якого проблема підвищення рентабельності стала домінуючим питанням. Зменшення обсягів виробленої продукції і здороження палива і енергії, зумовлює зменшення конкурентоздатності сільськогосподарської продукції.

Впровадження використання альтернативного виду енергії, такого як біомаса, може добре вплинути на економічний і екологічний показники, а також, збільшити рентабельність підприємства і знизити пагубний вплив його на навколишнє середовище.

Отримання біогазу на пташиній фермі дозволить зменшити собівартість пташиної продукції, збільшити її конкурентоспроможність в порівнянні із аналогічною продукцією на ринку, дозволить значною мірою знизити пагубний вплив, що наносить підприємство навколишньому середовищу.

Біогаз можна отримати в результаті розкладання органічних сполук в анаеробних умовах. Для промислового виробництва біогазу необхідна розробка комплексної технології, в яку входять накопичувачі біомаси, метантенк (ферментатор), у якому відбувається процес бродіння, і резервуари для біогазу з системою очистки газу.

Що до продукції біогазової установки, то вона в результаті своєї роботи націлена на вирішення одразу двох базових задач:

1. Виробництво біогазу, яке дозволяє самостійно обирати необхідні ресурси для забезпечення власних потреб електроенергією, теплом і за потреби мати додатковий дохід на розвиток з продажу електроенергії за зеленим тарифом. А ще, за умов необхідної очистки, ці ресурси можна використовувати як автомобільне паливо.

2. Виробництво біодобрив. Відомо, що органічні відходи не можна одразу ж використовувати як біодобрива. Вони повинні перебродити, для того щоб мінеральні добрива звільнились від органічних зв'язків. В звичайних, природніх, умовах цей процес займає від трьох до п'яти років. При зброджуванні виділяється неприємний запах і токсичні відходи негативно впливають на людей і тварин. Биореактор, який переробляє органічні відходи в ході роботи біогазової установки, дозволяє одразу отримати високоякісні добрива. Варто зазначити, що при цьому не забруднюється навколишнє середовище и час перетворення значно швидший.

Створення біогазової установки, це найвигідніший і екологічний спосіб переробки органічних відходів.

РЕГУЛЮВАННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ, ЯК ОДИН ІЗ ОСНОВНИХ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Мандрика А. С., доцент; Григоренко Д. І., студент, СумДУ, м. Суми

Дослідження вітчизняних і закордонних фахівців показують, що в технологіях трубопровідного транспорту насоси працюють лише 9–25 % часу в режимах оптимального ККД. Таким чином, показник їх економічності практично нівелюється низькою економічністю роботи в гідросистемі. При цьому слід враховувати, що насоси споживають на свій привід від 18 до 22 % усієї електричної енергії, яка виробляється у світі [1].

Згідно зі світовими тенденціями зменшення обсягів енергоспоживання для насосного обладнання передбачається на рівні 40 %, в тому числі (за рахунок підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) насосних агрегатів (до 3 %) , узгодження параметрів гідравлічної мережі і насоса (близько 4 %), регулювання (18–20 %) і оптимізація гідравлічної системи в цілому в межах усього життєвого циклу (10–12 %) [1].

Зважаючи на вищесказане, одним із найбільш привабливих напрямів підвищення енергетичної ефективності гідравлічної системи є її регулювання. В першу чергу це стосується водопостачання, водовідведення, централізованого опалення, меліорації та ін., насосні станції яких працюють на змінних режимах у відповідності з добовими і сезонними графіками потреби води. Таке регулювання бажано виконувати з якомога меншими втратами енергії. Регулювання гідросистеми можливе різними способами. Наразі воно досягається здебільшого дроселюванням засувкою або зміною частоти обертання ротора насосного агрегата.

Однак найбільш ефективним є регулювання гідравлічної системи зміною частоти обертання насоса, для чого потрібно змінювати частоту обертання ротора двигуна. Проте цей спосіб найбільш прийнятний для електродвигунів постійного струму, парових (газових) турбінах та двигунів внутрішнього згорання. Двигуни постійного струму майже не застосовується для приводу лопатевих насосів, тому що для отримання постійного струму від загальної мережі змінного струму необхідне спеціальне обладнання, що пов'язано з додатковими витратами і ускладнює експлуатацію насосної установки. Для діючих насосних станцій енергоефективним і економічно доцільним може бути ще один спосіб регулювання, а саме: регулювання за допомогою вхідного напрямного апарата з поворотними лопатками.

Упровадження такого способу в потужних гідросистемах забезпечить велику економію електричної енергії, яка витрачається на приведення в дію насосного обладнання.

Список літератури:

1. Europump / Variable Speed Pumping. A Guide to Successful Applications // Hydraulic Institute and Europump. Published by Elsevier Ltd., 2004.

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Пороскун Д. М., студ., гр. ЕМ-31; Хованський С. О., доцент, СумДУ, м. Суми

Енергія сонячного випромінювання, яка падає на континентальну частину нашої планети, приблизно становить 27 000 10⁶ МВт. Для порівняння сукупне споживання всіх видів енергії на планеті Земля становить близько 10 10⁶ МВт. Як видно з наведених даних, тільки завдяки сонячній інсоляції людство може повністю перекривати свої потреби в енергоресурсах. Сонячний потенціал України є досить високим для широкого застосування сонячних батарей практично по всій території країни. Встановлені сонячні батареї здатні працювати як мінімум 25 років. Після закінчення цього терміну ефективність батареї знижується на 20 %, але вона може використовуватися і далі.

Сонячні батареї не мають рухомих частин, що мінімізує ймовірність поломок. Практично єдине, що необхідно для ефективного їх функціонування – це підтримання чистоти, так як надлишки снігу, пилу на панелях можуть зменшити кількість сонячного світла. При сприятливих умовах експлуатації (відсутність великих промислових підприємств в окрузі та інших джерел забруднень) досить поливати панелі зі шланга від одного до чотирьох разів на рік, а сніг прибирати в міру збільшення маси налипання.

Сонячні батареї можна встановлювати в будь-яке місце і на будь-яку площину, де є сонячне світло, не порушуючи конструкцію місця установки. Ідеально підходять відкриті ділянки місцевості чи дахи будівель, на які не лягає тінь. При цьому застосовність сонячних батарей на території України протягом року різна, і безпосередньо залежить від регіону. Так на півдні країни - це більш тривалий період з квітня по жовтень, на півночі України - це період з травня по вересень. Середній показник сонячної інсоляції на півдні становить 1 900–2 400 годин на рік, на півночі 1 070–1 400 годин на рік. Це просто означає, що в деяких регіонах буде потрібно встановити більше сонячних панелей для досягнення тієї ж вихідної потужності.

Якщо ж при будівництві сонячної електростанції буде використовуватися обладнання українського виробництва, тоді можна отримати доплату до цих ставок від 5 % до 10 %. Таке заохочення державою використання альтернативних джерел енергії дозволить також значно зменшити термін окупності вкладень в сонячну електростанцію. Таким чином, використання альтернативних джерел енергії, зокрема енергії Сонця на українських підприємствах може принести істотну економію витрат, і, як наслідок, підвищити рентабельність виробництва. Будь-яка відкрита територія або дах, яка є в розпорядженні підприємства, може стати гарною підмогою для підвищення ефективності бізнесу.

ВИХОВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНОЇ ПОВЕДІНКИ У УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ

Сухоставець Д. І., студ., гр. ЕМ.м-71; Хованський С. О., доц., СумДУ, м. Суми

В умовах загострення енергетичної та економічної кризи актуальними стали проблеми заощадження та ефективного використання енергоресурсів, які обумовлені не тільки їх обмеженими запасами у природі та світовими екологічними проблемами, а й наднормовими обсягами споживання у повсякденному житті і, відповідно, значними витратами коштів населення на оплату комунальних платежів.

Оскільки механізм енергозбереження – це не лише практичне введення в експлуатацію нових технологій, що потребують менших затрат енергії, а й активна інформаційна діяльність, спрямована на економне її витрачання, то для досягнення цілі ефективного використання енергоресурсів з орієнтацією на довготривалий період важливим є залучення молодого покоління, зокрема школярів загальноосвітніх закладів, до навчально-практичної діяльності з питань енергоощадності. Поняття «енергетичної грамотності» розглядається науковцями як інтегрована якість особистості, що включає в себе систему знань основних понять з теми енергозбереження, практичних навичок, а також переконань і ціннісних орієнтацій стосовно довкілля.

Мета дослідження полягає у визначенні та узагальненні тенденцій та змістово-методичного забезпечення процесу формування енергетично грамотної поведінки в учнів старших класів сучасної загальноосвітньої школи шляхом порівняльного аналізу рівнів їх теоретичної обізнаності та оволодіння практичними навичками з питань енергозбереження з подальшою розробкою рекомендацій щодо впровадження більш практичного підходу до освіти та виховання школярів у даній сфері.

З метою моніторингу стану сформованості енергетично грамотної поведінки виділені відповідні критерії оцінювання: когнітивно-аналітичний, діяльнісно-поведінковий та ціннісно-мотиваційний. За методи моніторингу обрано: метод тестування, метод бесіди та метод анкетування. Порівнявши рівні сформованості теоретичних знань та практичних навичок учнів було встановлено, що українські школярі характеризуються різними показниками сформованості теоретичного та практичного компонентів «енергетичної культури». Високий рівень сформованості знань учнів вказує на більш теоретичний, фактичний підхід у вітчизняній системі освіти. Отже, зміні поведінки, звичок та стилю повсякденного життя учня приділяється не достатньо уваги.

Виходячи з вищесказаного, пропонується для освіти та виховання школярів у даній сфері застосовувати неформальні методи освіти, тобто виховання ощадливого ставлення до енергоспоживання здійснювати інтерактивним способом: учень стає не об'єктом, а суб'єктом навчання та практично засвоює грамотні навички ощадного споживання енергоресурсів.

СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРА

Бондаренко М. Д., студ., ЕМ.м-7; Сапожніков С. В. доцент, СумДУ, м. Суми

Енергоефективність та енергозбереження є пріоритетними напрямками енергетичної політики більшості країн світу. Це обумовлено вичерпанням невідновлювальних паливно-енергетичних ресурсів, відсутністю реальних альтернатив їх заміни, наявністю ризиків при їх виробництві і транспортуванні.

В останній час ці чинники набувають все більшого значення у зв'язку із загальною нестабільністю у регіонах видобутку паливно-енергетичних ресурсів, напругою на паливно-ресурсних ринках та несприятливим прогнозами щодо подальшого зростання цін на енергоресурси. Розвинені країни світу, у першу чергу, країни Європейського Союзу, які вже досягли значних успіхів у вирішенні проблем енергоефективності, продовжують пошук нових джерел енергозабезпечення та розробку заходів щодо енергозбереження, що є позитивним прикладом для України.

Енергетичний менеджмент відіграє ключову роль в ефективному використанні енергії. Він є інструментом для повної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, створення управлінських впливів, а також і для оцінки того, на скільки ці впливи є ефективними.

Таким чином, енергетичний менеджмент - постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом об'єкта, який експлуатується, перевірка, ревізія, удосконалення якості енергоефективного споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Основною метою роботи є створення програми з доступним та зрозумілим інтерфейсом, завдяки якій можна буде порівнювати енергоефективні показники в різних спорудах, порівнювати графіки споживання паливно-енергетичних ресурсів за минулі роки, аналізувати вплив впроваджених енергоефективних проєктів.

Створення автоматизованого робочого місця енергоменеджера спрямоване для більш ефективного та своєчасного аналізу енергоефективного споживання паливно-енергетичних ресурсів. За допомогою цієї програми енергоменеджер зможе використовувати базу показників енергозберігаючого стану будівлі, використання паливно-енергетичних ресурсів та енергоефективних проєктів. Фахівець зможе дистанційно аналізувати стан об'єктів.

В свою чергу ці дані дадуть змогу подальшого аналізу та моделювання вирішення проблем втрати енергоресурсів, та не ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. Що в подальшому вплине на термін вирішення та зменшення матеріальних витрат.

СЕКЦІЯ «ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА»

РОБОЧИЙ ПРОЦЕС РІДИННО-ПАРОВОГО СТРУМИННОГО АПАРАТА ВИХРОВОГО ТИПУ

*Мерзляков Ю. С., асистент; Арсен'єв В. М., професор;
Павленко І. В., доцент, СумДУ, м. Суми*

Робота присвячена моделюванню робочого процесу рідинно-парового струминного апарата (РПСА) вихрового типу, який працює за принципом струминної термокомпресії. Створена інженерна методика розрахунку апарата, досліджений вплив початкових термічних і витратних параметрів та характеристик активного і пасивного потоків на ефективність процесу пароутворення у полі відцентрових сил. Це дозволило визначити зону режимних параметрів, що відповідають максимальним значенням коефіцієнта інжекції.

Математичне моделювання взаємодії скипаючої у вихровому потоці рідини та інжектованої пари здійснювалось за допомогою програмного комплексу ANSYS CFX, в основу якого закладені методи числового розв'язання рівнянь гідродинаміки; моделювання та візуалізації тривимірних течій рідин і газів у технічних об'єктах, що забезпечує обґрунтованість використання отриманих результатів.

В основу моделі робочого процесу РПСА вихрового типу покладені рівняння Нав'є-Стокса в циліндричних координатах, рівняння збереження маси, енергії, кількості руху, стану середовища і виробництва ентропії. Ці рівняння доповнюються рівняннями кінетики фазового переходу і статичного розподілу за розмірами крапель рідини, а також залежностями для розрахунку швидкості звуку у двофазному середовищі, геометрії каналу і дотичного напруження на стінці, які спільно з рівняннями обмежуючих поверхонь якісно описують розв'язання поставленої задачі. У розрахунковій моделі також враховується наявність зворотних течій, що виникають у сильно закручених потоках, та утворення вихрового шнура – області квазітвердого обертання потоку у приосьовій зоні вихрової камери.

Експериментальним шляхом встановлені закономірності впливу початкових термічних і геометричних параметрів на ефективність процесу пароутворення у вихровому потоці, що дало змогу підтвердити запропоновану модель робочого процесу рідинно-парового струминного апарата вихрового типу.

Ексергетичний аналіз енергоефективності робочого процесу РПСА вихрового типу за методикою Дж. Тсатсароніса показав, що його застосування дає змогу суттєво підвищити ефективність процесу вакуумування у широкому діапазоні робочих параметрів. Крім того, можливим є підвищення ефективності як окремих компонентів рідинно-парового струминного апарата вихрового типу, так і всієї установки.

УТОЧНЕНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГІДРОДИНАМІКИ КАПІЛЯРНОГО ПІДЙОМУ РІДИНИ

*Левченко Д. О., доцент; Павленко І. В., доцент;
Шулумей А. В., аспірант, СумДУ, м. Суми*

Капілярно-пористі матеріали широко застосовуються для створення робочої поверхні для інтенсифікації тепломасообмінних та сепараційних процесів. При цьому ефективність відповідних апаратів, що працюють, зокрема, за циклом Майсоценка, в значній мірі залежить від характеристик вологих каналів [1]. Тому розроблення достовірної математичної моделі, що описує процес капілярного підйому рідини, є актуальною науковою задачею, розв'язання якої дозволить розраховувати та проектувати більш ефективні пристрої.

У результаті проведеного аналізу наукових досліджень встановлено, що останні роботи, присвячені гідродинаміці капілярного підйому рідини використовують математичні моделі, що базуються на основному законі динаміки з урахуванням виразів для складових сил поверхневого натягу, гідростатичних сил і сил тертя [2]. Однак, ці рівняння не враховують зміну з часом маси водяного стовпа та стосуються виключно ламінарного режиму руху рідини.

У даній роботі розроблено уточнену математичну модель динаміки капілярного підйому рідини зі складовою, що враховує зміну маси стовпа рідини з часом, а також різні режими руху. Такий підхід важливий з огляду на те, що режим течії може змінюватись при використанні методів інтенсифікації процесів капілярного підйому, у тому числі для досягнення ультразвукового капілярного ефекту. Дослідження цього ефекту неможливе без доповнення уточненої математичної моделі відповідною гармонічною складовою. Таким чином, розроблена математична модель має перспективи застосування для аналізу гідродинаміки капілярного підйому рідини за наявності періодичної зовнішньої дії.

Перевірка достовірності запропонованої математичної моделі можлива шляхом проведення експериментальних досліджень на перспективних капілярно-пористих матеріалах для їх подальшого застосування в тепломасообмінних апаратах, у тому числі тих, що працюють за циклом Майсоценка.

Список літератури:

1 Miyazaki, T., Akisawa, A., Nikai, I. (2011). The cooling performance of a building integrated evaporative cooling system driven by solar energy. *Energy and Buildings*, Vol.43, pp. 2211–2218.

2 Боев Ю. А. Численное исследование динамики капиллярного подъема жидкости / Ю. А. Боев, С. М. Сафьянц, А. Д. Качковский. – Иваново : Научный мир, 2012. – С. 53–61.

ПРОЕКТУВАННЯ РЕЗОНАНСНИХ ЧАСТОТ КОЛИВАНЬ РОТАЦІЙНОГО КОМПРЕССОРА З РОТОРОМ, ЩО КОТИТЬСЯ, В СЕРЕДОВИЩІ ANSYS

*Левченко Д. О., доцент; Литвинов В. А., студент;
Маренич М. М., студент, СумДУ, м. Суми*

Ротаційні компресори широко застосовуються для створення тиску в холодильній техніці. При цьому ефективність відповідних апаратів в значній мірі залежить від характеристик частот коливань при яких вони працюють. Тому розроблення достовірної моделі, що описує процес роботи є актуальною науковою задачею, розв'язання якої дозволить розраховувати та проектувати більш ефективні пристрої.

У даній роботі розроблено уточнене моделювання в середовищі Ansys, резонансних частот коливань компресора. Такий підхід розрахунку важливий з огляду на те, що режим роботи компресора може змінюватись при використанні різних частот обертання ротора а також при використанні різних робочих речовин. Таким чином, розроблене моделювання має перспективи застосування для аналізу роботи ротаційного компресора з ротором що котиться(РККР) як в звичайному середовищі так і при роботі з Фреонами.

Перевірка достовірності запропонованого моделювання можлива шляхом проведення експериментальних досліджень на РККР, у тому числі тих, що працюють в рамках холодильної машини.

Список літератури:

1. Быков А. В. Холодильные компрессоры / А. В. Быков, А. А. Гоголин. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981 – 281 с.

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧИХ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ, ЩО РЕАЛІЗОВАНІ ЗА ЦИКЛОМ ЧИСТЯКОВА-ПЛОТНІКОВА

*Спорши О. О., студент; Мелейчук С. С., доцент;
Арсеньєв В. М., професор, СумДУ, м. Суми*

За останніми статистичними даними третина світової енергії використовується для опалення та гарячого водопостачання. Питання, що вирішується в теперішній час є енергозбереження. При цьому реалізуються дві мети – збереження невідновлюваних енергоресурсів і скорочення шкідливих викидів в атмосферу продуктів згорання, що є зокрема, основним фактором глобального потепління. Одним із найважливіших напрямків вирішення вказаної проблеми є використання енергозберігаючих технологій на основі використання теплових насосів.

Найбільш перспективними в цьому напрямку на рівні з парокомпресійними тепловими насосами є тепловикористовуючі. Реальним втіленням тепловикористовуючого теплового насосу як понижуючого термотрансформатора є поєднання компресорного теплового насосу и теплового двигуна, при умові передачі всієї механічної роботи, що виробляється тепловим двигуном на привід компресора та використання єдиної робочої речовини. Схемне представлення даного поєднання реалізовано у циклі Чистякова-Плотнікова. Особливість даного циклу полягає у тому, що вперше реалізовано сумісне використання єдиної робочої речовини HFC- та HCFC-типу, що дозволило знизити температурний рівень джерела високопотенційної енергії. Підвищити коефіцієнт перетворення (COP) та ексергетичнийк.к.д. теплового насоса за даним циклом можна за рахунок введення системи регенерації тепла як всередині кожного контуру, так і між контурами. У роботі представлено порівняльний аналіз параметрів енергоефективності COP циклу Чистякова-Плотнікова на різних робочих речовинах та при різних температурних рівнях джерела енергії.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В ТРЁХСТУПЕНЧАТОЙ СЕКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ САЙКЛИНГ-ПРОЦЕССА

Бондаренко Г. А., профессор; Яценко А. А., студент, СумГУ, г. Сумы

В работе была создана и верифицирована математическая модель проточной части 3-х ступенчатой секции центробежного компрессора высокого давления как сложного технического объекта с многоуровневой структурой. Решение задач проводилось на III и IV уровнях. Для чего была создана математическая модель базовой ступени и ступеней в составе 3-х ступенчатой секции.

Верификация модели осуществлялась путём сравнения результатов, полученных при расчёте математической модели с результатами расчёта по РПЗ выполненным предприятием ВНИИкомпресормаш.

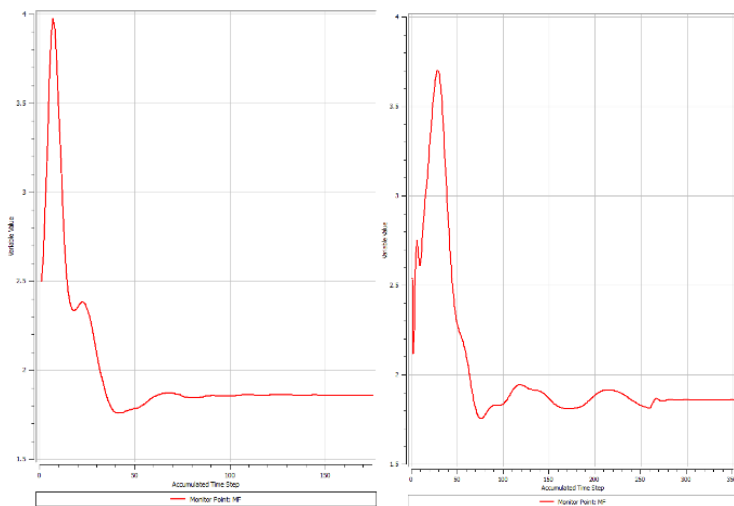


Рисунок 1 – Графики сходимости математических моделей базовой ступени и секции

Результаты показали, что для создания корректных математических моделей малорасходных ступеней необходимо решить принципиальные вопросы моделирования: уточнение модели турбулентности вязкого потока, учесть влияние перетечек и дискового трения. Предложенная математическая модель апробирована на основе данных реального объекта, компрессора 16-ГЦ22, и может служить основой для комплексного моделирования.

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛНОГО ДАВЛЕНИЯ ВДОЛЬ ТРУБЫ ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ АДИАБАТНОМ ТЕЧЕНИИ ГАЗА

*Ванеев С. М., доцент; Родимченко Т. С., студент;
Алешин Е. С., студент, СумГУ, г. Сумы*

В работе исследовано влияние коэффициента трения в диапазоне $\xi=0,012-0,022$ на изменение коэффициента восстановления полного давления σ вдоль трубы при сверхзвуковой скорости на входе в трубу и адиабатном течении воздуха в трубе длиной $L=150$ мм, диаметром $D_{тр}=5$ мм и приведенной скорости на входе $\lambda_1=1,7$. При этих условиях приведенная длина трубы больше критической ($\chi > \chi_{кр}$), что обеспечивает, при соответствующем располагаемом отношении давлений, расположение скачка уплотнения внутри трубы.

На рис. 1 показано влияние коэффициента трения ξ и относительной длины трубы на коэффициент восстановления полного давления σ при располагаемом отношении давлений $P_0=3,0$ и приведенной скорости на входе в трубу $\lambda_1=1,7$. Диапазон изменения коэффициента трения соответствует диапазону изменения этого коэффициента при подобном течении в цилиндрических трубах. Из рисунка видно, что с увеличением коэффициента трения при прочих равных условиях скачок уплотнения смещается к входному сечению трубы. При этом суммарные потери полного давления в трубе остаются неизменными, но происходит перераспределение потерь полного давления между потерями на скачке уплотнения и потерями на трение по длине трубы. Приведенная длина трубы с уменьшением коэффициента трения уменьшается (рис. 2) Анализ зависимостей, показанных на рис. 1, позволяет получить зависимость относительного расстояния от входа в трубу до скачка уплотнения $L_{ск}/D_{тр}$ от коэффициента трения ξ (рис. 3).

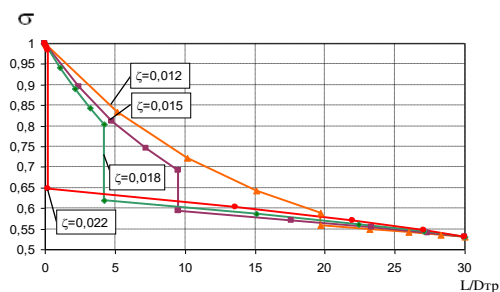


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента восстановления полного давления от относительной длины цилиндрической трубы и коэффициента трения при $\lambda_1=1,7$ и $P_0=3,0$.

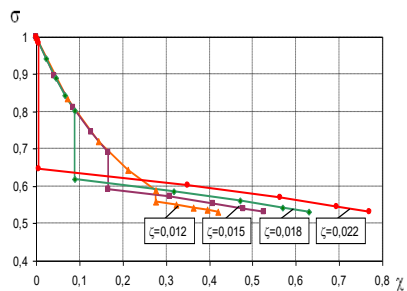


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента восстановления полного давления от приведенной длины цилиндрической трубы и коэффициента трения, при $\lambda_1=1,7$ и $\Pi_0=3,0$.

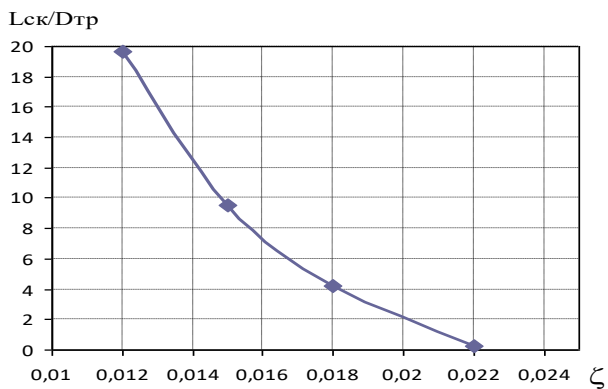


Рисунок 3 – Зависимость относительного расстояния от входа в трубу до скачка уплотнения от коэффициента трения.

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ПЛАСТИН НА ОБ'ЄМНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОТАЦІЙНОЇ ПЛАСТИНЧАТОЇ МАШИНИ

Вертепов Ю. М., доцент; Рапута М. В., студент, СумДУ, м. Суми

Пластинчасті ротаційні машини знайшли широке застосування на пересувних компресорних станціях завдяки своїй врівноваженості і надійності в експлуатації в зв'язку з відсутністю клапанів, а також простоті обслуговування і виготовлення. Крім того, їм не потрібен ресивер в зв'язку з рівномірністю подачі робочого тіла.

Чим більше число пластин, тим рівномірніше подача газу, а шум, створюваний машиною, більш високочастотний. Зі збільшенням числа пластин z також зменшуються внутрішні перетікання газу і різниця тисків Δp між сусідніми комірками, що збільшує продуктивність машини і зменшує навантаження на виступаючу з ротора частину пластин від перепаду тисків Δp , а машина стає більш урівноваженою.

З іншого боку, зменшується сумарна геометрична площа робочих комірок через захаращення її пластинами, збільшується потужність на тертя пластин об корпус і в пазах ротора, збільшується знос внутрішньої стінки корпусу, а також трудомісткість виготовлення пазів в роторі.

Зі зменшенням числа пластин захаращення робочих комірок пластинами зменшується, зменшується потужність на тертя пластин об корпус і в пазах ротора, зменшується знос внутрішньої стінки корпусу, машина стає менш врівноваженою, подача газу не така рівномірна, навантаження на виступаючі з ротора частини пластин підвищується, як і їх знос, зменшуючи термін служби пластин.

Таким чином, існує оптимальне число пластин Z_{opt} , при якому енергетичні та об'ємні характеристики машини стануть найбільш оптимальними. Як правило, величина Z_{opt} визначається експериментально, що вимагає великих витрат ресурсів і часу на дослідження і доведення машини в умовах її виробництва.

У роботі вирішується завдання визначення оптимального числа пластин пластинчастої ротаційної машини, при якому сумарна геометрична площа комірок насоса з урахуванням товщини пластин буде найбільшою, що відповідає максимуму теоретичної продуктивності машини. Завдання вирішується шляхом аналізу залежності геометричної площі робочих комірок F_n^{rs} від числа пластин z .

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ СТЕНКИ НА РАСХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПНЕВМОАГРЕГАТОВ

Бага В. Н., ст. преподаватель; Панута М. В., студент, СумГУ, г. Сумы

В данной работе проводились численные исследования с использованием гидродинамического программного комплекса FlowVision для расчета течения в каналах различных форм. Исследовалось течение в трубе с внутренним диаметром $d=20$ мм, конфузоре, диффузоре, сопле Лавала, узких осевых зазорах и лабиринтном уплотнении. Исследования проводились с переменными значениями режимных и геометрических параметров при различных значениях шероховатости поверхности.

Цель исследования – показать значимость влияния шероховатости поверхности на характеристики пневмоагрегатов.

Предметом исследования есть влияние шероховатости поверхности на формирование пограничных слоев и структуры течения исследуемых моделей. Верификация полученных данных выполнялась путем сравнения с результатами экспериментального исследования. Рабочая среда – воздух, природный газ, аммиак, гелий, углекислота.

При исследовании процессов в проточных частях агрегатов влиянием шероховатости обычно пренебрегают. Однако существует ряд задач, для которых это влияние достаточно существенно. Одной из таких задач есть исследование влияния шероховатости на величину протекания через внутренние уплотнения проточной части центробежного компрессора. Методология физического моделирования лабиринтного уплотнения не разработана до сих пор. До сих пор не полученный ответ на вопрос о возможностях использования результатов исследований уплотнений полученных на упрощенных моделях с гидравлически гладкими стенками применительно к реальным, работающим на высоких давлениях.

По результатам полученных численных и экспериментальных данных выполнена численная оценка влияния шероховатости поверхности на величину расхода. В данной работе показана значимость данного влияния и, как результат, предложены варианты повышения эффективности работы уплотнительных устройств за счет варьирования степени гладкости поверхности по их длине. Показано влияние физических свойств газов на формирование пограничных слоев.

Получены визуализации течения, эпюры скоростей, распределение параметров потока в пристеночной области исследуемых объектов, развертки параметров в пристеночной зоне кольцевых моделей.

**СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ
(ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА)»**

ТУРБОГЕНЕРАТОР ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ НА БАЗЕ ВИХРЕВОЙ РАСШИРИТЕЛЬНОЙ ТУРБОМАШИНЫ

Ванев С. М., доцент; Смоленко Д. В., студент, СумГУ, г. Сумы

Украина имеет одну из наиболее энергозатратных экономик в мире и всё ещё не удовлетворяет свои внутренние потребности в энергии. Большое количество эксергии сжатых газов и паров теряется на редукторах, регуляторах давления на газораспределительных станциях и пунктах, при подаче топливного газа на газотурбинные двигатели, в различных технологических процессах в разных отраслях промышленности, в коммунально-бытовом хозяйстве и т.п. Снизить потери и повысить коэффициент полезного использования энергоресурсов можно путём использования энергосберегающей турбогенераторной установки вместо срабатывания перепада давления на дросселирующем органе.

Наиболее перспективным является создание турбогенераторов малой мощности (до 500 кВт) на базе вихревых расширительных турбомашин (ВРТМ), которые имеют ряд преимуществ перед осевыми и центробежными турбинами: простота конструкции, технологичность и, как результат, низкая себестоимость изготовления; значительно более низкая частота вращения ротора ВРТМ, по сравнению с классическими турбинами, что часто позволяет отказаться от применения понижающих редукторов при конструировании приводов различных механизмов и агрегатов, значительно снизить стоимость, повысить надежность машины и сократить расходы на обслуживание. Срок окупаемости ВРТМ и агрегатов на ее основе равен 1–2 годам.

В данной работе были выполнены расчеты турбогенераторов на базе вихревой расширительной турбомашин для собственных нужд газораспределительных станций с пропускной способностью 5 000 $\text{м}^3/\text{час}$, 10 000 $\text{м}^3/\text{час}$ и 30 000 $\text{м}^3/\text{час}$. Исходные данные: давление на входе в ВРТМ $p_{\text{вх}}=2,5$ МПа, температура на входе в ВРТМ $T_{\text{вх}}=278$ К, мощности электрогенераторов $N_{\text{ТГ}}=5; 10; 20$ кВт, давления на выходе ВРТМ $p_{\text{вых}}=0,3; 0,6; 1,2$ МПа.

Для проведения расчётов была составлена программа на базе Microsoft Excel. Для всех девяти вариантов расчета определены газодинамические и геометрические параметры ВРТМ, построены графики зависимости приведённой окружной скорости, температуры на выходе, частоты вращения, наружного диаметра рабочего колеса от давления на выходе.

По результатам проведённого анализа полученных результатов расчётов для одного из вариантов был подобран взрывобезопасный асинхронный электрогенератор, выполнены чертежи рабочего колеса вихревой расширительной турбомашин и сборочный чертёж турбогенератора в обечайке.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА И МОЩНОСТИ НА ВАЛУ ВИХРЕВОЙ РАСШИРИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Ванев С. М., доц.; Мирошниченко Д. В., научный сотрудник, СумГУ, г. Сумы

Необходимость измерения мощности, передаваемой вращающимся валом, привело к необходимости применений устройств для измерения крутящего момента и частоты вращения валов. Повышение точности измерения эффективной мощности на валу позволяет более точно определять к. п. д. установок, улучшает качество эксперимента и тем самым позволяет выявлять влияние малозаметных факторов на экономичность силовых установок. Особое значение приобретает измерение мощности на высокоскоростных установках, где в ряде случаев обычные системы измерения либо непригодны, либо имеют невысокую точность.

Обеспечение устойчивой и продолжительной работы в некоторых механизмах требует поддержания их нагрузки на заданном уровне. В системах автоматического регулирования для определения нагрузки применяются торсионметрические приборы [1]. Для измерения крутящего момента, действующего на торсионный вал, использовался тензометрический метод. Для измерения частоты вращения вала использовался индукционный датчик.

В работе представлены результаты разработки измерительной системы для измерения мощности на валу вихревой расширительной машины с выводом и обработкой информации на компьютере.

Список литературы:

1. Фролов Л. Б. Измерение крутящего момента / Л. Б. Фролов. – М. : Энергия, 1967. – 120 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ВИХРОВОЇ РОЗШИРЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ З БІЧНИМ КАНАЛОМ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ANSYS

Ванєєв С. М., доцент; Бондар А. В., аспірант, СумДУ, м. Суми

Вихрові розширювальні машини мають великий потенціал для застосування в різних пневматичних пристроях. Попередні дослідження вихрових машин показали можливість значного підвищення ККД у вихровій розширювальній машині з периферійним каналом за рахунок сопла, певним чином орієнтованого щодо лопаток робочого колеса [1], і високі значення ККД вихрових гідравлічних турбін з бічним каналом [2]. Тому представляється доцільним дослідити вихрові розширювальні машини з бічним каналом при роботі на стисливих середовищах.

З метою дослідження робочого процесу вихрової розширювальної машини з бічним каналом, була створена 3D-модель проточної частини та проведений числовий експеримент в програмному комплексі ANSYS. Геометричні та режимні параметри для моделі та експерименту були взяті з роботи [1]. Методика дослідження була взята з [6].

Були проаналізовані дані візуалізації потоку і розподілу повної температури потоку по довжині проточної частини вихрової розширювальної машини. При проведенні експерименту в стаціонарній постановці, на всіх режимах спостерігалися високі значення абсолютних нев'язок. Проте всі вони локалізовані в районі відсікача, що свідчить про складний та невизначений характер течії у цьому районі проточної частини. При проведенні експерименту в нестаціонарній постановці, на всіх режимах не було знайдено рішень.

Список літератури:

1. Ванєєв С. М. Разработка и исследование вихрового пневмопривода с внешним периферийным каналом и сопловым аппаратом : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.06 / С. М. Ванєєв. – М., 1986. – 183 с.
2. Байбаков О. В. Вихревые гидравлические машины. – М. : Машиностроение, 1981. – 197 с.
3. Ванєєв С. М. Исследование вихревой расширительной машины с внешним периферийным каналом с помощью виртуального стенда / С. М. Ванєєв, Д. В. Мирошниченко // Журнал инженерных наук. – 2015. – Т. 2, № 2. – С. В1–В12.

РОЗРАХУНКИ ВИХРОВИХ КОМПРЕСОРИВ

*Ванєєв С. М., доцент; Беява К. Р., студентка;
Чепуренко І. О., студент, СумДУ, м. Суми*

Вихрові компресори за принципом перетворення енергії відносяться до машин динамічного принципу дії. Вони застосовуються при умовному коефіцієнті витрати $\Phi_0 < 0,02$ і мають коефіцієнт адіабатного напору на номінальному режимі 2-5 і більше, в той час як для відцентрового ступеня він менше 1. Максимальна ефективність вихрових компресорів досягається при значно менших частотах обертання і кутових швидкостях, ніж у відцентрових компресорах, тому часто робоче колесо вихрового компресора може бути встановлено безпосередньо на валу електродвигуна.

Особливістю робочого процесу вихрового компресора є перенесення частини робочого тіла через відсікачз виходу до входу ступеня, що призводить (особливо під час роботи стиснутого середовища) до додаткових втрат енергії і економічності машини внаслідок змішування потоку, який надходить через вхідний патрубок, з потоком газу, який переноситься через відсікач.

Розрахунок був необхідним для визначення геометричних розмірів компресору для заданих вихідних даних:

- 1-й варіант - продуктивність $V=5 \text{ м}^3/\text{хв}$, тиск всмоктування $p_0=100$ кПа, тиск нагнітання $p_k=120$ кПа; температура початкова $T_0=313$ К; частота обертання ротора приводу $n=2950$ об/мин;

- 2-й варіант - $V=4 \text{ м}^3/\text{хв}$, $p_0=100$ кПа, $p_k=117$ кПа; $T_0=293$ К, $n=2950$ об/мин.

По алгоритму були виконані розрахунки для оптимальних режимів роботи компресорів. Получено зовнішній діаметр робочого колеса D_2 більше 0,5 м.

Для мінімізації матеріальних витрат, зменшуємо габарити компресоріві проводимо аналогічні розрахунки для коліс з зовнішнім діаметром робочого колеса рівним 0,4; 0,45 и 0,5 м.

Проаналізував таблиці та графіки результатів розрахунків зробили висновок: для подальшого проектування для 1-го варіанта рекомендується робоче колесо діаметром $D_2=0,45$ м, а для 2-го варіанта – $D_2=0,4$ м оскільки при даних діаметрах масогабаритні показники на 26 % менше, а адіабатний ККД на 19–20 % менше, чим при D_2 на оптимальному режимі роботи.

Геометричний комплекс для вихрових компресорів K_g змінюється в діапазоні від 0,02 до 0,06. При цьому рекомендується: $K_g=0,02-0,04$ – для одноканальної (односторонньої) проточної частини, $K_g = 0,04-0,06$ – для двоканальної (двосторонньої) проточної частини.

При діаметрах $D_2=0,45$ м для 1-го варіанта і $D_2=0,4$ м для 2-го варіанта можливо виконання двоканальної проточної частини, що дозволяє розвантажити компресор від осьових сил.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРУЙНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ

Ванев С. М., доцент; Алёшин Е. С., студент, СумГУ, г. Сумы

Широкомасштабное внедрение турбодетандерных утилизационных систем на средних и малых газораспределительных станциях и пунктах в газовой промышленности, на узлах дросселирования газов и паров в химической и других отраслях промышленности представляется возможным лишь на основе решений, которые обеспечивают быструю и дешевую реконструкцию существующих дросселирующих систем, причем со сроком окупаемости не более 1-2 года. Эту задачу можно решить путем применения турбодетандерных агрегатов (ТДА) малой и средней единичной мощности (50 ... 500 кВт), простых и компактных по конструкции, обеспечивающих возможность их установки непосредственно вместо клапанов-регуляторов прямого действия или параллельно с ними. Из таких простых ТДА, освоение которых возможно обычным производством, можно будет гибко набирать также ТДА большой мощности, что составит здоровую конкуренцию турбодетандерным установкам большой единичной мощности. Сутью данного направления является использование для малых ТДА в качестве турбодетандера безлопаточной струйно-реактивной турбины (СРТ) в диапазоне мощностей от 50 до 500...700 кВт.

В данной работе был выполнен расчет СРТ с исходными данными:

- диаметр выходного сечения питающего сопла - 5,2 мм;
- диаметр рабочего колеса по центру тяговых сопел - 200 мм.

С целью исследования задавались различные значения:

- диаметра критического сечения питающего сопла ($d_{кр.п}$) - 3,5 мм; 4,0 мм; 4,5 мм; 5,2 мм; 5,5 мм; 6,0 мм; 6,5 мм;
- площади выходного сечения(среза) тягового сопла ($f_{ср.т}$), соответствующие ряду: 26,28 мм²; 30,28 мм²; 34,28 мм².

В работе был выполнен анализ конструкторской документации на опытный образец СРТ, разработана 3D-модель изделия, а также выполнена модернизация конструкции СРТ с помощью CAD/CAM/CAE-системы PTC Creo. Выбраны диапазоны изменения основных геометрических параметров СРТ и разработаны твердотельные модели ступеней СРТ для проведения вычислительного эксперимента.

Получены зависимости пускового момента и удельного пускового момента на валу ротора СРТ от диаметра критического сечения питающего сопла при постоянной величине площади среза тягового сопла, а также от площади выходного сечения тягового сопла при постоянном диаметре критического сечения питающего сопла.

Получена зависимость удельного пускового момента на валу ротора СРТ от отношения площади выходного сечения тягового сопла к площади критического сечения питающего сопла.

ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛОВІДДАЧІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВИПАРНИХ ЕФЕКТІВ

Козін В. М., старший викладач; Данілов В. Ю., студент, СумДУ, м. Суми

Проблема інтенсифікації тепловіддачі тісно пов'язана із покращенням таких техніко-економічних показників теплообмінного обладнання як компактність та металоємність. У даний час класичним способом підвищення тепловіддачі є використання різноманітних турбулізаторів потоку, які мають розвинену площу теплообмінної поверхні. До них належить лите, накатне, насадне і приварне оребрення різних форм та профілів. Використання оребрення дозволяє покращити тепловіддачу до 15 разів. Однак існують й інші методи підвищення інтенсивності тепловіддачі, які можуть суміщатися із застосуванням оребрення. Вони засновані на випарних ефектах та природній нерівноважності процесів атмосферного повітря, яка може бути оцінена психрометричною різницею температур. Цей параметр є енергетичним ресурсом, що може спричиняти процеси тепло- та масообміну.

При використанні класичного зволоження повітря за допомогою дрібного розпилення вологи у повітряний потік за аналогією з форсуночною камерою системи кондиціонування, може бути досягнуто охолодження потоку впритул до температури мокрого термометра. У спекотних та сухих регіонах Землі психрометрична різниця може досягати 20–25 °С. Причому зменшення відносної вологості та зростання температури за сухим термометром не погіршує тепловіддачу, як у класичних рекуперативних апаратах, а навпаки сприяє покращенню ефективності випарного охолодження, однак пов'язана із додатковою безповоротною втратою води.

Наступний етап розвитку у використанні випарного охолодження пов'язаний із використанням комбінованих систем, створених сухим і мокрим каналами. Охолодження потоку газу (повітря) пов'язане із його контактом зі стінкою, яка охолоджується за рахунок випаровування вологи з протилежної її поверхні при проходженні іншої частини атмосферного повітря через паралельний вологий канал. Причому повітря, яке проходить через вологий канал спочатку охолоджується, а потім зволожується. Кінцева температура охолоджуваного у сухому каналі повітря наближається до температури точки роси, яка може бути значно меншою від температури мокрого термометра. На цьому заснована робота апаратів, що працюють на М-циклі, тобто циклі Майсоценко. Розрахунок таких апаратів з подальшим виходом на необхідну площу поверхні тепломасообміну та необхідною кількістю живильної води, яку необхідно подавати на випаровування, пов'язане із сумісним розв'язанням задач тепло- та масообміну, що може бути вирішене декількома методами. Серед найпоширеніших можна виділити тепломасообмінну аналогію Льюїса-Семенова, а також метод використання модифікованих масообмінних критеріїв, однак всі вони потребують додаткового аналізу та експериментальної перевірки.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГТУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ М-ЦИКЛУ

Козін В. М., старший викладач; Ємельяненко А. Л., студент, СумДУ, м. Суми

Газотурбінні установки (ГТУ) знайшли широке застосування у стаціонарному виконанні переважно як пікові виробники електричної енергії та механічної енергії для приводу компресорів газотранспортної системи, а також у транспортному виконанні як судові двигуни. Частка вироблення енергії ГТУ весь час зростає, що пов'язано з їх високою надійністю, простотою конструкції, можливістю стабільної і ефективної роботи у широкому діапазоні навантажень, меншою металоємністю порівняно паротурбінними установками тієї самої потужності. Однак ГТУ має також ряд недоліків, серед яких одним з головних є її порівняно низька ефективність, яка досягає 25 – 35 %. Обмеження по ефективності простого циклу, у першу чергу, пов'язані із відсутністю матеріалів, які б дозволяли тривало витримувати вплив високих температур продуктів згоряння.

Серед сучасних методів, які застосовуються з метою підвищення ефективності ГТУ, треба виділити застосування внутрішньої регенерації тепла та комбінованих парогазових циклів, що дозволяє підвищити ефективність перетворення енергії до 38 – 43 %. Необхідно відзначити, що кращі показники стосуються газотурбінних установок, які мають примусове впорскування пари у камеру згоряння і регенерацію тепла. Таке виконання не тільки покращує ефективність циклу, але й впливає на зменшення викидів оксидів азоту NO_x в атмосферу в три-чотири рази. Отже, ефективність циклу ГТУ у класичному виконанні, як і будь-якого циклу, що є похідним від прямого циклу Карно, обмежується температурою навколишнього середовища з боку джерела низької температури та максимально допустимою температурою для матеріалів, що використовуються в установці, з боку джерела високої температури. З урахуванням того, що на даний момент верхня межа температур обмежена для існуючих матеріалів величиною близько 1000 °С, а на нижню межу людина практично не може впливати, то можна зробити висновок, що без кардинального перегляду механізмів і процесів, що утворюють енергетичний цикл, подальше зростання ефективності приречене на зупинку.

Вирішення описаної вище проблеми підвищення ефективності силових енергетичних циклів пов'язане із використанням природної нерівноважності атмосферного повітря у формі різниці температур сухого та мокрого термометра, що лягло в основу циклу Майсоценко, або М-циклу. Прикладно до ГТУ, використання М-циклу полягає у охолодженні атмосферного повітря на всмоктуванні в компресор та підігрівання суміщене зі зволоженням повітря перед камерою згоряння за рахунок утилізації тепла і вологи продуктів згоряння після детандера. За попередніми оцінками використання М-циклу дозволить підвищити ефективність циклу ГТУ до 58 %.

УСТАНОВКА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ПОЧАТКОВИМ ТИСКОМ 0,3 МПа

Калінкевич М. В., професор; Савченко С. Л., студент, СумДУ, м. Суми

Зріджений природний газ (ЗПГ, англ. LNG - liquefied natural gas) - природний газ (переважно метан, CH_4), штучно зріджений шляхом охолодження до -160°C для зручності зберігання або транспортування.

ЗПГ розглядається як пріоритетна або важлива технологія імпорту природного газу цілою низкою країн, включаючи Францію, Бельгію, Іспанію, Південну Корею і США. Найбільший споживач ЗПГ - це Японія, де практично 100% потреб газу покривається імпортом ЗПГ.

ЗПГ отримують з природного газу шляхом стиснення з подальшим охолодженням. При зріджуванні природний газ зменшується в об'ємі приблизно в 600 разів.

Розроблена схема установки для зрідження природного газу для родовищ з низьким тиском газу. Виконані розрахунки параметрів в характерних точках циклу.

Виконані розрахунки показують, що для зрідження природного газу для заданих умов потрібні: компресор, який стискає газ від 3 бар до 22,5 бар; двадетандерно-компресорних агрегати (ДКА), три апарати повітряного охолодження (АВО), комбінований багатопотоковий теплообмінний апарат. Також потрібен азотний цикл, який забезпечує відбір теплоти. Обладнання для цього циклу включає в себе один детандерно-компресорний агрегат (ДКА), двопотоковий теплообмінний апарат (ТО), два апарати повітряного охолодження (АВО) і компресор.

Розрахунок параметрів в характерних точках циклу азоту і природного газу здійснюється за допомогою програми Proj.

Для варіантного розрахунку азотного компресору використовується комп'ютерна програма для термогазодинамічних розрахунків компресора VDC.

Виконані варіантні розрахунки показали, що на задані параметри найкращим варіантом буде одновальний, триступеневий, двопотоковий відцентровий компресор.

ОХОЛОДЖУВАЧ ДЛЯ ДОЖИМНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

Прокопов М. Г., ст. викладач; Плоский М. Ю., студент, СумДУ, м. Суми

Апарат повітряного охолодження призначений для зниження температури газів або різних рідин. При стисненні повітря і газів в компресорі, виділяється велика кількість тепла. Якщо це тепло буде відноситися зі стиснутим газом, то буде відбуватися адіабатичний процес стиснення. Для такого процесу потрібно виконати більшу роботу, ніж при ізотермічному чи політропному стисненні. Тому для того, щоб зробити компресор більш економічним, передбачають примусове охолодження. В одноступеневих компресорах роблять охолодження циліндрів компресора, в багатоступеневих, крім того, охолоджують газ в проміжних холодильниках. Часто після компресора встановлюють кінцеві холодильники.

Стиснений газ охолоджується повітрям у холодильниках, розташованих між ступенями компресора. Використовують різні типи між ступеневих холодильників - багатотрубні, ребристі, змійовикові, типу «труба в трубі», зрощувальні і інші. Апарати повітряного охолодження складаються з трьох основних елементів: батарея теплообмінника, вентилятор, двигун вентилятора.

Зазвичай батарея складається з мідних, алюмінієвих або сталених трубок діаметром від 6 до 19 мм з пластинами. При виборі матеріалу трубок враховують багато факторів, зокрема: легкість обробки, втрата напору в контурі холодильного агента, втрата напору повітря і інше. В даний час частіше використовують трубки малих діаметрів. Пластини в більшості випадків виконуються з алюмінію, хоча іноді бувають і з міді. Самими розповсюдженими формами пластин є:

- спіральні пластини;
- плоскі пластини пакетом.

Повітря, що надходить для охолодження батареї апарата повітряного охолодження, нагнітається вентилятором (або декількома вентиляторами), який може бути осьовим або центробіжним і зазвичай встановлюється з відповідним двигуном, щоб створювати всмоктування повітряного потоку через батарею. Осьовий вентилятор більш підходить для апаратів повітряного охолодження з малою втратою тиску повітряного потоку, враховуючи необхідність забезпечення великої витрати повітря. Часто проводиться установка двох вентиляторів на валу одного двигуна.

У роботі розглядається порядок розрахунку апарату повітряного охолодження, проводяться тепловий та гідравлічний розрахунки, розраховується ефективність теплообмінного апарату.

ЗМІСТ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ	5
СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ»	33
Підвищення якості поверхонь отворів гільз циліндрів шляхом вдосконалення оздоблювальних методів обробки	34
Шляхи зниження шорсткості виконавчих поверхонь гвинтів кульових кранів на оздоблювальному етапі їх обробки	36
Допоміжні опори верстатних пристроїв для встановлення нежорстких заготовок	37
Пути обеспечения различной ширины обработки в АФГ с торцовыми фрезами	38
Про вибір критерію оптимальності під час розв'язання задач технологічного проектування	39
Особливості моделювання профілю поверхні оброблюваної методами поверхневого пластичного деформування	40
Важливість практичної частини підготовки студентів інженерних спеціальностей	42
Обзор современных методов пятиосевой обработки на фрезерных станках с чпу деталей сложных форм типа моноколесо из монолитной заготовки	43
Порівняння економічного ефекту способів обробки круглої внутрішньої різи	44
Вдосконалення технологічної підготовки виробництва шляхом автоматизації проектування верстатних пристроїв	45
Ефективне розбирання та складання обладнання як основа модульного підходу в машинобудуванні	46
СЕКЦІЯ «ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ»	48
Використання CFD/CAM систем для розробки керуючих програм для верстатів з ЧПК	49
Залежність температури від параметрів режиму різання при свердлінні	50
Методика оцінювання динамічного стану системи різання шляхом визначення геометричних параметрів якості обробленої поверхні	51
Використання гріндера під час виготовлення різального інструмента	53
Дослідження резонансних частот вертикально-фрезерного верстата	54
Дослідження робочого простору верстатів з паралельною кінематикою	55
Вибір середовища розробника додатків для тестового контролю знань на мобільних пристроях	56

Исследование собственных частот колебаний металлорежущих станков	57
Дослідження жорсткості гравіювально-фрезерного верстата з поворотним двокоординатним столом	58
Технологія обробки роз'ємного з'єднання в деталях з армованих композиційних матеріалів	59
СЕКЦІЯ «СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ»	61
Вдосконалення нормативного забезпечення системи електронного документообігу на ВП «Атомремонтсервіс»	62
Використання програмних засобів статистичної обробки даних при формуванні інформаційного забезпечення управління	63
Процесний та функціональний підходи при розробці системи управління якістю	64
Виробнича практика, як засіб удосконалення професійної підготовки та працевлаштування випускників ЗВО	66
СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»	67
Математичне моделювання процесу витримки залізобетонного виробу при тепловологій обробці у формівному стенді	68
Теплозахисна ізоляція в футеровке вращающейся печи	70
Особливості кластероутворення в рідкому полімерному реактопластичному композиті	72
Напрямки покращення технологічних і експлуатаційних характеристик традиційних й наномодифікованих рідких полімерних середовища армованих полімерних композитів на їх основі	74
Розробка та використання електронного компендіуму з термічної обробки матеріалів	76
Метод нанесення захисного покриття на робочу поверхню деталі шляхом електроіскрового легування	78
Особливості формування комплексних дифузійних боридних покриттів на іструментальних сталях	79
Дослідження жаростійкості високоентропійних сплавів системи AlCrFeCoNi, легованих міддю	81
Вплив активних добавок на властивості ливарних алюмінієвих композиційних сплавів для автомобілебудування	82
Покращення властивостей деталей двигуна внутрішнього згоряння	84
Ливарні композиційні матеріали на основі алюмінієвого сплаву для деталей автомобілів	86
Використання комбінованих електродугових процесів для отримання металу з високими експлуатаційними характеристиками	88

Апатит-біополімерні матеріали та покриття для біомедицини	89
Фізико-механічні властивості багатокомпонентних і багатошарових нітридних покриттів	91
СЕКЦІЯ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ ТА МАШИНОЗНАВСТВО»	93
Опыт ранней профориентационной работы со школьниками на базе центра детского и юношеского творчества г. Белополье	94
Резино-металлические радиальные подшипники скольжения	96
Механические и автоматические коробки передач легковых автомобилей	97
Розрахунки жорстких муфт на експлуатаційні режими роботи	98
Жорстка та м'яка математичні моделі керування на прикладі фінансів установи	99
Порівняльна міцність при розтяганні гладкого циліндричного стержня та стержня з виточкою	100
Чисельне моделювання розподілу навантаження між витками різьби ...	101
Рациональное проектирование полиці	102
Подбор поперечного сечения статически определимой балки с учётом выбора неблагоприятного сочетания внутренних силовых факторов	103
Нахождение опасного сечения при построении эпюр внутренних силовых факторов в статически определимой раме	104
СЕКЦІЯ «ДИНАМІКА ТА МІЦНІСТЬ, КОМП'ЮТЕРНА МЕХАНІКА»	105
Причини виникнення нестационарних коливань елементів відцентрових машин	106
Числовий розрахунок напружено-деформованого стану нових шпаринних ущільнень з композиційних матеріалів	107
Дослідження міцності корпусу відцентрового насоса виготовленого методом швидкого прототипування	108
Моделювання термопружного напруженого стану композитних торових оболонк	109
Аналіз радіальних коливань ротора відцентрового насоса	110
Пристрій для кспериментальних досліджень багатошпаринних ущільнень	111
Вплив випадкової зміни параметрів системи «ротор-шпаринні ущільнення» на експлуатаційні характеристики відцентрового насоса	112
Вплив випадкової зміни геометричних параметрів підшипників ковзання на їх експлуатаційні характеристики	113
Исследование нелинейных колебаний ротора турбокомпрессора на магнитных подшипниках	114

Исследование устойчивости вращения ротора турбокомпрессора на сегментных подшипниках	115
Реабилитация пациентов с ампутированными нижними конечностями	117
Опыт ранней профорIENTATIONной работы со школьниками на базе центра внешкольного образования г. Лебедин	118
Вплив випадкової зміни геометричних параметрів гідроп'яти на її статичну характеристику	120
Статичний розрахунок гідроп'яти з урахуванням деформації диска	121
Оцінка чутливості витратних характеристик шпаринних ущільнень до випадкових змін їх параметрів	122
Опорний механізм з вільним переміщенням при роботі обертової печі	123
Моделювання роботи млина «Гідрофол» з модернізованим барабаном	126
Трубний млин з теплоізоляцією корпусу	128
Механізм роботи і галузі застосування ущільнень з плаваючими кільцями	130
Шпаринні ущільнення та вібрації роторів	132
Безвальний відцентровий насос з комбінованою опорою-ущільненням	133
Розширення діапазону ефективної роботи динамічних сепараційних елементів за рахунок використання віброкоагуляції газорідного потоку	134
Застосування технології доповненої реальності при підготовці сучасного інженера	135
Застосування альтернативних методів розв'язання прикладних задач у графічних дисциплінах інженерного спрямування	136
Можливості застосування штучних нейронних мереж для визначення жорсткісних характеристик опор багатоступінчастих відцентрових машин	137
Визначення радіальної та осьової жорсткості підшипникових опор турбонасосних агрегатів	138
Розв'язання задачі гідропружності для торцевого сальникового ущільнення	140
Підвищення несучої здатності упорних підшипників ковзання відцентрових компресорів	141
Дослідження динаміки ротора багатоступінчастого відцентрового компресора 295ГЦ2-190/44-100М	142

СЕКЦІЯ «ЕКОЛОГІЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»	143
How can solar energy replace traditional ways to gain energy in Ukraine	144
Захист навколишнього середовища від техногенного впливу процесів підготовки вуглеводневих продуктів для подальшого споживання	146
Вплив битківського нафтового родовища на морфологічні показники берези повислої (<i>Betula pendula</i> Roth.)	147
Фітотоксичне випробування рівня екологічної небезпеки нафтозабруднених ґрунтів	149
Світовий досвід щодо організації збору та утилізації електронних відходів та його впровадження в Україні	150
Актуальність збереження та раціонального використання лікарських рослин	152
Екологічні аспекти радіоактивного забруднення нафтових родовищ Сумської області	154
Health risks of secondhand smoke	156
Екологічні аспекти процесів генезису та утилізації фосфогіпсу	157
Поиск оптимальных условий коагуляции сточных вод птицефабрики	159
Вимоги до озеленення вищих навчальних закладів	160
Алгоритм паралелепіпеда, як один із базових методів керованої класифікації для дешифрування космічних знімків	161
Очищення стічних вод від біогенних елементів	163
Передові технології знешкодження непридатних для використання пестицидів	165
Токсикологічна та скотоксикологічна характеристика кадмію	166
Зниження техногенного навантаження на довкілля від підприємств по виробництву скла	168
Токсикологічна та скотоксикологічна характеристика поліциклічних ароматичних вуглеводнів на прикладі бензапірену	169
Радіаційний вплив на навколишнє середовище при видобутку нафти і газу	171
Вітроенергетичний потенціал м. Івано-Франківськ	173
Методи вирішення проблем переробки відходів. Нові тенденції у сфері харчування	175
Проблеми поводження з твердими побутовими відходами в сільській місцевості та шляхи їх вирішення	177
Environmental aspects of the use of genetically modified products	178
Аналіз екологічно безпечних методів утилізації полімерних відходів ...	179
Оцінка якості питної води у мережах водоканалу м. Суми	180
Методи утилізації золошлакових відходів Сумської ТЕЦ	181
Рішення екологічної проблеми утилізації золошлакових відходів ТЕЦ	182

Діоксини як об'єкт харчової токсикології	183
Перспективи використання технологічних рішень підвищення енергоефективності в будівництві	185
Аналіз ступеня токсичності сполук ртуті	186
Використання методу вермикомпостування для переробки органічних відходів	187
Аналіз екотоксикологічної небезпеки миш'яку	188
Environmental biotechnology and it role in the society	190
Biological threats as a core object of biosafety system	191
Еколого-економічна оцінка ефективності використання геліосистем в Україні	192
Аналіз впливу виробництв гумовотехнічних виробів на атмосферне повітря	194
Вплив формальдегіду, що накопичується в мережах водовідведення, на здоров'я людей	196
Екологічні аспекти використання альтернативних джерел енергії на рівні муніципалітетів	198
Комплексна оцінка впливу золівдвалів теплоелектростанцій на довкілля	200
Екологічні аспекти впровадження модернізованої системи тепlopостачання	202
Проблеми профілактики впливу психофізіологічних факторів на людину в процесі праці	203
Зниження навантаження на довкілля при захороненні ТПВ	205
Напрями зменшення викидів ТЕС у навколишнє середовище	206
Гуминовые вещества и их роль в снижении токсичности тяжелых металлов в почве	207
Перспективи впровадження екологічного менеджменту на заводі по виробництву залізобетонних виробів м. Черкаси	209
Оцінка стану Гетьманського національного парку з застосуванням методики RAPPAM	210
Сучасний стан річки сумки на території м. Суми	212
Расчет ожидаемого экологического эффекта при применении азотных удобрений с покрытием	214
Аналіз залежності шумового забруднення від умов розташування вітроенергетичних установок	215

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ»	216
Доцільність використання модульного підходу в конструюванні сепараційного обладнання	217
Шляхи модернізації БГС виробництва гранульованого суперфосфату з метою зниження енерговитрат	218
Сушіння та пневмосепарація хлориду калія у сушарках зваженого шару ...	219
Очищення природного газу від твердих домішок під час транспортування магістральними трубопроводами	220
Пути усовершенствования системы технического обслуживания и ремонта оборудования нефтехимических производств	221
Моделювання процесу пневмоклаسیфікації зернистих матеріалів в поличному апараті	223
Дослідження гідродинаміки в об'ємно-плівковому газорідному реакторі	224
Аналіз умов сушіння бездимного пороху	225
Основні способи виробництва поліетилену	226
Підготовка повітря для сушіння пожежонебезпечних речовин	227
Предпосылки к оптимизационному расчету процесса хемосорбции при очистке углеводородного газа от кислых компонентов	228
Оптимизация сушильно-абсорбционного отделения серноокислотного производства	229
Методи первичной переработки углеводородных газов	230
Оптимізаційне профілювання каналів динамічних сепараційних пристроїв з використанням сучасних програмних комплексів	231
Оптимізаційне компонування трифазних сепараторів для установок стабілізації вуглеводневої сировини	232
Adaptive control of granulation process as one of the methods of obtaining monodispersed product	233
Підвищення якості гранул карбаміду	234
Окатування вугільного пилу на тарілчастому грануляторі	235
Дослідження впливу інтенсивності зволоження на якість гранул при виробництві ПАС	236
Мембранна регенерація хромовмісних розчинів	237
Можливості використання сульфатної кислоти для виробництва в'язучого	239
Порівняння моделей теплообмінного апарата типу «змішування – змішування» та проточного реактора ідеального змішування в нестаціонарних режимах роботи	240
Пристрій для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу	242
Модернізація установки вісбрекігу з розробкою апарату повітряного охолодження	244
Дослідження промислових стічних вод фарбувального виробництва з можливістю повторного їх використання	245

СЕКЦІЯ «ХІМІЧНІ НАУКИ»	247
Сорбція йонів Ag^+ гранульованими матеріалами гідроксиапатит-альгінат	248
Синтез дентальних паст на основі гідроксиапатиту та натрію альгінату	249
Дослідження сорбційної активності гранульованих біоматеріалів по відношенню до йонів цинку та купруму	251
Екзогенні знеболюючі препарати: недоліки анальгетиків на основі опіатів, перспективи їх заміни	252
Математичний опис кінетики гідролізу сахарози	253
Сравнительный анализ минерального состава воды Мертвого и Черного морей	254
Хелатні комплекси біоорганічних сполук	256
Вимірювання кінетичних параметрів утворення фібрил S100A9 за допомогою атомно-силової мікроскопії	257
Окисно-відновні властивості деяких органічних речовин	258
Іонообмінні мембрани в гальванічних процесах	260
Електрохімічні пристрої з іонообмінними мембранами	261
СЕКЦІЯ «ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ ТА ГІДРОПНЕВМОАГРЕГАТИ»	262
Розрахунок вітрових турбін для вітрових потоків України	263
Вільновихрові насоси для транспортування рідин, що містять включення	264
Вибір конструктивної схеми насоса для перекачування паперових мас ...	265
Радіальна сила у вільновихровому насосі	266
Доцільність використання вільновихрових насосів в умовах транспортування рідин, що містять включення	267
Нові підходи до передачі енергії рідині	268
Конструктивні особливості відводів та їхній вплив на енергоефективність насосного агрегата	269
Аналіз активних та реактивних втрат енергії у проточній частині відцентрового насосу	271
Чисельне дослідження ефекту зміни кута нахилу лопаті на виході з робочого колеса на робочі характеристики відцентрового насоса	272
Проектування проточної частини відцентрового консольного насоса з використанням геометричної подібності	273
Вплив величини шорсткості поверхні осьового підвідного пристрою на кавітаційні характеристики насосу	274
Моделювання характеристик поршневого насоса	275
Виникнення гідравлічного удару в об'ємних насосах	276
Про два начебто протирічних законах природи	278
Про використання кільцевого безлопатевого направляючого апарату	279

СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОСМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ПРИКЛАДНА ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА)»	280
Моделювання процесу потоку теплоносія при комбінованому з'єднанні опалювальних приладів різного конструктивного виконання	281
Результати досліджень впливу кута нахилу сонячних панелей на генерацію електроенергії	282
Моделювання теплового стану громадської будівлі з повітряною системою обігріву	283
Результати досліджень можливостей застосування теплового насосу в системі теплотаплення житлової будівлі	284
Система нормування та моніторингу споживання електроенергії у закладах бюджетної сфери	286
Вплив енергозберігаючих заходів на еколого-енергетичні характеристики системи тепlopостачання	287
Моделювання теплового стану закритої спортивної споруди з повітряною системою обігріву	288
Вивчення впливу змінного напрямного руху зовнішнього повітря на температурний стан зовнішніх стін будівлі методом модельного розрахунку	289
Підвищення енергоефективності систем стиснутого повітря	290
Підвищення еколого-енергетичних характеристик підприємств птахівництва	291
Регулювання гідравлічної системи, як один із основних напрямів підвищення її енергоефективності	292
Використання альтернативних джерел енергії на підприємстві	293
Виховання енергоощадної поведінки у учнів старшої школи	294
Створення автоматизованого робочого місця енергоменеджера	295
 СЕКЦІЯ «ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА»	 296
Робочий процес рідинно-парового струминного апарата вихрового типу	297
Уточнена математична модель гідродинаміки капілярного підйому рідини	298
Проектування резонансних частот коливань ротаційного компресора з ротором, що котиться, в середовищі ANSYS	299
Аналіз параметрів енергоефективності тепловикористовуючих теплових насосів, що реалізовані за циклом Чистякова–Плотнікова	300
Моделювання робочого процесу в трьохступенчатой секції центробежного компресора високого тиску для сайклінг-процеса	301

Влияние коэффициента трения на изменение коэффициента восстановления полного давления вдоль трубы постоянного сечения при адиабатном течении газа	302
Вплив кількості пластин на об'ємні характеристики ротаційної пластинчастої машини	304
Влияние шероховатости стенки на расходные характеристики пневмоагрегатов	305
СЕКЦІЯ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ (ТЕХНІЧНА ТЕПЛОФІЗИКА)»	306
Турбогенератор для собственных нужд газораспределительных станций на базе вихревой расширительной турбомашини	307
Устройство для определения крутящего момента и мощности на валу вихревой расширительной машины	308
Дослідження робочого процесу вихрової розширювальної машини з бічним каналом в програмному комплексі ANSYS	309
Розрахунки вихрових компресорів	310
Влияние геометрических параметров проточной части на эффективность струйно-реактивной турбины	311
Підвищення інтенсивності тепловіддачі за рахунок використання випарних ефектів	312
Підвищення ефективності ГТУ шляхом використання М-циклу	313
Установка для отримання зрідженого природного газу з початковим тиском 0,3 МПа	314
Охлаждавач для дожимної компресорної станції	315

Наукове видання

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

V Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 17–20 квітня 2018 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. , . Обл. вид. арк. , . 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.