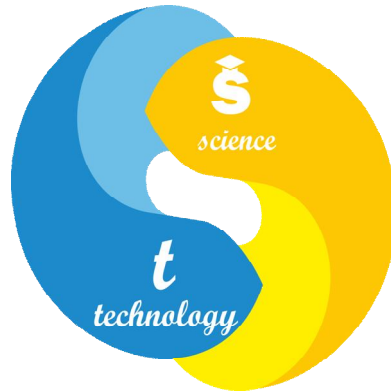


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ  
“МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2023”  
програма**

Дніпро  
2023

## **МЕТАЛУРГІЯ (ПРОМЕТАЛУРГІЯ)**

**Керівник секції проф. Нізяєв К.Г.**

**Підсекція «Металургія чавуну»**

**Керівник проф. Нізяєв К.Г.**

**25 травня, 11-00, ауд. 409**

1. Роман О.І. (МЕ01-19) «Дослідження впливу якості коксу на роботу доменної печі» (кер. проф. Бочка В.В.)
2. Солод А.О. (МЕ01-19) «Аналіз використання біоматеріалів як замінників твердого палива при агломерації» (кер. доц. Ягольник М.В.)
3. Слободян В.В. (МЕ01-19) «Аналіз використання залізовмісних відходів при агломерації» (кер. доц. Бойко М.М.)
4. Подушко К.А. (МЕ901-16) «Аналіз ефективності використання твердого палива при обпалі окатишів» (кер. доц. Бойко М.М.)

**Підсекція „Сталеплавильне виробництво”**

**Керівник проф. Нізяєв К.Г.**

**24 травня, 11- 00, ауд.402**

1. Басов М.О. (МЕ-02-17М) «Вдосконалення технології розкислення та позапічної обробки низьокремністих марок сталі» (кер. доц. Журавльова С.В.)
2. Ратушняк А.О. (МЕ-02-17М) «Вдосконалення технології десульфурації сталі на установці ківш-під» (кер. доц. Журавльова С.В.)
3. Мовчан А. А. (МЕ02-19) «Вплив ємності кисневих конвертерів на технологічні параметри і техніко-економічні показники виплавки сталі» (кер. доц. Синегін Є.В.)
4. Федоренко Є. Г. (МЕ02-19) «Дослідження гідродинамічних характеристик інжекції порошкових матеріалів» (кер. доц. Стоянов О.М.)
5. Гриненко В. В. (МЕ02-19) «Оцінка теплових втрат конвертера під час його експлуатації» (кер. доц. Стоянов О.М.)
6. Кукуть В. О. (МЕ 902-18) «Порівняння ефективності виробництва сталі у подових агрегатах в умовах ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»» (кер. доц. Мамешин В.С.)
7. Батура Є.В. (МЕ02-20) «Комплексна обробка чавуну в ковші з метою десульфурації та видалення кремнію» (кер. проф. Нізяєв К.Г.)
8. Харчук Ф. Л. (136С-22-1м) «Модельовання процесу переробки ванадієвого чавуну в конверторі газокисневого рафінування» (кер. доц. Малій Х. В.)

**Підсекція «Електрометалургія»**

**Керівник проф. Проїдак Ю.С.**

**25 травня, 13-00, ауд. 311**

1. Міхалєв Е.Ю. (МЕ04-19) «Перспективи використання концентратів мокрої магнітної сепарації шлаків при виплавці марганцевих феросплавів» (кер. проф. Проїдак Ю.С.)
2. Бикова А.Ю. (ст. гр. МЕ04-19) «Шлаковий режим технології рафінування рідкої сталі на установці під-ківш» (кер. проф. Проїдак Ю.С.)
3. Валявський Я.Р. (МЕ04-19), «Проблеми виробництва високоякісної сталі для катанки» (кер. проф. Проїдак Ю.С.)
4. Пікулик Н.О. (МЕ04-19) «Виплавка феросиліцію із зниженим вмістом алюмінію» (кер. проф. Гладких В.А.)

- 5.Іванов І.В. (МЕ04-19) «Комплексне використання марганцевої сировини шляхом виплавки високовуглецевого феромарганцю та переробного шлаку» (кер. проф. Гладких В.А.).
- 6.Романов О.Ю. (МЕ05-18м), Заболотських Є.В. (аспірант) «Дослідження можливості дифузійного розкислення сталеплавильної ванни карбідом кремнію при виплавці сталей» (кер. доц. Дерев'янка І.В.).
- 7.Дробишев А.М. (МЕ05-18м), Ярошенко Я.О. (аспірант), «Дослідження електричного стану самохідної печі опору Ачесона при виробництві карбіду кремнію» (кер. доц. Дерев'янка І.В.).
- 8.Портний В.В., Щербаков Б.О. (МЕ04-18), «Дослідження теплоенергетичних процесів в електродуговому агрегаті ківш-піч» (кер. доц. Жаданос О.В.).
- 9.Демчук Д.Ю., Ляшко Д.А. (МЕ04-19) «Виплавка високовуглецевого феромарганцю з використанням брикетованої вторинної сировини» (кер. доц. Рубан А.В.).
- 10.Зав'ялов М.С. (МЕ04-19) «Обґрунтування раціонального складу шихти для процесу виплавки феросилікомарганцю» (кер. доц. Рубан А.В.).
- 11.Попов В.А. (МЕ04-19) «Модернізація технології переробки техногенних відходів феросплавного виробництва» (кер. доц. Рубан А.В.).
- 12.Лосев Р.Р. (МЕ04-19) «Технологічні особливості виплавки високовуглецевого феромарганцю з низьким вмістом кремнію» (кер. доц. Пройдак А.Ю.)
- 13.Морозов М.О. (МЕ04-19) «Виплавка феросилікомарганцю з використанням вітчизняної сировини» (кер. проф. Гладких В.А.).

#### **Підсекція «Металургія кольорових металів»**

**Керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**25 травня, 10-00, ауд. 377**

- 1.Кірютін С.С. (МЕ06-18-М) Особливості силікотермічного отримання літію (керівник проф. Ігнат'єв В.С.).
- 2.Шаповал Ю.О. (МЕ06-18-М) Особливості технології виплавки титанового шлаку з брикетованої шихти (кер. проф. Ігнат'єв В.С.).
- 3.Мисник А.І. (МЕ06-18-М) Особливості натрійтермічного відновлення титану (кер. проф. Ігнат'єв В.С.).
- 4.Клинецький Є.А. (МЕ06-18-М) Технологічні особливості алюмотермічного відновлення літію (кер. проф. Ігнат'єв В.С.).
- 5.Свириденко Б.О. (МЕ06-18-М) Дослідження електротермічного способу отримання первинного алюмінієво-силіцієвого сплаву (кер. проф. Ігнат'єв В.С.).
- 6.Мізін І.В. (МЕ06-18-М) Вдосконалення технології переробки свинцевого хлоридного пилу (кер. проф. Ігнат'єв В.С.).
- 7.Онищенко С.О. (МЕ06-18-М) Дослідження технології отримання вторинного алюмінію в електропечах (кер. проф. Ігнат'єв В.С.).
- 8.Підгорна А.Ю. (МЕ06-18-М) Дослідження технології карбідотермічного отримання сплавів свинець-кальцій (керівник проф. Ігнат'єв В.С.).
- 9.Рудь С.В. (МЕ06-18-М) Дослідження технології збагачення титанових руд України (кер. доц. Головачов А.М.).
10. Клименко Д.А. (МЕ06-18-М) Сучасна технологія переробки губчастого титану на зливки (кер. доц. Головачов А.М.).
11. Луцик С.І. (МЕ06-18-М) Дослідження технологій підготовки та схеми виробництва сплавів залізо-молібден (кер. ст. викл. Підгорний С.М.)
12. Козачок С.Є. (МЕ06-18-М) Фізико-хімічні закономірності процесів рафінування металевого цирконію (кер. ст. викл. Підгорний С.М.)

13. Нікітін І.С. (МЕ06-18-М) Інноваційна технологія отримання анодної міді (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
14. Тихоненко О.О. (МЕ06-18-М) Вдосконалення технології отримання моно- і полікристалічних злитків молібдену (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
15. Чуйко І.Г. (МЕ06-18-М) Дослідження фізико-хімічних закономірностей технології вакуумного рафінування алюмінієво-кремнієвих сплавів (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
16. Романенко Д.В. (МЕ06-18-М) Вдосконалення технології шихтопідготовки свинцевого акумуляторного брухту до металургійної переробки (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
17. Петренко А.Р. (МЕ06-18-М) Технологія фторсилікатного способу вскриття цирконових концентратів та виділення сполук цирконію (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
18. Слабишева Я.С. (МЕ06-18-М) Інноваційна технологія рафінування сплавів залізо-нікель від сірки (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
19. Рибалкіна Ю.М. (МЕ06-18-М) Експериментальні дослідження хлорування цирконієвих концентратів (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
20. Носов І.К. (МЕ06-18-М) Теоретичні та експериментальні дослідження процесу одержання ванадію (кер. ст. викл. Підгорний С.М.).
21. Веретельникова Х.Г. (МЕ06-19) Технологія металургійної переробки вторинної ніобієвої сировини (кер. ас. Клинецький О.А.)
22. Харченко О.А. (МЕ06-19) Технологічні особливості реакційної плавки свинцевого акумуляторного брухту в електропечах (кер. ас. Клинецький О.А.)
23. Зенковський П.Є. (ст. гр. 8.1362-ОМТ, ЗНУ) Аналіз технології виробництва мідної катанки з заданими характеристиками (кер. доц. Воляр Р.М.)
24. Серба М.Д. (ст. гр. 6.1451, ЗНУ) Дослідження хімічних процесів взаємодії домішок з кремнієм при виробництві монокристалів (кер. доц. Воляр Р.М.)
25. Жмуркова К.І. (ст. гр. 8.1362-МКМ, ЗНУ) Дослідження впливу технологічних параметрів розкладання алюмінатних розчинів у циклі байєра на фізико-хімічні характеристики глинозему (кер. доц. Воляр Р.М.)
26. Жмурков П.В. (ст. гр. 8.1362-МЧМ, ЗНУ) Дослідження способів утилізації червоних шлаків глиноземних підприємств та перспективи їх використання в чорній металургії (кер. доц. Кіріченко О.Г.)
27. Діденко Л.М. (ст. гр. 8.1362-МКМ-3, ЗНУ) Дослідження очищення розплавів кольорових металів і сплавів від домішок (кер. доц. Нестеренко Т.М.).
28. Кушніренко Я.М. (ст. гр. 8.1362-МКМ, ЗНУ) Особливості плавлення вторинної срібловмісної сировини (кер. доц. Нестеренко Т.М.).

#### **Підсекція «Теорія металургійних процесів»**

**Керівник проф. Камкіна Л.В.**

**24 травня, 13-00, ауд. 435**

1. Бородін А.О. (МЕ03-18Мн) «Підготовка окалини прокатних цехів до використання в процесах агломерації» (кер. проф. Камкіна Л.В.)
2. Дмитренко Є.М. (МЕ03-18Мн) «Нерівноважні коефіцієнти розподілу елементів з урахуванням величин відхилення від рівноваги реакцій» (кер. проф. Мянєвська Я.В.)
3. Марченко Я.О. (МЕ03-18Мн) «Переробка техногенних залізовмісних матеріалів методом відновлювальної обробки» (кер. проф. Мянєвська Я.В.)
4. Друченський Є.І. (МЕ03-18Мн) «Використання математичних моделей для оптимізації процесу отримання марганцевих феросплавів» (кер. проф. Камкіна Л.В.)

5. Литвиненко Д.К. (МЕ03-18М) «Хромітові руди побужжя як сировина для металургійного виробництва сплавів хрому» (кер. доц. Гришин О.М., доц. Ісаєва Л.Є.)
6. Волошко О.С. (МЕ03-18М) «Показники відновлювальності окислених кварцитів при отриманні залізного металізованого продукту» (кер. проф. Мянєвська Я.В., доц. Ісаєва Л.Є.)
7. Мамонова Л.С. (МЕ03-19) «Електрохімічна обробка відходів збагачення залізних руд з метою залучення в металургійне виробництво» (кер. проф. Камкіна Л.В.)
8. Дворковий О.І., Єфімов В.С. (аспіранти). «Комп'ютерне моделювання фазової рівноваги у полікомпонентній системі на основі марганцю» (кер. проф. Камкіна Л.В.)
9. Величко К.О. (аспірант). «Вплив внутрішнього джерела теплоти на формування структури агломерату» (кер. проф. Камкіна Л.В.)

### **Підсекція «Ливарне виробництво»**

**Керівник проф. Хричиков В.Є.**

**24 травня, 11-00, ауд. А-515**

1. Кириленко В.А. (МЛ01-18-Мн) «Розвиток ливарного виробництва з використанням інноваційних матеріалів, таких як високоміцні та легкі сплави, кераміка та композитні матеріали» (кер. доц. Білий О.П.).
2. Коршун Ю. Ю. (МЛ01-17-Мн) «Дослідження властивостей керамічних оболонкових форм, що виготовлені з рідкого скла та кремнезоля» (кер. доц. Мазорчук В.Ф.).
3. Крупський І.І. (МЛ03-18-М) «Використання нових матеріалів та технологій для створення більш ексклюзивних та незвичайних ювелірних виробів» (кер. доц. Білий О.П.).
4. Мелешко Д.В. (МЛ03-18-М) «Використання 3d-моделювання та 3d-друку для створення більш складних та унікальних форм ювелірних виробів» (кер. доц. Білий О.П.).
5. Мирошніченко Г. О. (МЛ01-17-Мн) «Порівняння впливу модифікування церієм та ітрієм на параметри кристалізації та структуру валкового чавуну» (кер. проф. Іванова Л. Х.).
6. Бровенко А.А. (МЛ02-19) «Аналіз ефективності рафінування алюмінієвих ливарних сплавів системи Al-Si» (кер. доц. Доценко Ю.В.).
7. Ганжа Р.Є. (МЛ01-19) «Застосування технології газодинамічного впливу на розплав в формі лvm» (кер. проф. Селівьорстов В.Ю.).
8. Срібненко А.О. (МЛ01-18-Мн) «Використання адитивних технологій у ливарному виробництві» (кер. доц. Білий О.П.).
9. Теплицький Є.А. (МЛ01-19) «Розробка технологічного процесу за дрібносерійного виробництва чавунного виливка» (кер. проф. Іванова Л.Х.).
10. Хрінік Є.В. (МЛ01-20) «Встановлення технологічного процесу серійного виготовлення виливка «ролик з фігурним отвором»» (кер. зав. лаб. Терьохін В.О.).
11. Насонов Д.М. (МЛ03-18-М) «Підвищення зносостійкості валкових чавунів термічним обробленням» (кер. проф. Іванова Л.Х.).
12. Насонов М.М. (МЛ01-18-Мн) «Модифіковані зносостійкі чавуни для виливків» (кер. проф. Іванова Л.Х.).
13. Литвиненко В.М. (МЛ01-18-М) «Структура та властивості валкового чавуну після температурного оброблення» (кер. проф. Іванова Л.Х.).
14. Яровий О.В. (МЛ01-18-М) «Вплив рзм на властивості чавунних виливків» (кер. проф. Іванова Л.Х.).
15. Бугайов С.В. (МЛ01-18-Мн) «Комп'ютерні анімаційні моделі елементів технологічного процесу лиття виливків» (кер. проф. Іванова Л.Х.).

16. Трикоз Д. О. (МЛ01-17Мн) «Дослідження впливу складу та технологічних факторів на властивості хтс з металофосфатними зв'язуючими» (кер. проф. Іванова Л.Х.).

## **МЕТАЛУРГІЯ (МЕХАНІЧНА ОБРОБКА)**

**Керівник секції доц. Бобух О.**

**Підсекція «Обробка металів тиском»**

**Керівник секції доц. Бобух О.С.**

**24 травня, 11-00 microsoft teams за посиланням: <http://bitly.ws/D8kb>**

- 1.Польща О.С. (МЕ07-17-М) «Аналіз стійкості волочильного інструменту при виробництві дроту» (кер. доц. Бояркін В.В., доц. Кузьміна О.М.)
2. Серета Л. Д. (МЕ07-17-М) «Формозміна металу при прокатці круглих профілів на трубозаготовочному стані» (кер. доц. Коноводов Д.В.)
- 3.Пушков Є.І. (МЕ07-18-М) «Енергосилові параметри при прокатці прокатки кутового профілю на середньосортному стані» (кер. доц. Ремез О.А., доц. Бояркін В.В.)
- 4.Пісоцька К. А. (МЕ07-17-М) «Дослідження формозміни металу за умов формування на трубоелектрозварювальному агрегаті» (кер. доц. Бобух О. С.)
- 5.Пінчук В. Л. (МЕ907-16-М) «Теоретичне дослідження зношування матриці при прямому пресування труб із сталі 08х18н10т» (кер. проф. Фролов Я. В.)
- 6.Ковтун А. В. (МЕ07-17-М) «Дослідження енергосилових параметрів холодної пільгерної прокатки труб за допомогою комп'ютерного моделювання» (кер. доц. Бобух О. С., доц. Бояркін В. В.)
- 7.Білик М.З. (МЕ09-21Н) Щодо використання системи штучного інтелекту для пошуку оптимальних рішень в галузі обробки металів (на прикладі ChatGPT) (кер. доц. Ступак Ю.О.)

**Підсекція «Теорія, технологія та технологічне проектування металургійних процесів»**

**Керівник проф. Балакін В.Ф.**

**24 травня, 11-00**

1. Смирнов В.Г. (МЕ09-19Н), Гавришко А.М. (МЕ909-18Н), Гращенко С.В. (МЕ909-18Н) «Розробка електронного довідника з технологічних розрахунків оправочного волочіння труб підвищеної точності з вуглецевих сталей», (кер. доц. Соловйова І.А., ст. викл. Николаєнко Ю.М.)
- 2.Дорошенко В.С. (МЕ09-19Н), Медведський О.С. (МЕ09-19Н), Чепелев І.С. (МЕ909-18Н) «Аналіз методик розрахунку калібровок робочого інструмента при холодній прокатці труб, розробка програмного забезпечення», (кер. доц. Соловйова І.А., ст. викл. Николаєнко Ю.М.)
- 3.Бобух Є.О. (МЕ09-19Н), Чечелев Р.В. (МЕ909-18Н), Шимаєв О.М. (МЕ909-18Н) «Аналіз технології, обладнання та розробка програмного забезпечення з технологічного проектування ділянок виробництва холоднокатаних труб», (кер. доц. Соловйова І.А., ст. викл. Николаєнко Ю.М.)
- 4.Устінова К.Г. (МЕ09-19Н), Бойко І.Г. (МЕ09-19Н) «Розробка програмного комплексу технологічного проектування ділянок ХПТР», (кер. доц. Соловйова І.А., ст. викл. Николаєнко Ю.М.)

- 5.Бобух М.М. (МЕ09-19Н), Деєв Д.Р. (МЕ09-19Н) «Аналіз мастил, які застосовуються при прокатці на безперервних оправочних станах», (кер. ст. викл. Николаєнко Ю.М., доц. Соловйова І.А.)
- 6.Семенов В.О. (МЕ09-19Н), Самодуров Д.А. (МЕ09-19Н) «Підвищення якості холоднодеформованих труб», (кер. ст. викл. Николаєнко Ю.М., доц. Соловйова І.А.)
- 7.Хохлова А.М. (МЕ09-19Н), Шеремет В.В. (МЕ09-19Н) «Розробка програми прогнозування основних технологічних параметрів прокатки», (кер. ст. викл. Николаєнко Ю.М., доц. Соловйова І.А.)
- 8.Занько А.С. (МЕ904-18Н), Слюсар В.Ю. (МЕ904-18Н), Старостенко В.А. (МЕ904-18Н) «Дуплекс процес «електропіч-конвертер» отримання марганця», (кер. доц. Водін І.Й.)
- 9.Шрам Д.В. (МЕ904-18Н), Штукерт Е.С. (МЕ904-18Н), Поліщук Р.Л. (МЕ904-18Н) «Термодинамічні процесів рафінування чорного феронікелю» (кер. доц. Водін І.Й.)

## **МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Керівник секції проф. Білодіденко С.В.**

**Керівник проф. Білодіденко С.В.**

**Підсекція «Галузеве машинобудування»**

**24 травня, 12-00, ауд. 441**

1. Щербінін М.О. (МБ01-19-1) «Застосування методу скінчених елементів для визначення навантажень в елементах опорної системи печі з крокуючими балками» (кер. проф. Білодіденко С.В.).
2. Осадчук К.М. (МБ01-18м) «Дослідження зміни параметрів та удосконалення конструкції ланцюгових транспортерів трубного виробництва» (кер. доц. Єрмократєв В.О.).
3. Кобильський Д.С. (МБ01-18м) «Дослідження шляхів удосконалення гідросистеми механізму затискання штаби розмотувача рулонів при виробництві труб середнього діаметра» (кер. доц. Мазур І.А.).
4. Карлов А.І. (МБ901-18м) «Дослідження динамічних процесів у гідросистемі затискання заготовки завантажувальної машини кільцевої нагрівальної печі ТПА 140» (кер. доц. Мазур І.А.).
5. Діброва А.Є. (МБ01-19-2) «Визначення технологічних показників зневоднення вугільної пульпи в барабанному грохоті» (кер. доц. Кононов Д.О.).
6. Титаренко В.С. (МБ01-19-2) «Робоча кліть стану ХПТ – 55 з двома валковими установками» (кер. доц. Толстіков Г.І.).
7. Мацюк Х.В. (МБ901-18м) «Засоби виявлення пошкоджень в деталях машин ультразвуковим методом» (кер. ас. Біліченко Г.М.).
- 8.Дяченко І. М. (ПМ2226) «S-моделі коливань мостового крану під час підйому вантажів» (кер. доц. Анофрієв П.Г.).
- 9.Володін Р. С. (ПМ2226) «Динаміка ливарної машини роторного типу на пружній підвісці» (кер. доц. Анофрієв П.Г.).
- 10.Пилипчук Я. Д. (ПМ2226) «Дослідження коливань малої відцентрової ливарної машини» (кер. доц. Анофрієв П.Г.).
- 11.Даценко В. В.(ПМ1912) Доцільність застосування електричного приводу в складському навантажувачі (кер. ас. Брильова М. Г.)
- 12.Калита О.І. (ПМ2221) Розробка фізичної моделі багатофункціонального відвала бульдозера для наукових досліджень (кер. доц. Главацький К.Ц.).

13. Колісніченко О.О. (ПМ2221) Підвищення вантажопідйомності мостового крана та розробка комплекту траверс (кер. доц. Главацький К.Ц.).
14. Ладчук В.С. (ПМ2221) Модернізація редуктора для автоматичних трансмісій та методика його розрахунку (кер. доц. Главацький К.Ц.).
15. Майстренко Д.С. (ПМ2221) Розробка фізичної моделі буроущільнювального робочого органу для утворення технологічних порожнин у ґрунті (кер. доц. Главацький К.Ц.).
16. Марунін О.В. (ПМ2221) Розробка і дослідження елементів вібраційних систем будівельних машин (кер. доц. Главацький К.Ц.).
17. Бурлаков І. Є. (ПМ2012) Розробка ножової системи з косим копанням ґрунту для бульдозера з неповоротним відвалом (кер. доц. Главацький К.Ц.).
18. Варакута І. В. (ПМ2012) Розробка просторової ножової системи бульдозера (кер. доц. Главацький К.Ц.).
19. Коновал А.С. (ПМ2012) Розробка щелепного ковша одноківшевого універсального екскаватора (кер. доц. Главацький К.Ц.).
20. Харитюк Є.В. (ПМ2012) Розробка робочого органу маніпулятора на базі одноківшевого універсального екскаватора (кер. доц. Главацький К.Ц.).
21. Грибова О.Р. (ПМ20130) Модернізація робочого обладнання фронтального навантажувача (кер. доц. Главацький К.Ц.).
22. Недбаєвська М.І. (ПМ20130) Модернізація робочого обладнання екскаватора-навантажувача (кер. доц. Главацький К.Ц.).
23. Барташ В.В. (ПМ20160) Розробка багатофункціонального начіпного розпушувального обладнання (кер. доц. Главацький К.Ц.).
24. Шарапов М. Ю. (ПМ2221) Вагова оптимізація приводу зі шківом змінного моменту інерції (кер. доц. Куроп'ятник О. С.)
25. Мальцев Д.О. (ПМ2226) «Дослідження впливу форми бічної поверхні робочого органу при формуванні технологічної порожнини у ґрунті», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
26. Плітка Є.І. (ПМ2221) «Визначення зони впливу деформації ґрунту на сусідні комунікації в залежності від форми робочого органу», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
27. Хапаль Є.В. (ПМ2226) «Підвищення ефективності процесу утворення отворів у переущільнених ґрунтах методом статичного проколу», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
28. Калмацуй Р.С. (АГ1911), «Проект ділянки для ремонту паливної апаратури вантажного автомобіля», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
29. Наконечний Б.М. (ПМ1912) «Розробка 3D моделі та розрахунок мобільного підйомника для людей з обмеженими можливостями», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
30. Гриненчук Є.М. (ПМ1912) «Розробка важконавантаженого редуктора приводу ставу бурових штанг для горизонтально направленої буріння», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
31. Тацко М.Г. (ПМ1912) «Розробка двомоторного редуктора приводу бурових штанг для горизонтально направленої буріння», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
32. Антонов В.Г. (ПМ20160) «Розробка приводу обертання шнеків машини для горизонтально-шнекового буріння», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
33. Андрушко О.Б. (ПМ1816) «Розробка редуктора зі змінним передаточним числом для приводу сільськогосподарських машин», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
34. Кіт О.В. (ПМ2221) «Огляд методів і засобів ударного руйнування негабаритних кусків гірничої маси» (кер. ст. викл. Черкудінов В. Е.).
35. Вусик Я. В. (ПМ2226) «Дослідження показників продуктивності роботи портових перевантажувальних комплексів» (кер. ст. викл. Черкудінов В. Е.).

## **Підсекція «Колісні та гусеничні транспортні засоби»**

**Керівник доц. Назарец В.С.**

**24 травня, 12-00, ауд. 441**

1. Кайрюкштіс В.П. (МБ02-18м) «Підвищення надійності гальмівної системи автобусів «БОГДАН»» (кер. доц. Маліч М.Г.).
2. Баклан О.В. (МБ02-18м) «Підвищення ремонтпридатності агрегатів гідравлічних трансмісій для умов спеціалізованих ремонтних підприємств» (кер. доц. Мельянцов П.Т.).
3. Іващенко В.О. (МБ02-19) «Підвищення економічних та екологічних показників дизельних двигунів внутрішнього згоряння» (кер. ст. викл. Лосіков О.М.).
4. Гамага Г.І. (МБ02-18м) «Основні напрямки сучасного розвитку автомобільного транспорту та системи технічної експлуатації в Україні» (кер. ст. викл. Сидоренко В.К.).
5. Кочут С.С. (МБ02-18м) «Дослідження шляхів зниження витрат паливно-мастильних матеріалів в сучасних умовах» (кер. ст. викл. Сидоренко В.К.).
6. Шульга Д. М. (гр. УА2111) «Броньовані тягачі збройних сил України», (кер. доц. Нестеренко Г. І.)
7. Глушков О.В. (ЕТ2221 (251) «Характеристика швидкісного залізничного транспорту Іспанії» (кер. Смирнова М.Л.)
8. Осадчий К.В. (УЗ 2012 (439) «Транспорт у Німеччині», (кер. Смирнова М.Л.)
9. Медведь В. Ю. (ПМ2226) «Обґрунтування оптимальних параметрів використання автомобільного транспорту при перевезенні нафтопродуктів» (кер. ст. викл. Черкудінов В. Е.).
10. Антонов Д. І. (ПМ2226) «S-модель коливань стелу для випробування осей колісних пар рухомого складу» (кер. доц. Анофрієв П.Г.).
11. Бачурін А.В. (АГ20120) Вплив типу гальмівної системи автомобіля на динаміку його руху (кер. доц. Главацький К.Ц.).
12. Григоренко О.В. (ПМ1912) «3D модель стаціонарного автомобільного підйомника для водія з обмеженими можливостями», (кер. ст. викл. Посмітюха О.П.).
13. Шевченко Я.І. (ПМ-2226) «Дослідження впливу експлуатаційних умов на ефективність роботи екскаватора» (кер. доц. Щека І.М.)
14. Пономаренко Д.А. (ПМ-2226) «Забезпечення працездатності автомобільної техніки Держспецтрансслужби методом експлуатаційного резервування з використанням ремонтних комплектів» (кер. доц. Щека І.М.)

## **Підсекція «Прикладна механіка»**

**Керівник проф. Селегей А.М.**

**24 травня, 11-00, ауд. 462**

1. Мозолевський Д.Д. (МБ01-21) «Аналіз можливостей зниження вісьових сил на станах ХПТ» (кер. доц. Сьомічев А.В.).
2. Рибін В.С. (МЕ01-21-1) «Технологія формування металевих покриттів при надзвукових ударах частинок, прискорених повітрям» (кер. доц. Каряченко Н.В.).
3. Мозолевський Д.Д. (МБ01-21) «Основні елементи легких тонкостінних сталевих конструкцій» (кер. доц. Каряченко Н.В.).
4. Лисенко Д.О. (ІМ01-21) «Складання та монтаж легких тонкостінних сталевих конструкцій» (кер. доц. Каряченко Н.В.).
5. Oleksandra Chernyavska (ВГ2221) «THE USAGE OF ENERGY-SAVING LAMPS» (research supervisor PhD, Assos. Professor Andrii Pularia, language supervisor PhD, Assos. Professor Iryna Koliieva)

## ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА

**Керівник секції доц. Гришин В.С**

**24 травня, 11-30, ауд.605**

- 1.Мар'єнко Б.В., Кучеренко М.В., Чечельник О.В. (ІМ01-22М) «Ефективність інформаційної підтримки виробів машинобудування на всіх етапах їх життєвого циклу в контексті іv промислової революції (CALS-технології)» (кер. проф. Анісімов В.М.)
- 2.Яковенко О.П. (ІМ01-22М) «Універсальний комплекс вимірювання зусиль різання динамічних процесів в реальному часі» (кер. проф. Анісімов В.М.)
- 3.Кривуля Д.С. (ІМ01-19) «Різання з обмеженим використанням МОТС при шліфуванні» (кер. доц. Негруб С.Л.)
- 4.Петренко Б.О., Негруб М.С. (ІМ01-19, ІМ01-20) «Розгляд можливостей вібраційно-абразивної обробки для робочого колеса з алюмінієвого сплаву» (кер. доц. Негруб С.Л.)
- 5.Кропив'янський Є.С. (ІМ01-19) Аналіз методів обробки глухих шпонкових пазів на валах (кер. ст. викл. Карабут В.М.)
- 6.Карманов Б.В. (ІМ01-19) Технологічний процес виготовлення корпусу причіпного вузла в дрібносерійному виробництві (кер. ас. Бондаренко С.В.)
- 7.Карпенко А.Р. (ІМ901-18) Проектування та складання спеціальної технологічної оснастки у системі SOLIDWORKS методом згори донизу (кер. ст. викл. Бончук С.В.)
8. Сторчеус І.М. (МТ2221 (151) „Аналіз залізобетонних мостів: від планування до експлуатації“ (кер. Смирнова М.Л.)

## МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

**Керівник секції проф. Дейнеко Л.М.**

**Підсекція «Прикладне матеріалознавство»**

**Керівник проф. Дейнеко Л.М.**

**18 травня, 10-00, ауд. 221**

- 1.Ткачук Д.М., (гр. МВ-01-19-3) «Вибір режиму та обладнання для фінішної термічної обробки зубів борони зі сталі 60С2А» (Кер. проф. Дейнеко Л.М.)
2. Голуб А.В., (гр. МВ-01-19-2) «Аналіз технології виробництва та раціонального матеріалу для виготовлення локомотивних бандажів» (кер. проф. Узлов К.І.)
3. Беспалько О.Р. (гр. МВ-01-18 М) «Дослідження технології термічного зміцнення та раціонального структуроутворення матеріалу для виготовлення залізничних коліс» (кер. проф. Узлов К.І.)
4. Салкуцан А.С. (МВ 01-19) « Застосування матеріалу і технології виготовлення молольних тіл, що використовують для розмелювання залізної руди» (кер. проф. Миронова Т.М.)
5. Бутенко А. В., (гр. МВ-902-18) «Умови експлуатації та властивості сталей, що застосовують для відводу продуктів згоряння твердого палива» (кер. проф. Миронова Т.М.)
6. Салкуцан А.С. (МВ 01-19) « Застосування матеріалу і технології виготовлення молольних тіл, що використовують для розмелювання залізної руди» (кер. проф. Миронова Т.М.)
7. Кучерук І.А.(ПМ2112) «Оцінка розміру зерна фериту з анізотропної структури низьковуглецевої сталі», ( кер. проф. Вакуленко І.О.)

8. Шашков Р.О. (гр. МВ-01-19-2) «Вибір матеріалу для інструментів, які використовують для обробки неметалевих матеріалів» (кер. проф. Погребна Н.Е.)
9. Слюсар Д.С. (гр. МВ-01-19-2) «Вибір матеріалу та технології виготовлення виробів для нафтодобувної промисловості» (кер. проф. Погребна Н.Е.)
10. Повзло Д.В. (гр. МВ901-18 М) «Вплив параметрів структури на характер руйнування мікролегованої будівельної сталі» (кер. проф. Погребна Н.Е.)
11. Климович Д.В. (гр. МВ902-18) «Вибір марки сталі та технологічного процесу для виготовлення будівельного металопрокату» (кер. проф. Погребна Н.Е.)
12. Солодовник В.О. (МВ01-19-3) «Удосконалення режиму термічної обробки виливків зі сталі 110Г13 для виробництва деталей гірничо-збагачувального обладнання» (кер. доц. Перчун Г.І.).
13. Заболотня Д.П. (гр. МВ-01-19-2) «Вибір та обґрунтування марки сталі та технологічного процесу для виготовлення різців відрізних для високих швидкостей різання» (кер. доц. Аюпова Т.А., доц. Гребенєва А.В.).
14. Стрільцов О.О (гр. МВ-01-19-2) «Вибір оптимальної марки сталі та режиму термічної обробки для виготовлення калібрів для прокатки труб» (кер. доц. Аюпова Т.А., доц. Гребенєва А.В.).
15. Тур Д.О., (гр. МВ-01-19-2) «Вибір марки сталі та технологічного процесу для виготовлення корозійностійких підшипників кочення» (кер. доц. Аюпова Т.А., доц. Носко О.А.)
16. Яценко Р.В. (гр. МВ-01-19-2) «Вибір та обґрунтування оптимальної марки сталі та технологічного процесу для виготовлення пилки для різання деревини» (кер. доц. Аюпова Т.А.).
17. Глухов А.І., (гр. МВ-01-19-2) «Гарячекатана електротехнічна сталь для виготовлення трансформаторного листа » (кер. доц. Котова Т.В.).
18. Євтушенко Д. В., (гр. МВ-05-18 М) «Деякі питання розробки принципи схеми отримання холоднодеформованих виробів з високоміцної аустенітної сталі» (кер. ас. Соколенко М.О.)
19. Говоруха В.А. (гр. МВ01-19-3) «Вплив режимів термічної обробки на властивості і структуру сталі 60С2А, що використовується для виготовлення коронки» (кер. доц. Романова Н.С., ст. викл. Карпова Т.П.)
20. Широков Б.В. (гр. МВ-05-18 М) «Математичне моделювання процесу термічної обробки чавунних Дрібних шарів» (кер. доц. Романова Н.С., ас. Соколенко М.А.)
21. Вусатий Д.О. (гр. МВ-05-17 М) «Аналіз мікроструктури та властивостей ливарних мелючих куль з високохромистого чавунів (кер. доц. Романова Н.С.)
22. Марченко Д.О. (гр. МВ-01-19-2) «Вплив термічної обробки на властивості кранових коліс» (кер. ст. викл. Кімстач Т.В., ст. викл. Карпова Т.П.)
23. Бурцев Д.А. (гр. МВ-01-19-2) «Вибір режиму термічної обробки деталей бурильного інструменту» (кер. ст. викл. Кімстач Т.В., ст. викл. Карпова Т.П.)
24. Брюк А.О. (гр. МВ-01-19-2) «Можливі шляхи підвищення комплексу властивостей товстолистового прокату» (кер. ст. викл. Кімстач Т.В., м.н.с. Сафронова О.А.)
25. Бружина І.І. (гр. МВ-902-18) «Обґрунтування вибору матеріалу для виготовлення ресор великовантажних автомобілів» (кер. доц. Гребенєва А.В., доц. Аюпова Т.А.).

#### **Підсекція «Покриття, композиційні матеріали та захист металів»**

**Керівник доц. Ковзак А.М.**

**24 травня, 10-00, ауд. 212**

1. Яковенко О.В. (МЕ910-18) «Вибір технології нанесення антифрикційного покриття на підшипники ковзання» (кер. ст. викл. Кушнір Ю.О.).

- 2.Пророка М.В. (МЕ910-18) «Вибір технології нанесення декоративного покриття хімічним срібленням» (кер. ст. викл. Кушнір Ю.О.).
- 3.Павлюкова Т.М. (МЕ910-18) «Вибір технології нанесення хромового покриття на меблеву фурнітуру» (кер. ст. викл. Кушнір Ю.О.).
- 4.Яцков М.С., (МВ904-18) аспірант Сімонов А.В. «Отримання порошкової карбідної кераміки» (кер. доц. Головачов А.М.).
- 5.Попко М.В., (МЕ910-18) «Вибір технології нанесення лакофарбових покриттів для захисту залізничних коліс» (кер. доц. Біла О.В.).
- 6.Ковтун І.А. (МЕ910-18), «Вибір технології нанесення нікелевого покриття на диски автомобілів» (кер. доц. Біла О.В.).
- 7.Семенов Р.С. (МЕ910-18) «Вибір технології нанесення ультрофіолетотвердіючих покриттів на металовироби» (кер. доц. Біла О.В.).
- 8.Рябокобила М.М. (МВ04-19-1), «Вибір технології виготовлення спечених зубчатих коліс підвищеної якості» (кер. доц. Ковзік А.М.).
- 9.Дрозденко О.С., Тімченко С.І. (МВ04-18М) «Можливість використання технологій порошкової металургії в аерокосмічній промисловості» (кер. доц. Носко О.А.).
- 10.Рожко В. С., Іщук О.О. (МВ04-18М) «Вибір та оптимізація матеріалу та параметрів термічної обробки для виготовлення штампів листової штамповки» (кер. доц. Аюпова Т.А.).
- 11.Гальонко І.П.(ПМ2212) «Підвищення конструктивної міцності і витривалості елементів рухомого складу залізниць» (кер. доц. Плітченко С.О.)

## **ЕНЕРГЕТИКА**

### **Керівник секції проф. Пінчук В.О.**

**24 травня, 9-30, ауд. 215**

- 1.Колісник Д.В. (ТЕ01-19) «Розробка комплексу заходів з підвищення енергоефективності житлової будівлі» (кер. доц. Шишко Ю.В.).
- 2.Попов О.С. (ТЕ01-19) «Дослідження роботи геотермальної теплової установки для житлового будинку» (кер. доц. Форись С.М.)
- 3.Максимчук С.А. (ТЕ01-18м) «Дослідження теплової роботи парового котельного агрегату після модернізації нижньої радіаційної частини топки» (кер. доц. Форись С.М.)
- 4.Горовий В.Д. (ТЕ01-19) «Дослідження основних характеристик вугілля різних марок» (кер. доц. Шарабура Т.А.).
- 5.Залужна В.Ю. (ТЕ01-18м) «Аналіз ефективності сумісної роботи теплового насоса та сонячного колектора для потреб теплопостачання» (кер. доц. Усенко А.Ю.).
- 6.Полторацька З.А. (ТЕ01-18м) «Дослідження ефективності використання акумуляторів енергії в енергетичних системах з використанням відновлювальних джерел» (кер. доц. Усенко А.Ю.).
- 7.Тутова О.В. (аспірант) «Дослідження механічної активації вугілля України різних стадій метаморфізму» (кер. проф. Пінчук В.О.).
- 8.Пінчук С.А. (ТЕ01-18м) «Дослідження термічної активації вугілля України різних стадій метаморфізму» (кер. доц. Шарабура Т.А.).
- 9.Таловиря Т.О. (аспірант) «Дослідження енергоефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві» (кер. проф. Пінчук В.О.).
- 10.Черняк К.Г. (аспірант) «Аналіз енергоспоживання в будинках» (кер. проф. Пінчук В.О.).
- 11.Губинський С.М. (аспірант) «Екологічні переваги використання електротермічного киплячого шару при виробництві штучного графіту» (кер. доц. Шишко Ю.В.).

12. Kondratyuk K.V. (CK2211) «Alternative energy sources nowadays» (Language supervisor: Afanasieva L.V.)
13. Krutous Anton (MT 2211) «The feasibility of using alternative energy sources» (Language supervisor: Afanasieva L.V.)

## ЕКОЛОГІЯ

### **Керівник секції проф Єрємін О.О. 24-25 травня, 13-00, Б-212**

- 1.Беймо Е.В. (ЕО-01-18м ) «Пропозиції щодо обрання раціональної схеми очищення стоків підприємства по виробництву цукру» (кер. доц. Суліменко С.Є.)
- 2.Вінокуров В. (ЕО-01-18м) «Використання ГІС технологій для створення мапи радіаційного району м. Дніпро» (кер. доц. Саввін О.В.)
- 3.Геращенко Е.В. (ТЗ-01-19) «Утилізація осадів побутових стічних вод ферментаційно-кавітаційною технологією» (кер. ст.викл. Мешкова А.Г.)
- 4.Іваненко В.В. (ЕО-01-19) «Аналіз обсягів накопичення твердих побутових відходів Дніпропетровської області» (кер. проф. Єрємін О.О.)
- 5.Кольчужний Є.І. (ЕО-01-19) «Використання макрофітів для доочистки стічних вод» (кер. ст.викл. Мешкова А.Г.)
- 6.Левченко Є.Ю (ТЗ-01-19) «Аналіз складу та обрання раціональної схеми очистки стічних вод кондитерської фабрики» (кер. проф. Єрємін О.О.)
- 7.Левшин А.В. (ЕО-01-19) «Біоіндикація забруднень за допомогою рослин» (кер. ст.викл. Мешкова А.Г.)
- 8.Лук'янчиков В.А. (ТЗ-01-19) «Дослідження впливу генетично-модифікованих продуктів на живі істоти на прикладі щурів» (кер. проф. Єрємін О.О.)
- 9.Мешков О.С. (ЕО-01-18м) «Гігієнічна оцінка провідних професійно-виробничих факторів працівників основних професій молокопереробної промисловості» (кер. доц. Суліменко С.Є.)
- 9.Мукаїо Д. (ЕО-01-19р) «Принципи створення системи моніторингу промислового міста» (кер. доц. Романько Я.В.)
- 10.Нетесин С.Д. (ЕО-01-18м) «Постановка на кадастровий облік курортних лікувально-оздоровчих та рекреаційних ресурсів країни» (кер. доц. Саввін О.В.)
- 11.Пікуш О. (ЕО-901-22м) «Розробка технологічної схеми очистки стічних вод газоочисток доменного виробництва» (кер. доц. Прокопенко О.М.)
- 12.Пільщикова А.А. (ЕО-01-19) «Вплив діяльності підприємства ПрАТ «Володимир-Волинська птахофабрика на екологічний стан прилеглої території» (кер. ст.викл. Мешкова А.Г.)
- 13.Пухальська В.А. (ЕО-901-18) «Аналіз впливу відходів на довкілля та шляхи його зменшення» (кер. ст.викл. Мешкова А.Г.)
- 14.Репешко М.М. (ЕО-01-18м) «Розробка системи очистки стічних вод електроферосплавного виробництва» (кер. доц. Романько Я.В.)
- 15.Дурдиева Д. (ЕО-01-19р) «Аналіз складу стічних вод виробництва консервів з риби та схем очистки з обранням раціональної» (кер. доц. Романько Я.В.)
- 16.Житніков А.І. (ЕО-01-18м) «Екологічна безпека -одна з основних складових національної безпеки» (кер. доц. Саввін О.В.)
- 17.Зубков К. (ЕО-01-18м) «Оцінки впливу на довкілля планової діяльності» (кер. доц. Саввін О.В.)
- 18.Штацький М.О. (МЕ-13-18м) «Дослідження впливу теплової потужності камерної печі на питомий видаток налива при нагріванні злитків» (кер. доц. Радченко Ю.М.)

- 19.Ткач А. (ЕО-901-22м) «Дослідження впливу викидів коксового цеху на стан повітряного басейну та розробка заходів щодо їх зменшення» (кер. доц. Суліменко С.Є.)
- 20.Філоненко Д.С. (ЕО-01-18м) «Розробка схеми очистки стічних вод виробництва свинцевих акумуляторів» (кер. доц. Романько Я.В.)
- 21.Чапалюк М. (ЕО-901-18) «Оцінка екологічного стану водної екосистеми р. Інгулець з використанням інтегральних показників» (кер. ст.викл. Мешкова А.Г.)
- 22.Чапалюк О. (ЕО-901-22м) «Дослідження ефективності очистки стічних вод виробництва коксу з розробкою заходів щодо її підвищення» (кер. доц. Прокопенко О.М.)
- 23.Артеменко В.Р. (ТЗ-01-19) «Організація полігону захоронення твпрдих побутових відходів населеного пункту» (кер. проф. Єрьомін О.О.)
- 24.Гмизіна В.М. (ТЗ-01-19) «Дослідження використання відновлювального водню в якості палива для нагрівальної печі» (кер. доц. Гупало О.В.)
- 25.Маковецький О.В. (ЕО-01-18м) «Дослідження ефективності системи викидів агломераційного цеху феросплавного заводу» (кер. проф. Єрьомін О.О.)
- 26.Санько Д.В. (ЕО-901-18) «Аналіз забруднення ґрунтів важкими металами» (кер. ст.викл. Сухарєва М.В.)
- 27.Строценко М. (ЕО-901-22м) «Аналіз процесу утворення та методів зниження викидів діоксинів в металургійному виробництві» кер. проф. Єрьомін О.О.)
- 28.Осадча О.Р.(ЕО1911) «Вплив будівництва на навколишнє природне середовище» (кер. доц. Безовська М.С.)
- 29.Капуста Є.Р.(ЕО1911) «Рекультивация Українських земель, порушених військовою діяльністю» ( кер. доц. Безовська М.С.)
- 30.Моїсєєва Л. В.(ЕО1911), «Розвиток Citizen science інструментів моніторингу екологічної безпеки у надзвичайних умовах війни в Україні» (кер. доц. Сорока М. Л.)
- 31.Коваленко А. Б. (ЕО 2221), «Еколого-гідрохімічний стан дренажних каналів Орільської захисної дамби» (кер. доц. Сорока М. Л.)
- 32.Ісаєв І. Р. (ЕО1911), «Якість повітря агломерації міста Запоріжжя за даними громадських мереж моніторингу у першій половині 2022 року» (кер. доц. Сорока М. Л.)
- 33.Марочка М. О. (ЕО 19160) «Аналіз чинників впливу малого виробничого меблевого комплексу на якість повітря на локальному рівні» (кер. доц. Сорока М. Л.)
- 34.Альошин М. А. (ЕО 19160) «Ризики впливу інфраструктурного підрозділу залізничного транспорту на стан та якість водних ресурсів» (кер. доц. Сорока М. Л.)
35. Kravchenko Valeriya (ЕО 2221) «Negative effect of oil pollution on the environment» (research supervisor PhD, Assos. Professor Marina Bezovska, language supervisor PhD, Assos. Professor Iryna Koliieva)
- 36.Луг Наталія, (ВВ 2221) «Reducing plastic water pollution» (Мовний керівник канд. філос.. н., доц. Купцова Т.А.)
- 37.Осадча О.Р. (ПБ2011) «Природні будівельні матеріали для екологічного будівництва» (кер. Смирнова М.Л.)
- 38.Гриценко Д. Д. (ЕТ2221) «Промислова революція та технологічний прогресс» (кер. Смирнова М.Л.)
- 39.Глушко К.А. (УЗ 2012) «Усунення шуму на мосту» (кер. Смирнова М.Л.)
- 40.Павліщук Е.І. (МЕ09-21Н) «Екологічні аспекти виробництва сталі у дугових сталеплавильних печах» (кер. доц. Ступак Ю.О.)
- 41.Мікрюкова К.Д. (МБ09-22Н) «Екологічні аспекти використання біогазу» (кер. ст.викл. Гуцалова В.І.)

42. Polienov B.V. (AT 22120) «Energy conservation and efficient use of alternative energy sources» ( Language supervisor: Afanasieva L.V.)

## **КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

**Керівник секції доц. Селівьорстова Т.В.**

**Підсекція «Інформаційні технології та системи»**

**Керівник доц. Селівьорстова Т.В.**

**24 травня, 11-00, ауд. 420**

1. Бичкова Д.М. (КН01-22) «Особливості розробки ігор з навчальними елементами» (кер. ст. викл. Царик В.Ю.)
2. Братченко А.С. (КН01-19) «Розробка програмної системи з розрахунку методів теорії ігор» (кер. доц. Журба А.О.)
3. Лизогуб А.О. (КН01-19) «Реалізація нейронної мережі для розпізнавання хвороб рослин за зображенням листя» (кер. доц. Островська К.Ю.)
4. Петросян Е.Х. (КН01-19) «Розробка модулю системи генерації зображень із застосуванням нейромережових технологій» (кер. доц. Островська К.Ю.)
5. Шмідт О.В. (КН01-19) «Реалізація кодогенератора клієнта restful служб для мови Python» (кер. доц. Островська К.Ю.)
6. Франчук Є.Ю. (КН01-19) «Реалізація торгового агента на базі програмного пакета Metatrader 5» (кер. доц. Островська К.Ю.)
7. Устін А.Ю. (ПЗ901-18) «Розробка параметричної тривимірної моделі з використанням засобів Blender» (кер. доц. Островська К.Ю.)
8. Смаль В.В. (КН01-19) «Розробка веб-сайту ресторану з використанням сучасних технологій» (кер. доц. Журба А.О.)
9. Біленко Д.В. (КН01-19) «Інформаційна система для магазину гаджетів та аксесуарів з використанням сучасних веб-технологій» (кер. доц. Журба А.О.)
10. Горський М.О. (КН01-19) «Використання пакету Application Toolboxes для вирішення логістичної задачі» (кер. ст. викл. Фененко Т.М.)
11. Денісов Д.Г. (КН901-18) «Розробка веб-сервісу чисельних методів на базі модулю Node.js» (кер. ст. викл. Фененко Т.М.)
12. Лисенко М.В. (КН01-19) «Розробка інтернет-магазину з продажу мотоциклів» (кер. доц. Журба А.О.)
13. Кунін І.М. (КН01-19) «Програмна реалізація та аналіз ефективності алгоритмів топологічного сортування орграфів» (кер. доц. Журба А.О.)
14. Бондар І.Г. (ПЗ901-18) «Програмна реалізація додатку для визначення індексу Хірша» (кер. доц. Селівьорстова Т.В.)
15. Мальований В.Д. (ПЗ901-18) «Програмна реалізація процедурної генерації оточення в іграх» (кер. доц. Селівьорстова Т.В.)

**Підсекція «Комп'ютерна інженерія та кібербезпека»**

**Керівник ст. викл. Івін П.В.**

**25 травня 14.30**

1. Звягіна В.А. (КС1911) «Проектування та створення довідкової бази даних конструкцій мови структурованих запитів SQL» (кер. доц. Пахомова В.М.)
2. Квочка М.Ю. (КБ1911) «Виявлення мережових атак категорії PROBE з використанням нейромережової технології» (кер. доц. Пахомова В.М.)

3. Ковальов Р.І. (КБ1911) «Виявлення мережевих атак категорії DOS з використанням нейромережної технології» (кер. доц. Пахомова В.М.).
4. Мартиняк Д.С. (КС1911) «Проектування та створення довідкової бази даних моделей та базових характеристик пристроїв локальних мереж» (кер. доц. Пахомова В.М.).
5. Mumni Maruan (КС1912) «Design and creation of the database “Catalog of Music Albums”» (supervisor doc. Victoria Pakhomova)
6. Черкашина А.А. (КБ1911) «Проектування, створення та захист бази даних нейронних моделей для визначення мережевих атак» (кер. доц. Пахомова В.М.).
7. Півень Е. О. (КБ1911) «Розробка засобів стеганографічного захисту інформації» (кер. доц. Остапець Д.О.)
8. Мотиленко В.А. (аспірант) «Оцінка можливості інтеграції різних алгоритмів досягнення згоди в блокчейн для автоматизованого прийняття рішення» (кер. доц. Остапець Д.О.)
9. Зайцев Д.Д. (КС2221) «Комплекс стеганографії та стегоаналізу з використанням звукових файлів-контейнерів» (кер. доц. Остапець Д.О.)
10. Лященко М.О. (КБ1911) «Комплекс біометричної ідентифікації та автентифікації за відбитками пальців» (кер. доц. Остапець Д.О.)
11. Русецький В.В. (КБ1911) «Комплекс біометричної ідентифікації та автентифікації за обличчям» (кер. доц. Остапець Д.О.)
12. Сухомлин О.О. (аспірант) «Застосування інтелектуальних методів при проектуванні КСЗІ» (кер. доц. Остапець Д.О.)
13. Ярьоменко Д.О. (КС2221) «Комплекс біометричної ідентифікації та автентифікації за клавіатурним почерком» (кер. доц. Остапець Д.О.)
14. Жук С.С. (КС2011) «Оцінювання інформаційно-часових характеристик комп'ютерних систем у процесі концептуального проектування іт-архітектур підприємств» (кер. проф. Косолапов А.А.)
15. Векленко С.О. (КБ20120) «Розробка системи контролю та управління доступом до побутових приміщень» (кер. ст. викл. Дзюба В.В.)
16. Ессаді А. (КС1912) «Розробка веб-системи реєстрації консультації при дистанційному навчанні» (кер. ст. викл. Дзюба В.В.)
17. Гладілова В.Д. (КС20160) «Розробка засобу автоматизації перевірки логічного опису дискретного автомату» (кер. ст. викл. Івін П.В.)
18. Подедворний О.Е., Мардеросов Є.В. (КС20120) «Шляхи розвитку та вдосконалення електронної медичної системи» (кер. ст. викл. Івін П.В.)

### **Підсекція «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»**

**Керівник доц. Рибальченко М.О.**

**24 травня, 13-00, ауд. 161**

- 1.Чембі М. (АВ01-17м) «Дослідження АСР рівня шихти у проміжному бункері на агломераційній машині» (кер. доц. Рибальченко М.О.)
- 2.Маркевич Д.В. (АВ01-17м) «Розробка АСУ електричним режимом плавки в дуговій сталеплавильній печі» (кер. доц. Шибакінський В.І.)
- 3.П'ятниця Богдан (АВ01-17м) «Розробка та дослідження фотометричного способу контролю міжвалкового зазору прокатної кліті» (кер. доц. Зінченко М.Д.)
- 4.Степаненко Ю.М. (АВ901-16м) «Автоматизована система газоочистки аглофабрики в умовах МК «КАМЕТ-СТАЛЬ» (кер. доц. Маначин І.О.)
- 5.Чорний О.О. (АВ901-16м) «Автоматична система керування тепловим режимом секційної печі для термічної обробки труб ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» (кер. доц. Тарасевич І.Г.)

6. Шинкарь В.В. (АВ01-17м) «Система автоматичного дозування шихти в дуговій електропечі АТ «Нікопольський завод феросплавів» (кер. доц. Михайловський М.В.)
7. Костенко К.Л. (СК2011) «Математична модель тягової системи електроживлення та її вплив на лінії зв'язку» (кер. доц. Сердюк Т.М.)
8. Бех Я.П. (аспірант) «Методи діагностування автоматних моделей» (кер. доц. Щека В.І.)
9. Гавриленко Д. (УЛ 2221) «Digital tools in transport system» (Мовний керівник канд. філос. н., доц. Купцова Т.А.)
10. Сашук Д. (УЛ 2221) «Partnership in supply chain management» (Мовний керівник канд. філос. н., доц. Купцова Т.А.)
11. Лифар О.Ю., 930-с(СК21120) «Використання кластерного методу для аналізу даних комп'ютерної системи діагностики електричної централізації» (кер. ас. Тимошенко Л.С.)
12. Алексеев А.Л. (СК 2221) «Прикордонні обчислення у технологіях автоматизації» (кер. Смирнова М.Л.)
13. Високос Д.В. (УЗ 2012) «Цифровізація у транспортному секторі»
14. Дем'яненко М.А. (АГ2211) «Чи справді електромобіль є більш екологічним?» (кер. Смирнова М.Л.)
15. Кондратюк К.В. (СК2211) «Відтворення живих роботів» (кер. Смирнова М.Л.)
16. Маловічко Н. В. (АС0022) «До проблеми прискорення процесу усунення несправностей у схемах внутрішніх установок електростанції на залізничних станціях» (кер. Смирнова М.Л.)
17. Dekhtyarenko D.Y. (СК 2211) «Development and implementation of smart automation systems using the internet of things (iot) in industrial processes» (Language supervisor: Afanasieva L.V.)

## **ЕКОНОМІКА І ПІДПРИЄМНИЦТВО**

**Керівник секції проф. Довбня С.Б.**

**Підсекція «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»**

**Керівник проф. Довбня С.Б.**

**25 травня, 13-00**

1. Журенкова А. О., (ЕП01-18м) «Антикризове управління у воєнний час», (кер. проф. Довбня С.Б.)
2. Роговська К.Л., (ЕП01-19) «Сутність та функції фінансового оздоровлення підприємств», (кер. проф. Довбня С.Б.)
3. Білий Д.Д. (ЕП01-18м) «Шляхи фінансового оздоровлення АТ «Дніпровський агрегатний завод» (кер. доц. Ігнашкіна Т.Б.)
4. Якимашенко А.М. (ЕП01-19) «Ефективність діяльності підприємства оптової торгівлі» (кер. доц. Семенова Т.В.)
5. Жуков В.О. (ЕП901-22м) «Формування стратегічної моделі управління витратами» (кер. доц. Гулик Т.В.)
6. Алексеєнко М.В. (ЕП01-18м) «Ефективність логістичної діяльності торговельного підприємства» (кер. доц. Семенова Т.В.)
7. Шалигін Д.В. (ЕП01-19) «Економічна сутність поточних витрат торговельного підприємства в сучасних умовах господарювання», (кер. доц. Семенова Т.В.)
8. Ковальов К.О. (ЕП01-19) «Щодо аналізу господарської діяльності підприємства» (кер. доц. Гулик Т.В.)
9. Скобченко І.Ю. (ЕП01-19) «Лакофарбові та підсобні лакофарбові матеріали» (кер. доц. Гулик Т.В.)

10. Левенець Д.О., (ЕП01-19) «Результати діяльності та перспективи розвитку ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» (кер. доц. Ігнашкіна Т.Б.)
11. Чайковський О.Ю., (ЕП01-18м) «Процеси управління комунікаціями при виконанні проекту» (кер. доц. Гулик Т.В.)
12. Андрієнко Я.А., (ЕП01-19) «Складові інвестиційної привабливості підприємства» (кер. ст. викл. Найдовська А. О.)
13. Іваніків І.В. (ЕП01-18м) «Інвестування коштів у розвиток бізнесу як ключовий напрям підвищення його результативності» (кер. доц. Ігнашкіна Т.Б.)
14. Семеліт В. Є.(ЕП01-18м) «Використання спресе-методу при обґрунтуванні корпоративної стратегії підприємства» (кер. ст. викл. Найдовська А. О.)
15. Циплюк А.О., (ЕП01-18м), «Побудова економіко-математичної моделі виробничого процесу виробництва якісної продукції підприємства хімічної галузі» (кер. доц. Романовський І.Г.)
16. Єременко Г. (МО2011) «Важливість іноземної мови в сучасному світі», (кер. проф. Чаркіна Т.Ю.)
17. Зінюк К. В. (МО2011) «Головні правила тайм-менеджменту», (кер. проф. Чаркіна Т.Ю.)
18. Нікулін О.А. (МО2011) «Переваги та недоліки дистанційного навчання», (кер. проф. Чаркіна Т.Ю.)
19. Щащенко В.О. (МО2011) «Харизматичні лідери сучасності», (кер. проф. Чаркіна Т.Ю.)
20. Капшук Г. А. (гр. УЛ2226) «Митне регулювання в Австрії», (кер. доц. Музикін М. І.)
21. Марценюк М.М. (МО2011) «Особливості застосування різних стилів управління в організації», (кер. проф. Чаркіна Т.Ю.)
22. Литовченко К.О. (МО2226) «Особливості управління прибутковістю «Банк Кредит Дніпро» в сучасних умовах», (кер. доц. Гненний М.В)
23. Білоус В.І.(МО20160) «Основні аспекти модернізації виробничих засобів підприємства в умовах воєнного стану» (кер. доц. Гребенюк Г.М.)
24. Фоменко А. С. (МО1911(743), «Оптимізація запасів в логістичній системі підприємства» (кер. доц. Гребенюк Г.М.)
25. Фоменко О. Р. (МО1911 (743), «Логістична концепція управління підприємством як засіб підвищення конкурентоспроможності» (кер. доц. Гребенюк Г.М.)
26. Матвієвський В.С.(МО2221) «Організаційні зміни як шлях підвищення конкурентоспроможності корпорації» (кер. Задоя В.О.)

#### **Підсекція «Інформаційні технології та моделювання в економіці»**

**Керівник доц. Бандоріна Л.М.**

**24 травня, 13-00, ауд. 502**

1. Коваль І.Д. (ЕК901-18) «Моделювання системи планування виробництва продукції» (кер. доц. Бандоріна Л.М.)
2. Дідус О.М. (ЕК01-19) «Моделювання системи аналізу собівартості продукції підприємства» (кер. доц. Бандоріна Л.М.)
3. Корж Софія (КН01с-22) «Прикладне застосування диференційних рівнянь» (кер. доц. Білова О.В.)
4. Карпенко Д. В.(ЕК901-18) «Прогноз попиту на товари і послуги як основа планування діяльності підприємства» (кер. ст. викл. Савчук Р. В.)
5. Бовша Ю.Є. (ЕК901-18) «Маркетингова діяльність – важливий фактор впливу на ефективність діяльності підприємства» (кер. проф. Савчук Л. М.)
6. Гуліда Н. В. (ЕК901-18) «Потенціал підприємства як основа його конкурентної позиції» (кер. проф. Савчук Л. М.)

- 7.Вергун О.В. (ЕК901-18) «Дослідження факторів впливу на формування кредитного портфелю банку» ( кер. ст. викл. Савчук Р. В.)
- 8.Сазиків С. О. (ЕК901-18) «Аналіз методів управління фінансами підприємства» ( кер. ст. викл. Савчук Р. В.)
- 9.Мешко А. В. (ЕК01-19) «Дослідження факторів впливу на формування кредитного портфелю банку» ( кер. ст. викл. Савчук Р. В.)
- 10.Алам Абель Афтаб (ЕК01-19) «Розробка Моделі визначення оптимальних меж зон обслуговування споживачів» (кер. доц. Лозовська Л.І.)
- 11.Гриньов Я.В. (ЕК01-19) «Моделювання систем формування розкладу навчальних занять» (кер. доц. Лозовська Л.І.)
- 12.Катульська І.С. (ЕК901-18) «Розробка моделі управління запасами на підприємстві в умовах невизначеності попиту на продукцію» (кер. доц. Лозовська Л.І.)
- 13.Бичкова Д.М. (КН01-22) «Розподіли ймовірностей в ігртеорії: моделювання стратегій та ігрових ситуацій» (кер. доц. Моня А.Г.)
- 14.Савчук Г. В. (ДІ01-20) «Розвиток і створення високоефективних систем обчислювання» (кер. ст. викл. Петречук Л.М.)
- 15.Горбенко О. О. (ЕК901-18) «Розробка моделі аналізу виробництва та реалізації продукції» (кер. доц. Удачина К.О.)
- 16.Боев С.О. (ЕК01-19) «Розробка моделі оцінки маркетингової діяльності підприємства» (кер. доц. Удачина К.О.)
- 17.Черкаська Ю. А. (ЕК901-18) «Розробка моделі автоматизації процесів кадрової системи підприємства» (кер. доц. Удачина К.О.)
- 18.Льошин О.А. (ЕК901-18) «Розробка моделі прогнозу попиту на продукцію підприємства» (кер. ст. викл. Климкович Т.О.)
- 19.Курочка М.В. (ЕК01-19) «Моделювання системи аналізу реалізації продукції підприємства» (кер. ст. викл. Климкович Т.О.)
- 20.Шатайло В. А. (ДІ01-19) «Інформаційна безпека в системі електронного урядування SIEM» (кер. ст. викл. Іващенко Ю.С.)

#### **Підсекція «Економічна теорія та міжнародна економіка»**

**Керівник проф. Тарасевич В.М.**

**24 травня, 14-00, ауд. 302**

- 1.Альохін О.А. (ЕК902-22М) «Теоретичні підходи до визначення сутності міжнародної трудової міграції» (кер. проф. Лебедева В.К.)
- 2.Белан Д.С. (ЕК02-19) «Франчайзинг як сучасна форма міжнародного бізнесу» (кер. проф. Завгородня О.О.)
- 3.Білоцерковець Д.В. (ЕК902-20) «Середньовічний ринок валют: турбулентність чи хаос?» (кер. проф. Завгородня О.О.)
- 4.Бурковський М.Д. (аспірант) «Проблематика відновлення металургійних підприємств у воєнний період» (кер. проф. Тарасевич В.М.)
- 5.Ємець Є.В. (ЕК902-22М) «Розширення експортних можливостей національних виробників одиничних та дрібносерійних ливарних відливок» (кер. доц. Леонідов І.Л.)
- 6.Жмуренко В.Г. (аспірант) «Економічна самоорганізація та комерційна самоврядність: загальне та особливе в практиці господарювання» (кер. проф. Завгородня О.О.)
- 7.Завгородній К.О. (ЕК02-18М) «Пріоритетні напрями розвитку експортного потенціалу України» (кер. проф. Білоцерківець В.В.)
- 8.Компанієць С.В. (аспірант) «Проблеми реформування податкової політики: необхідність, виклики та перспективи» (кер. проф. Білоцерківець В.В.)

9. Квітковський С.В. (КТ01-22) «Динаміка цін на смартфони: історична ретроспектива» (кер. проф. Білоцерківець В.В.)
10. Константинов А.О. (ЕК902-22М) «Фактори підвищення міжнародної конкурентоспроможності вітчизняних підприємств» (кер. доц. Фаїзова О.Л.)
11. Константинов Є.О. (ЕК902-22М) «Інноваційна складова підвищення конкурентоспроможності підприємства на світових ринках» (кер. доц. Фаїзова О.Л.)
12. Кропова Д.Р. (ЕК902-18М) «Проблеми розвитку міжнародних конкурентних переваг металургійної промисловості України» (кер. проф. Завгородня О.О.)
13. Лисянська Д.О. (ЕК902-22М) «Сутність та чинники міжнародної трудової міграції» (кер. проф. Лебедева В.К.)
14. Раджабова Г.Ю. (ЕК02-18М) «Потенціал та конкурентні переваги економіки Азербайджанської Республіки у першій чверті ХХІ століття» (кер. проф. Білоцерківець В.В.)
15. Резніков Ю.М. (ЕК902-22М) «Європейська інтеграція України» (кер. проф. Тарасевич В.М.)
16. Хмельницька К.Ю. (ЕК02-19) «Бренд як інструмент розвитку міжнародної FASHION-індустрії» (кер. доц. Фаїзова О.Л.)
17. Шаратов Д.О. (ЕК02-18М) «Сутність та чинники експортної стратегії підприємства» (кер. проф. Тарасевич В.М.)

#### **Підсекція «Облік та оподаткування»**

**Керівник доц. Акімова Т.В.**

**24 травня, 13-00, ауд 349**

1. Долина І.А. (ОА01-19) «Інформаційне забезпечення обліку розрахунків з постачальниками» (кер. доц. Распопова Ю.О.)
2. Зіберова Н.І. (ОА901-16М) «Напрями удосконалення обліку основних засобів торговельного підприємства» (кер. проф. Зелікман В.Д.)
3. Назарова Н.І. (ОА901-18) «Обґрунтування вибору метода нарахування амортизації основних засобів» (кер. доц. Распопова Ю.О.)
4. Нелен А.О. (ОА01-19) «Напрями удосконалення внутрішнього контролю розрахунків з постачальниками» (кер. доц. Акімова Т.В.)
5. Степанов М.Ю. (ОА901-18) «Нормативна база з обліку дебіторської заборгованості» (кер. доц. Акімова Т.В.)
6. Федотова Д.О. (ОА01-19) «Питання удосконалення обліку праці» (кер. доц. Акімова Т.В.)
7. Щогла В.О. (ОА01-17М) «Удосконалення обліку дебіторської заборгованості промислового підприємства» (кер. проф. Зелікман В.Д.)
8. Коваленко М. К. (БО2226) «Аудиторське оцінювання як вид трансакційних послуг» (кер. доц. Топоркова О. А.)
9. Макеєва Я. В. (БО2221) «Особливості оподаткування в умовах нестабільності» (кер. доц. Пікуліна О. В.)
10. Кошман В. А. (БО2221) «Відображення основних засобів у фінансовій звітності за міжнародними стандартами в умовах воєнного часу» (кер. проф. Бобиль В. В. )

## **Підсекція «Фінанси, банківська справа та страхування»**

**Керівник проф. Мушнікова С.А.**

**24 травня, 13-00, ауд.355**

1. Ситник М.Г. (ФК901-18) «Формування та ефективне використання оборотних засобів промислового підприємства» (кер. проф. Мушнікова С.А.)
2. Ткач Д. (ФК01-18М) «Управління інвестиційним портфелем цінних паперів банку» (кер. проф. Мушнікова С.А.)
3. Ходченко А.Ю. (ФК01-19) «Заходи поліпшення кредитної політики банківської установи» (кер. проф. Мушнікова С.А.)
4. Юр'єва А.Ю. (ФК01-19) «Методи оцінки кредитоспроможності промислового підприємства» (кер. доц. Божанова О.В.)
5. Sieriedina M. B. (МО 2111) «Investing in a limited company» (supervisor Kuptsova T. A., Cand. Sc, Associate Professor)

## **МЕНЕДЖМЕНТ**

**Керівник секції проф. Козенков Д.Є.**

**24 травня, 13-00, ауд. 418**

1. Нецик Ю.В. (МН903–18) «Аспекти забезпечення управління кадровим потенціалом на сучасних підприємствах» (кер. ст. викл. Аніщенко Л.О.).
2. Оробченко Д.Ю. (МН903–18) «Якість продукції – ключовий важіль забезпечення конкурентоспроможності підприємства» (кер. ст. викл. Аніщенко Л.О.).
3. Гуменна А.О. (МН903–18) «Ефективні технології мотивації персоналу» (кер. ст. викл. Аніщенко Л.О.).
4. Туз А.В. (МН01–19) «Теоретичні основи формування кадрової стратегії» (кер. ст. викл. Аніщенко Л.О.).
5. Kellil Ussama (МН01–19) «Development of organizational structures and modern aspects of enterprise management» (кер. ст. викл. Аніщенко Л.О.).
6. Пашковський Д.А. (МН01–19) «Використання сучасних персонал-технологій у системі управління персоналом на підприємстві» (кер. доц. Шпортсько Г.Ю.).
7. Корниленко Ю.А. (МН903–18) «Використання кількісного вимірного індикатора фактично досягнутих результатів у досягненні певних цілей діяльності підприємства» (кер. доц. Шпортсько Г.Ю.).
8. Тараненко А.О. (МН03–18м) «Діяльність науково-дослідної установи у 2022 році» (кер. доц. Мироненко М.А.).
9. Друзь С.М. (МН03–18м) «Особливості діяльності трубних підприємств України за підсумками 2022 року» (кер. доц. Мироненко М.А.).
10. Касьян М.В. (МН03–18м) «Особливості діяльності науково-дослідної установи у 2017 – 2021 роках» (кер. доц. Мироненко М.А.).
11. Гусак Р.С. (МН03–18м) «Стратегічна спрямованість збутової політики в системі маркетингової орієнтації підприємства» (кер. доц. Вишневська М.К.).
12. Пузанов Є.О. (МН01-19) «Визначення набору ключових характеристик керівників, що обумовлюють якість реалізації функцій управління персоналом компанії» (кер. доц. Вишневська М.К.).
13. Мінченко О.І. (МН03–18м) «Психологічні особливості прийняття управлінських рішень» (кер. доц. Вишневська М.К.).
14. Івченков Д.С. (МН03–18м) «Комунікаційний менеджмент як основа вирішення управлінських конфліктів та криз» (кер. доц. Вишневська М.К.).

15. Вальяно К.В. (МН03–18м) «Психологічні аспекти управлінського контролю» (кер. доц. Вишневська М.К.).
16. Науменко О.С. (МН03–18м) «Рефлексивне управління організацією» (кер. доц. Вишневська М.К.).
17. Єгоров Я.О. (МН01–18м) «Проблеми міжнародних перевезень транспортно-логістичними компаніями України» (кер. ст.викл. Алексеєнко І.А.).
18. Лазебников М.Ю. (МН01–18м) «Вплив зовнішнього макросередовища на зовнішньоекономічну діяльність підприємства» (кер. ст.викл. Алексеєнко І.А.).
19. Коник Р.В. (МН903–18Д) «Стратегії ресурсозбереження на підприємстві» (кер. доц. Фаїзова С.О.).
20. Ксендзова М.С. (МН903–18Д) «Сутність антикризового управління на підприємстві» (кер. доц. Фаїзова С.О.).
21. Лемтюгов В.І. (МН903–18Д) «Еволюція теорії маркетингової діяльності» (кер. доц. Фаїзова С.О.).
22. Радченко Д.О. (МН903–18Д) «Механізм управління виробничим потенціалом підприємства» (кер. доц. Фаїзова С.О.).
23. Лапіна В.К. (МН01–19) «Розробка пропозицій щодо підвищення якості обслуговування клієнтів компанії» (кер. доц. Крамаренко А.В.).
24. Білоус В.С. (МН01–19) «Розробка підходів щодо удосконалення логістичної системи підприємства» (кер. доц. Крамаренко А.В.).
25. Дмухайло А.А. (МН01–19) «Сучасні підходи до удосконалення маркетингової діяльності підприємства» (кер. доц. Крамаренко А.В.).
26. Кудашова Н.С. (МН01–19) «Визначення можливих шляхів підвищення конкурентоспроможності компанії» (кер. доц. Крамаренко А.В.).
27. Усатенко Ю.М. (МН01–19) «Використання сучасних методів мотивації в управлінні персоналом підприємства» (кер. доц. Крамаренко А.В.).
28. Зінченко І.С. (МН01–19) «Фактори конкурентоздатності автотранспортного підприємства» (кер. доц. Усіченко І.В.).
29. Алексеєнко В.О. (МН903–16м) «Система трудової мотивації персоналу комерційного банку» (кер. доц. Усіченко І.В.).
30. Горбачевська А.М. (МН01–21) «Вибір підходів до організації процесу виходу підприємства на зовнішні ринки» (кер. доц. Усіченко І.В.).
31. Пільщикова А.Р. (ЕО01–19) «Політика зеленого зростання – сприяння економічному розвитку та заощадження природного капіталу» (кер. доц. Усіченко І.В.).
32. Пелюшенко К.Д. (ЕО01–19) «Проблеми розвитку екологічного менеджменту в Україні» (кер. доц. Усіченко І.В.).
33. Гмизіна В.М. (ТЗ01–19) «Екологічний менеджмент як шлях виходу із глобальної екологічної кризи» (кер. доц. Усіченко І.В.).
34. Селедцов М.В. (МН01–19) «Як ефективно планувати в умовах війни» (кер. доц. Лисенко Т.І.).
35. Попов В.В. (МН903–16м) «Стратегічне управління промисловим підприємством на принципах процесно-орієнтованого бюджетування» (кер. доц. Усіченко І.В.).
36. Подобєд В.Р. (ЕО01–19) «Впровадження інтегрованої системи менеджменту як шлях підвищення конкурентоздатності підприємства» (кер. доц. Усіченко І.В.).
37. Резник О.О. (МН 903–18) «Дослідження залучення персоналу в роботу компанії» (кер. доц. Лисенко Т.І.).
38. Кот Н. В. (МН01–19) «Удосконалення системи безпеки підприємства» (кер. доц. Лисенко Т.І.).
39. Пятничук В.В. (МН01–19) «Сутність життєвого циклу підприємств» (кер. доц. Лисенко Т.І.).

40. Голубенко В.Ю. (МН01–20) «Вплив тіньової економіки в Україні на безпеку бізнесу» (кер. доц. Лисенко Т.І.).
41. Лебединський Д.І. (МН01–20) «Промислове шпигунство стосовно бізнесу» (кер. доц. Лисенко Т.І.).
42. Мороз Ю.К. (МН01–19) «Оптимальне планування за умов невизначеності та ризику» (кер. доц. Каут О.В.).
43. Пащенко М.О. (733) «Сучасні методи мотивації на підприємствах України» (кер. проф. Чаркіна Т.Ю.).
44. Мельник Д.С. (МН903-18Д) «Методи мотивації як спосіб управлінського впливу на персонал» (кер. ст. викл. Гуцалова В.І.).
45. Ксендзова М.О. (МН903-18Д) «Управління конфліктами – запорука успіху роботи на виробництві» (кер. ст. викл. Гуцалова В.І.).
46. Зінов'єва Ю.С. (МН01-19) «Контролінг як чинник адаптивного та ефективного управління підприємствами промисловості» (кер. доц. Фріман Є.М.).
47. Зінов'єва Ю.С. (МН01-19) «Система управління ризиками підприємства» (кер. доц. Фріман Є.М.).
48. П'ятничук В.В. (МН01-19) «Економічна сутність кадрового потенціалу та його роль у забезпеченні конкурентоспроможності підприємства» (кер. доц. Фріман Є.М.).
49. П'ятничук В.В. (МН01-19) «Оцінка кадрових ризиків у системі управління персоналом» (кер. доц. Фріман Є.М.).

#### **Підсекція «Інтелектуальна власність»**

**Керівник проф. Петренко В.О.**

**24 травня, 11-00, ауд. 235**

1. Новородовський Є.В. (ІВ01-18-М) «Основні підходи формування портфелю інтелектуальної власності на промисловому підприємстві» (кер. проф. Корогод Н.П.).
2. Коваленко А.А. (ІВ01-18-М) «Сучасні реалії розвитку інтелектуального потенціалу в Україні» (кер. проф. Корогод Н.П.).
3. Троценко К.О. (ІВ01-18-М) «Сучасні тенденції ефективного управління інтелектуальною власністю» (кер. проф. Корогод Н.П.).
4. Шепілов-Комарницький В.В. (ІВ01-18-М) «Охорона та захист авторських прав в креативних індустріях» (кер. проф. Петренко В.О.).
5. Конопацька Ю.Г. (ІВ01-18-М) «Використання торговельних марок в рекламній діяльності» (кер. проф. Петренко В.О.).
6. Божко І.М. (ІВ01-18-М) «Франчайзингові відносини в сфері автосервісу» (кер. проф. Петренко В.О.).
7. Погорілий С.С. (ІВ01-18-М) «Експертиза як складова судового захисту порушених прав інтелектуальної власності» (кер. проф. Петренко В.О.).
8. Сторчай А.А. (ІВ01-18-М) «Інтелектуальна безпека промислового підприємства як чинник превентивного захисту прав інтелектуальної власності» (кер. проф. Петренко В.О.).
9. Кулик О.М. (ІВ01-18-М) «Інтелектуальна власність в цифровому середовищі» (кер. проф. Петренко В.О.).
10. Лапін П.Д. (ІВ01-18-М) «Використання інтелектуального продукту в умовах промислового підприємства» (кер. проф. Петренко В.О.).
11. Товщик С.О. (ІВ01-18-М) «Особливості використання гудвілу при виробництві наукоємної продукції» (кер. проф. Петренко В.О.).
12. Шевченко Є.Ю. (ІВ01-18-М) «Використання об'єктів права інтелектуальної власності в спортивно-оздоровчій сфері» (кер. проф. Петренко В.О.).

- 13.Щербина М.В. (ІВ01-18-М) «Інтелектуальне підприємництво – важлива складова інноваційного розвитку України» (кер. проф. Петренко В.О.).
- 14.Зозуля О.І. (ІВ01-18-М) «Використання географічних зазначень українськими виноробами в умовах створення Україною зони вільної торгівлі з ЄС» (кер. ст. викл. Швець Є.С.).
- 15.Полторацька К.В. (ІВ901-22-М) «Визначення способів охорони прав на комп'ютерні програми» (кер. ст. викл. Швець Є.С.).
- 16.Ніколайчук Т.В. (ІВ901-22-М) «Особливості управління інтелектуальною власністю» (кер. доц. Фонарьова Т.А.).

### **Підсекція «Управління проєктами»**

**Керівник проф. Петренко В.О.**

**24 травня, 11-00, кім. 235**

- 1.Баришевський А.І. (УП02-18-М) «Вирішальні процеси і стадії інноваційного проектування» (кер. проф. Корогод Н.П.).
- 2.Кармазін А.О. (УП02-18-М) «Умови успішної реалізації проєктів, створених у закладах вищої освіти» (кер. проф. Корогод Н.П.).
- 3.Добрицький Д.О. (УП02-18-М) «Взаємозв'язок факторів зовнішнього та внутрішнього середовища проєкту» (кер. проф. Корогод Н.П.).
- 4.Кармазін Я.О. (УП02-18-М) «Визначення життєвого циклу проєкту – найважливіша складова ефективного управління проєктами» (кер. проф. Корогод Н.П.).
- 5.Сушко М.П. (УП902-22–М) «Особливості управління ризиками в проєктах зі створення озброєння та військової техніки України» (кер. проф. Петренко В.О.).
- 6.Бушуєв М.Б. (аспірант) «Дослідження ринку інжинірингових послуг» (кер. проф. Петренко В.О.).
- 7.Саєнко М.В. (УП902-22–М) «Впровадження неформальної освіти з ІТ-спеціальностей» (кер. доц. Корхіна І.А.).
- 8.Калмиков А.В.. (УП02-18-М) «Проєкт модернізації металопрокатного підприємства» (кер. доц. Корхіна І.А.).
- 9.Лисенко А.В. (УП02-18-М) «Невідповідність стратегічним цілям організації як один з головних перепонів портфельного управління» (кер. доц. Корхіна І.А.).
- 10.Лисько Б.А. (УП02-18-М) «Інформаційне забезпечення управління ризиками банківських установ» (кер. доц. Фонарьова Т.А.).
- 11.Горбаньов М.О. (УП02-18-М) «Особливості чинників попиту на інноваційну продукцію» (кер. доц. Фонарьова Т.А.).
- 12.Дегтярьова А.Д. (УП02-22-М) «До питання формування іміджу» (кер. доц. Фонарьова Т.А.).
- 13.Лисак Я.В. (УП02-22-М) «Івент-менеджмент – управління проєктом створення події (заходу)» (кер. доц. Фонарьова Т.А.).
- 14.Дашевський Д.І. (УП02-18-М) «Управління проєктами в бізнесі: відмінності традиційного підходу та AGILE» (кер. доц. Кармазіна Л.Л.).
- 15.Лисенко А.В. (УП02-18-М) «Застосування LEAN-підходу до управління виробничими проєктами» (кер. доц. Кармазіна Л.Л.).
- 16.Заугольний В.В. (УП02-18-М) «Застосування pince2 управління проєктами в державних структурах: переваги та недоліки» (кер. доц. Кармазіна Л.Л.).
- 17.Шляхтін К.В. (УП02-18-М) «Розробка проєкту з використанням методології SCRUM: Практичний досвід» (кер. доц. Кармазіна Л.Л.).
- 18.Щербаков М.Ю. (УП02-18-М) «Сучасні технології візуалізації та звітності в управлінні ІТ-проєктами» (кер. доц. Кармазіна Л.Л.).

19. Тулінов А.І. (УП02-18-М) «Менеджмент ризиків в управлінні проектами: Сучасні підходи та інструменти» (кер. доц. Кармазіна Л.Л.).
20. Єфімчук О.В. (УП02-18-М) «Особливості програми забезпечення якості проекту організації» (кер. ст. викл. Швець Є.С.).
21. Лелікова О.С. (УП902-22-М) «Застосування процесного підходу в управлінні проектами розвитку промислових підприємств» (кер. ст. викл. Швець Є.С.).
22. Тарасова А.О. (УП902-22-М) «Визначення аспектів на яких формуються загальні правила управління проектами компанії» (кер. ст. викл. Швець Є.С.).
23. Жорова Ю.В. (УП902-22-М) «Застосування ризик-менеджменту в проекті в умовах невизначеності» (кер. ст. викл. Швець Є.С.).
24. Бистрова В.М. (УП902-22-М) «Використання процесно-орієнтованого управління проектами розвитку компаній сфери телекомунікацій» (кер. ст. викл. Швець Є.С.).

## **ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

**Керівник секції проф. Старовойт А.Г.**

**Підсекція «Металургійне паливо та вогнетриви»  
25 травня, 10-00, ауд. 325**

1. Сіровій С.А. (ХТ03-19) «Отримання вуглецевих матеріалів з відновлювальної сировини» (кер. доц. Чемеринський М.С.).
2. Омеляненко Ю.В. (ХТ03-19) «Використання асфальто-смолопарафінових сполук нафтової сировини у якості модифікатора для отримання брикетів з вуглецевих мас» (кер. проф. Малий Є.І.).
3. Білоус А.С. (ХТ01-19) «Сучасна тенденція вогнетривкої промисловості» (кер. доц. Голуб І.В.).
4. Заліпаєва Г.В. (ХТ01-18м) «Оптимізація виробництва вогнетривких виробів» (кер. доц. Голуб І.В.).
5. Пятигорська Д.Ю. (ХТ01-19) «Особливості виготовлення високоглиноземних вогнетривів» (кер. доц. Голуб І.В.).

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАУКИ**

**Керівник секції проф. Штапенко Е.П.**

**Підсекція «Нарисна геометрія, інженерна  
та комп'ютерна графіка»**

**Керівник ст. викл. Вишневський І.В.  
24 травня, 13-00, ауд. 603**

1. Стешенко Є. В. ( АП2111) «Види оптичних ілюзій» (кер. ст. викл. Попудняк Ю. Я.).
2. Мазоха В. М. ( ЕТ2211) «Історія розвитку нарисної геометрії» » (кер. ст. викл. Попудняк Ю. Я.).
3. Черкашина М. І. ( АП2211) «Роль нарисної геометрії та інженерної графіки в підготовці майбутніх архітекторів» (кер. ст. викл. Попудняк Ю. Я.).
4. Пушкар О. С. ( ЕТ2211) «Фрактали у повсякденному житті» (кер. ст. викл. Попудняк Ю. Я.).
5. Гальонко І. П. ( ПМ2212) «Системи координат та їх застосування» (кер. ст. викл. Попудняк Ю. Я.).

6. Мількевич С.С. (АП01-22) «3D моделювання складних поверхонь за допомогою команди Лофт» (кер. ст. викл. Вишневський І.В.)

#### **Підсекція «Фізика»**

**Керівник ст. викл. Ганич Р.П.**

**25 травня, 11-00**

1 Бухреєв Р.І. (СК 2221 (959) «Квантова суперпозиція як основа квантової фізики» (кер. Смирнова М.Л.)

2.Бабченко А.О., (ПМ2211) «Магнітні властивості електролітичних fe-p та fe-ni-p сплавів» (кер. ст. викл. Ганич Р.П. )

### **ГУМАНІТАРНІ НАУКИ**

**Керівник секції проф. Кривчик Г.Г.**

#### **Підсекція «Історія та культурологія»**

**Керівник ст. викл. Савич А.В.**

**24 травня, 14-00, ауд. 441**

1. Байдак Д.Г. (МБ01-22) «Культурне життя доби “застою”» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

2. Дубовий І.В. (МЛ01-22) «Утворення політичних партій в Україні наприкінці ХІХ ст.» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

3. Єфіменко В.Д. (МЕ02-22) «Б. Хмельницький – засновник Гетьманщини» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

4. Корнієнко О.В. (МЛ01-22) «Богдан Хмельницький – реформатор і фундатор української державності» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

5. Курамшин Я.О. (АП01-22), Приданцев С.О. (МВ01-22) «Розвиток науки і техніки в Україні у II полов. ХХ ст.» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

6. Мазур Д.О. (ЕО01-22) «Зародження і становлення театрального мистецтва в Україні» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

7. Мількевич С.С. (АП01-22) «Запорізька січ та її роль в історії України» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

8. Репан А.О. (МВ01-22) «Причини та наслідки Кривської унії» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

9. Родіонова А.О. (ЕО01-22) «Руїна та її політичні колізії» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

10. Тригуб Ю.М. (МЛ01-22) «Україна в першу світову війну (1914-1917 рр.)» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

11. Чемикос О.В. (МА01-22) «Перша світова війна і місце України у планах її учасників» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

12. Колозов В.М. (АП01-22) «Декабристські організації в Україні» (кер. ст. викл. Савич А.В.)

13.Галяс К. С. (МЕ09-22Н) “Візантія і Київська Русь – початок формування культурних відносин” (кер. доц. Кузнецов А.А.)

14.Мікрюкова К. Д. (МЕ090-22Н) «Релігійна політика князя Володимира» (кер. доц. Кузнецов А.А.)

15.Філіппов В.Є. (МЕ090-22Н) “Ярослав Мудрий – зразок державного управлінця, реформатора, просвітителя” (керівник доц. Кузнецов А.А.)

16.Степаненко Д.С. (МЕ090-22Н) Історичні місця Дніпропетровщини – фортеця Кодак (кер. доц. Кузнецов А.А.)

17. Лозицький О.В. (МЕ090-22Н) «Фортеця Кодак під час Визвольної війни українського народу» (кер. доц. Кузнецов А.А.)

#### **Підсекція «Філософія та політологія»**

**Керівник доц. Борисова Т.В.**

**25 травня 14-00 ауд. 482**

1. Бакун А.К. (КН01-22) «Дихотомія розуму та тіла: дуалізм ідей Платона» (кер. доц. Борисова Т.В.)
2. Барієва О.О. (ЕК902-21) «Сучасний стан політичної системи України» (кер. к.політ.н. Цурканова І.О.)
3. Дідик А.В. (ДІ01-22) «Становлення людини: між соціал-дарвінізмом та братерством» (кер. доц. Бескаравайний С.С.)
4. Драгущенко О.В. (ТЗ01-21) «Сучасний стан та особливості молодіжної політики в демократичному суспільстві» (кер. к.політ.н. Цурканова І.О.)
5. Квітковський С.В. (КТ01-22) «Мораль та етика як складові філософії» (кер. доц. Борисова Т.В.)
6. Купіна М.В. (ДІ901-20) «Міграційний чинник в політичному житті України в сучасних умовах» (кер. к.політ.н. Цурканова І.О.)
7. Курамшин Я.О. (АП01-22) «Емоційний штучний інтелект» (кер. доц. Бескаравайний С.С.)
8. Мількевич С.С. (АП01-22) «Ціна технологічного прогресу» (кер. доц. Бескаравайний С.С.)
9. Мозолевський Д.Д. (МБ01-21) «Роль та значення політичної еліти в українському парламентаризмі» (кер. к.політ.н. Цурканова І.О.)
10. Пінкін Я.Г. (КН01-22) «Гуманістична роль філософії в житті людини та суспільства» (кер. доц. Борисова Т.В.)
11. Приходько В.С. (СТ01-22) «Філософський погляд на суспільство споживання як основна частина загальної філософії сучасного суспільства» (кер. доц. Борисова Т.В.)
12. Рандоха Д.Д. (ЕП01-22) «Криза цивілізації споживання» (кер. доц. Бескаравайний С.С.)

#### **Підсекція «Документознавство та інформаційна діяльність»**

**Керівник проф. Михайлюк О.В.**

**24 травня, 13-00, ауд. 440а**

1. Бородіна О.М. (ДІ901-22М) «Виникнення писемності у східних слов'ян» (кер. доц. Савченко С.В.)
2. Комеристий В.Є. (ДІ01-21) «Особливості введення бібліотечної бази даних» (кер. доц. Прокоф'єва К.А.)
3. Піддубний М. В. (ДІ01-21) «Функції документа» (кер. доц. Решетілова О.М.)
4. П'ятак О.С. (ДІ01-21) «Документування в управлінській діяльності» (кер. проф. Михайлюк О.В.)
5. Мірошніченко В. С. (ДІ01-21) «Переваги та недоліки електронних документів» (кер. доц. Прокоф'єва К.А.)
6. Сморода Т.А. (ДІ01-21) «Сучасне діловодство та його особливості» (кер. доц. Решетілова О.М.)
7. П'ятак О.С. (ДІ01-21) «Кадрова документація» (кер. доц. Прокоф'єва К.А.)
8. Солдатова Є.С. (ДІ01-21) «Суб'єктивні причини зростання обсягу документообігу та оптимальне їх усунення» (кер. проф. Михайлюк О.В.)

9. Шафоростова О.О. (ДІ01-20) «Принципи і критерії проведення експертизи цінності документів» (кер. доц. Савченко С.В.)
10. Понзель К.Є. (ДІ01-19) «Правові аспекти електронного документообігу в Україні», (кер. доц. Решетілова О.М.)
11. Король А.І. (ДІ01-19) «Підвищення якості документації в організаціях», (кер. доц. Решетілова О.М.)

#### **Підсекція «Українська мова»**

**Керівник доц. Решетілова О.М.**

**25 травня, 13-00, ауд. 440а**

1. П'ятак О.С. (ДІ01-21) «Мовна комунікація: структура і функції», (кер. доц. Решетілова О.М.)
2. Солдатова Є.С. (ДІ01-21) «Теоретичні основи культури мовлення», (кер. доц. Решетілова О.М.)
3. Стешенко Є. В. (АП2211) «Щодо жанрової класифікації текстів ЗМІ» (кер. доц. Мірошніченко І. Г.)

#### **Підсекція «Педагогіка і психологія»**

**Керівник проф. Лучанінова О.П.**

**24 травня, 11.00, ауд. 373**

1. Вільхова Н.В. (ПР01-18М) «Роль пізнавальної активності у підготовці здобувачів вищої освіти з професійної освіти», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
2. Восьмерик В.А. (ПР01-18 М) «Інтерактивні методи навчання у професійній підготовці магістрів», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
3. Восьмерик В.А. (ПР01-18 М) «Тренінг як ефективний метод інтерактивного навчання» (кер. проф. Лучанінова О.П.)
4. Довбун Т. А. (ПР01-18М) «Формування професійної компетентності майбутніх металургів», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
5. Калініченко Д.І. ( ПР01-18 М) «Роль інтерактивних методів навчання у підготовці магістрів із професійної освіти», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
6. Калініченко М.І. (ПР01-18 М) «Роль науково-педагогічного дослідження у професійній підготовці магістра», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
7. Паленний Д.С. (ПР01-18 М) «Інтерактивні методи як сучасна форма проведення практичних занять», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
8. Прокопчук А.С. (ПР01-18 М) «Педагогічні умови розвитку професійної мотивації здобувачів вищої освіти», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
9. Тупченко О.О. ( ПР01-18 М) «Сучасні підходи до формування системи мотивації персоналу підприємства», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
10. Кузавко І.О. (ПР01-19) «Особливості методики викладання технічних дисциплін», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
11. Руденко М. М. (ПР01-19) «Викладач ХХІ століття як важливий стрижень освітнього процесу», (кер. проф. Лучанінова О.П.)
12. Арсенєвська В. (ПР01 18 М) «Педагогічні умови розвитку професійної мотивації здобувачів вищої освіти», (кер. проф. Лучанінова О.П.)

**Підсекція «Іноземна мова»**  
**Керівник доц. Кирпита Т.В.**  
**24 травня, 13-00, ауд. 521**

1. Бичкова Д.М. (КН01-22) "Use of fractal graphics" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
2. Васик Д.С. (АП01-22) "Principles and problems of using electric energy technologies" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
3. Івашина Ю.В. (ЕО01-22) "Environmental responsibility of entrepreneurship" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
4. Квітковський С.В. (КТ01-22) "New challenges and threats for science and business cyberattacks" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
5. Колесник А.В. (ФІ01-19) "Problems of translation of modal verbs in a literary text" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
6. Курамшин Я.О. (АП01-22) "The ways to improve performance of electric energy recuperators" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
7. Мазур Д.О. (ЕО01-22) "Production and its impact on the ecosystem" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
8. Приходько В.С. (СТ01-22) "International activities of the National Accreditation Agency of Ukraine" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
9. Родіонова А.О. (ЕО01-22) "State environmental policy is a way to solve the country's environmental problems" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
10. Слинько Д.М. (КН01-22) "Modern geopolitics as a science" (кер. доц. Кирпита Т.В.)
11. Алманов Б.П. (ПЗ2211) «Роль англійської мови за кордоном» (кер. доц. Мунтян А.О.)
12. Байдюк Р.В. (ЕЕ2221) «Важливе значення вивчення іноземної мови в технічному університеті» (кер. доц. Мунтян А.О.)
13. Білостоцька Д.О. (СК2221) «Як вчити ділову англійську» (кер. доц. Мунтян А.О.)
14. Борисенко А. (ПЗ2211) «Методи та стратегії для кращого запам'ятовування нових слів та розширення словникового запасу» (кер. доц. Мунтян А.О.)
15. Воронкін Е.І. (ЕТ2221) «Англійська мова – білет в кожен країну світу» (кер. доц. Мунтян А.О.)
16. Гриньов С.П. (ЕТ2221) «Роль мови у спілкуванні: від розуміння до ефективності» (кер. доц. Мунтян А.О.)
17. Діденко М.А. (ЕТ2221) «Методи та стратегії для кращого запам'ятовування нових слів та розширення словникового запасу» (кер. доц. Мунтян А.О.)
18. Кондратенко М.С. (ПЗ2211) «Англійська в ІТ» (кер. доц. Мунтян А.О.)
19. Мамчиц В. М. (УЗ2211) «Чому англійська мова є міжнародною» (кер. доц. Мунтян А.О.)
20. Панасенко Д.К. (ЕЕ2221) «Переваги та недоліки дистанційної освіти» (кер. доц. Мунтян А.О.)
21. Пушкар О.С. (ЕТ2221) «Способи вивчення англійської мови» (кер. доц. Мунтян А.О.)
22. Синельник М.С. (СК2221) «Важливість вивчення англійської мови» (кер. доц. Мунтян А.О.)
23. Хаустов А.В. (УЗ2211) «Дослідження методів вивчення іноземної мови» (кер. доц. Мунтян А.О.)
24. Ховавко В.В. (ЕЕ2221) «Гуманітарні дисципліни в підготовці майбутніх фахівців» (кер. доц. Мунтян А.О.)
25. Cherednichenko Valeriia, (ПЗ2211) «AN APPLICATION FOR TEACHING CHILDREN DURING A BLACKOUT» (Lang. adv. assos. prof. Muntian Antonina)
26. Grenbal Kirill, (ЛГ2221) «TIPS FOR A SUCCESSFUL PRESENTATION» (Lang. adv. assos. prof. Muntian Antonina)

- 27.Kulyk Serhii, (AT2222) «THE IMPORTANCE OF LEARNING ENGLISH» (Lang. adv. assos. prof. Muntian Antonina)
- 28.Nekur Andriy, (AT2222) «HOW TO CREATE A PROFESSIONAL RESUME» (Lang. adv. assos. prof. Muntian Antonina)
- 29.Romaniuk Dmitro, (П32211) «THE IMPORTANCE OF LEARNING ENGLISH IN IT-INDUSTRY» (Lang. adv. assos. prof. Muntian Antonina)
- 30.Usenko Nikita, (П32211) «THE IMPORTANCE OF LEARNING ENGLISH IN IT-INDUSTRY» (Lang. adv. assos. prof. Muntian Antonina)
- 31.Zashko Ya. M. (СК20120) «Types and Methods of Text Information Reduction» (research adviser Miroshnychenko I. H.)
- 32.Teslenko V.O. (КГ 2012 (538) «Die Probleme der zwischensprachlichen Kommunikation» (кер. Смирнова М.Л.)
32. Pavlova D. E. (УЗ 2012) «Foreign language in the life of society» (Language supervisor: Afanasieva L.V.)
33. Dembovskiy Pavlo (СК2211) «Traveling by train - how convenient and accessible, what are the advantages and disadvantages».(Language supervisor: Afanasieva L.V.)

#### **Підсекція «Філологія, переклад»**

**Керівник доц. Прутчикова В.В.**

**25 травня, 13-00, ауд.422**

- 1.Ведмедовський К.Є. (ФІ01-19) «To the Problem of Translation Adequacy» (кер. доц. Абрамова О.В.)
- 2.Змеул М.В. (ФІ01-19) «Особливості вживання та перекладу фразових дієслів в англомовних текстах» (кер. ст. викл. Громова О.П.)
- 3.Кардава Л.В. (ФІ01-19) «Importance of Transformations in English to Ukrainian translation» (кер. доц. Проніна Г.М.)
- 4.Козакова А.О. (ФІ01-19) «Реферування як процес мікроаналітичного згортання інформації» (кер. ст. викл. Піддубна Л.М.)
- 5.Мокрянська А.Є. (ФІ01-19) «Особливості процесу запозичення» (кер. доц. Абрамова О.В.)
- 6.Романяк А.С. (ФІ01-20) «Англійські оніми та їх відтворення українською мовою» (кер. ст. викл. Піддубна Л.М.)
- 7.Шатайло В.А. (ФІ01-19) «Лексичні та граматичні трансформації при перекладі з англійської мови на українську» (кер. доц. Проніна Г.М.)
- 8.Явтушенко Д.В. (ФІ01-19) «Використання комп'ютерних технологій під час письмового перекладу» (кер. доц. Шаркова Н.Ф.)

#### **Підсекція "Фізичне виховання"**

**Керівник доц. Хаджинов В. А.**

**25 травня, 11-00, ауд. 511**

- 1.Бондаренко Д, О. (МЕ01-21-2) «Засоби і методи фізичного виховання у закладах вищої освіти» (кер. ст. викл. Савенкова О. В.)
- 2.Євченко О. М. (МВ01-20-1) «Психічне здоров'я - основа повноцінного життя людини» (кер. доц. Чекмарьова Н.Г.)
- 3.Жарко А. О. (МЕ01-22-2) «Заняття легкою атлетикою, як циклічним видом спорту та її вплив на організм людини» (кер. ст. викл. Максимов А. В.)
- 4.Зінченко В. О. (ТЕ01-19) «Профілактика плоско-вальгусної деформації стоп студентів за допомогою фізичної культури» (кер. ст. викл. Савенкова О. В.)

5. Пономаренко В. С. (МВ01-19-1) «Місце самостійної роботи у системі професійної підготовки фахівця у закладах вищої освіти» (кер. в. о. доц. Чернявська О. А.)
6. Пухтінов М. В. (МЛ02-20) «Сучасні інформаційні технології та використання тренажерів у сфері фізичного виховання і спорту» (кер. ст. викл. Матлахов М. В.)
7. Хаджинов О. Р. (КН901-19) «Формування моральної поведінки студентів засобами і методами фізичної культури» (кер. доц. Хаджинов В. А.)
8. Чистякова Є. М. (СТ01-21) «Формування особистих якостей сучасної молоді засобами фізичної культури та спорту» (кер. доц. Чекмарьова Н. Г.)
9. Баглай В. С. (КГ 2012 (538) «Спорт та фізичне виховання молоді» (кер. Смирнова М. Л.)

## **ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА**

**Керівник секції доц. Ніколенко А. В.**  
**25 травня , 10-00, ауд. 117**

1. Смірнов Г. М. (АП01-18) «Дослідження джерел виникнення гармонік в електричній мережі феросплавного цеху» (кер. доц. Ніколенко А. В.).
2. Денисюк В. С. (АП01-18) «Розпізнавальна оптимізація в електромеханічних системах» (кер. доц. Стьопкін В. В.).
3. Єршова О. А. (АП01-19) «Прогнозування технічного стану електричних машин» (кер. ст. викл. Куваєв В. Ю.).
4. Опалько А. В. (АП01-19) «Дослідження розподілу енергії в робочому просторі рудо відновлювальної електропечі за допомогою заступної схеми» (кер. доц. Нежурін В. І.).
5. Єршова О. А. (АП01-19) «Електромагнітна сумісність і якість електричної енергії» (кер. ст. викл. Безденежних М. Є.).

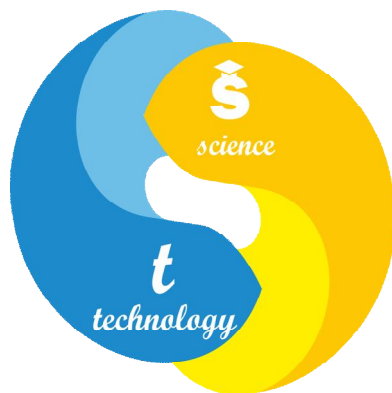
## **ЯКІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ**

**Керівник секції проф. Должанський А. М.**  
**24 травня, 12-00, кім. 285**

1. Каплан М. Е. (СТ01-19) «Аналіз та удосконалення нормативно-технічного забезпечення з виготовлення меду в Україні» (кер. проф. Должанський А. М.);
2. Аюпов О. А. (СТ01-19) «Аналіз технології та метрологічне забезпечення виробництва взуття» (кер. доц. Полякова Н. В.);
3. Махінько Р. С. (СТ01-17М) «Аналіз міжнародних та європейських стандартів на фарби та лаки для визначення перспектив розвитку нормативної бази України» (кер. доц. Максакова О. С.);
4. Котулько Д. С. (СТ901-22) «Перспективи розвитку нормативної бази України на зварювання та супутні процеси для визначення» (кер. Нестеренко О. Ю., доц. Максакова О. С.);
5. Килименко А. Р. (СТ01-18М) «Запровадження методик проведення роботодавцем заходів з безпеки та гігієни праці на основі ризикоорієнтованого підходу» (кер. доц. Максакова О. С.);
6. Ачинович В. М. (СТ01-19) «Новий стандарт ISO 45003:2021: керування психосоціальними ризиками на роботі» (кер. доц. Максакова О. С.);
7. Шишов Г. Р. (СТ01-18М) «Розробка та застосування методики визначення міжкалібрувального інтервалу ЗВТ» (кер. Нестеренко О. Ю., доц. Максакова О. С.);

- 8.Кусаєв К.Е. (СТ01-18М) «Аналіз результатів державного метрологічного нагляду в сфері контроль якості та безпечності харчових продуктів в Дніпропетровській області» (кер. доц. Ломов І.М., доц. Казановська О.Б.);
- 9.Ачинович В.М. (СТ01-19) «Негативні наслідки скасування обов'язкової повірки засобів вимірювань під час військового стану в Україні» (кер. доц. Ломов І.М., доц. Казановська О.Б.);
- 10.Трещов В.Е. (СТ01-17М) «Покращення якості управління відходами з урахуванням його категорій згідно з європейськими та національними нормативними документами» (керівники, доц. Бондаренко О.А., к.т.н., Мосьпан Н.М.);
- 11.Петльований Є.О. (СТ01-18М) «Удосконалення логістичної системи України у сфері перевезення відходів» (кер. доц. Бондаренко О.А., к.т.н., Мосьпан Н.М.);
- 12.Васько В.А. (СТ01-19) «Аналіз метрологічного забезпечення процесу надання послуг з ремонту комп'ютерної техніки» (кер. доц. Бондаренко О.А.);
- 13.Павлиш М.І. (СТ01-19) «Метрологічне забезпечення контролю якості і безпечності при виготовленні страв з риби в умовах закладу громадського харчування» (кер. ст. викл. Николаєнко Ю.М.);
- 14.Васильєва О.О. (СТ901-16М) «Моделювання вимірювання показників якості вугілля з використанням програми LabView» (кер. доц. Черноіваненко К.О.);
- 15.Васько М.М. (СТ01-19) «Метрологічне забезпечення контролю якості при виробництві сиропів згідно ДСТУ 7126» (кер. доц. Черноіваненко К.О.);
- 16.Бибик Н.М. (МЕ09-21Н) «Металографічні дослідження як засіб забезпечення контролю якості трубної продукції» (кер. доц. Ступак Ю.О.)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ  
“МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2023”**

Дніпро  
2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ  
“МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2023”  
24-25 травня 2023 року**

**ЗБІРНИК ТЕЗ**

**Том 1**

Дніпро  
2023

**Молода академія –2023. Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених  
Дніпро, УДУНТ, 2023- с.197**

У збірнику приводяться тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів “Молода академія – 2023”, в яких узагальнюються підсумки науково-технічної творчості студентів вищих навчальних закладів України.

У збірнику розглянуті питання раціонального використання мінерально-сировинних і енергетичних ресурсів, створення нових та удосконалення існуючих технологічних процесів, екологічних та економічних проблем сучасного виробництва для забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку.

**Редакційна колегія :**

**д.т.н. Пройдак Ю.С.- відповідальний редактор,**

**члени редакційної колегії :**

**д.т.н. Нізяєв К.Г.,**

**д.т.н. Пінчук В.О.,**

**д.т.н. Старовойт А.Г.,**

**д.е.н. Довбня С.Б.,**

**к.т.н. Єрмократьєв В.О.,**

**к.е.н. Козенков Д.Є.,**

**д.т.н. Савчук Л.М.**

**д.т.н. Должанський А.М.,**

**д.іст.н. Кривчик Г.Г.,**

**д.ф.-м.н. Штапенко Е.П.,**

**фахівець Мартинова Л.З.**

## ЗМІСТ ЗБІРНИКА

	Стор
Секція Металургія (Пірометалургія).....	5
Підсекція Металургія чавуну.....	5
Підсекція Металургія сталі .....	7
Підсекція Електрометалургія .....	12
Підсекція Металургія кольорових металів.....	21
Підсекція Теорія металургійних процесів.....	38
Підсекція Ливарне виробництво.....	45
Секція Механічна обробка.....	55
Підсекція Обробка металів тиском.....	55
Підсекція Теорія, технологія та технологічне проектування металургійних процесів.....	60
Секція Машинобудування .....	65
Підсекція Галузеве машинобудування.....	65
Підсекція Колісні та гусеничні транспортні засоби.....	84
Підсекція Прикладна механіка.....	92
Секція Інженерна механіка .....	96
Секція Матеріалознавство.....	101
Підсекція Прикладне матеріалознавство.....	101
Підсекція Покриття, композиційні матеріали та захист металі.....	118
Секція Енергетика.....	125
Підсекція Екологія .....	135
Секція Комп'ютерні науки.....	162
Підсекція Інформаційні технології та систем.....	162
Підсекція Комп'ютерна інженерія та кібербезпека.....	175
Підсекція Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.....	184

## **МЕТАЛУРГІЯ (ПРОМЕТАЛУРГІЯ)**

*ПІДСЕКЦІЯ «МЕТАЛУРГІЯ ЧАВУНУ»*

### **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАТЕРІАЛІВ ЯК ЗАМІННИКІВ ТВЕРДОГО ПАЛИВА ПРИ АГЛОМЕРАЦІЇ**

**Солод А.О., керівник доц. Ягольник М.В.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Основне надходження енергії на агломераційних процес відбувається за рахунок спалювання коксового дріб'язку, який забезпечує близько 78 % енергії, яка споживається в процесі агломерації. Енергія біомаси вважається перспективною заміною коксового дріб'язку в агломерації по-перше через її відновлюваність, а по-друге через нижчий вміст S і N.

Для зменшення впливу типу біомаси на властивості агломераційного палива, спрощення технології використання біомаси при агломерації можливо виробництво коксового дріб'язку з додаванням в шихту частки біоматеріалів. Метою роботи було визначення впливу на показники агломераційного процесу та якість агломерату заміни частки твердого палива біоматеріалами, які попередньо проходили підготовку.

Для дослідження в якості твердого палива використовували промисловий коксовий дріб'язок та коксовий дріб'язок, отриманий при температурі піролізу 850-1100 °C з додаванням 5 - 45 % біоматеріалів. Результати дослідження показали, що при використанні коксового дріб'язку, отриманого при температурі 850 °C з добавкою 15 % біоматеріалів спостерігається незначні зміни в параметрах процесу відносно базової технології. Застосування коксового дріб'язку, отриманого при температурі піролізу 850 °C дозволить знизити енерговитрати на виробництво палива та зменшить загальний екологічний вплив агломераційного виробництва на довкілля.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ КОКСУ НА РОБОТУ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ**

**Роман О. І., керівник проф. Бочка В.В.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Ефективність доменної плавки в значній мірі визначається якістю коксу. Це показали результати дослідження роботи доменних печей одного з металургійних заводів Придніпров'я на коксах, спечених з шихти різного складу. Якість коксу оцінювалась величинами показників CSR (показник холодної міцності коксу після випробувань у спеціальному барабані) та CRI (показник реакційної спроможності до взаємодії вуглецю коксу з CO<sub>2</sub>газу при температурі 1100 °C). Чим вище значення CSR і нижча величина CRI, тим краща якість коксу. В шихті для спікання коксу використовувались вугілля України та інших заводів.

Найвища якість коксу мала місце при спіканні вугілля Австралії (CSR -62,4%, CRI -25,5%). Всі інші варіанти шихти забезпечували показник CSR коксу в діапазоні 34,3% - 49,9%. Причому нижній показник – для суміші вугілля, а верхній – тільки з вугілля України.

За базовий період вибрано період з показниками CSR 43% і CRI 33%. При впровадженні технології роботи коксового цеху зі збільшенням частки вугілля Австралії до 60% показники якості коксу становили наступні значення CSR 50% і CRI 33%. Виконано аналіз роботи доменних печей при використанні спечених марок коксу.

Збільшення CSR складає 7%. В цих умовах продуктивність доменної печі об'ємом 2700м<sup>3</sup> збільшилася від покращення якості коксу на 9,8%. А питома витрата коксу зменшилась на 7%.

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛІЗОВМІСНИХ ВІДХОДІВ ПРИ АГЛОМЕРАЦІЇ**

**Слободян В. В., керівник доц. Бойко М.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

У всіх металургійних процесах утворюється значна кількість відходів, яку необхідно вловлювати і утилізувати для вилучення металів та інших корисних елементів, які в них містяться, і запобігання забруднення навколишнього середовища.

В даний час розроблені різні технології комплексної переробки шламів та пилу. Частина з них реалізована в промисловому масштабі за кордоном. У нас такі технології розробляються на рівні дослідних робіт і напівпромислових випробувань. Промислового виробництва, наприклад металізованих окатишів з шламів та пилу аглодоменного і сталеплавильного виробництв, в Україні поки немає. Ці матеріали використовуються лише як компоненти агломераційної шихти.

Критеріями придатності залізовмісних шламів для металургійних переділів є фізико - хімічний склад, який визначає можливість їх дозування, і здатність рівномірного розподілу шламів в основній масі початкової шихти, а також транспортування на всіх технологічних циклах окусування. Оцінка ефективності використання таких матеріалів щодо умов ряду підприємств показує, що для доменного процесу допустимий витрата дрібнодисперсних шламів до 200 кг / т агломерату. Однак при вмісті шламу понад 100 кг / т агломерату в агломераційній шихті через погіршення газопроникності шару знижується продуктивність агломераційної машини і якість агломерату.

Пропонується для збільшення максимальної витрати шламів в агломераційному виробництві та покращена показників процесу спікання попереднє брикетування дрібнодисперсних шламів та пилу до крупності брикетів 4 - 8 мм і введенням отриманих брикетів в агломераційну шихту. Розмір брикетів обирається з розрахунку можливості пропікання брикету за час перебування в зоні максимальних температур при агломерації.

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА ПРИ ОБПАЛІ ОКАТИШІВ**

**Подушко К. А., керівник доц. Бойко М.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

При виробництві окатишів обпал відбувається за рахунок згоряння природного газу, який наразі є дорогим дефіцитним паливом. Заміна його на більш дешеве тверде паливо дозволить досягти значної економії.

Одним з перспективних способів використання твердого палива при обпалі залізородних окатишів є введення його в шихту для огрудкування.

Тверде паливо в складі окатишів виконує дві функції: енергоносій для виділення теплоти і створення необхідних температурних умов для термічної обробки окатишів (внутрішнє джерело теплоти) і як компонент шихти, необхідний для протікання фізико-хімічних процесів в окремому окатишів і оброблюваному шарі. Тому вибір палива визначається сукупністю багатьох факторів.

Встановлено, що за рахунок горіння вуглецю твердого палива виділяється теплота тільки на поверхні окатишів. Основне ж кількість теплоти при випалюванні

гематитових і магнетитових окатишів виділяється в результаті окислення магнетиту в зонах випалу і охолодження. Із зони охолодження теплота передається в зони випалу нагрітим повітрям.

При додаванні в шихту для виробництва окатишів до 0,4 % твердого палива показники міцності на стирання та на удар не змінюються та відповідають показникам для окатишів без твердого палива.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «МЕТАЛУРГІЯ СТАЛІ»*

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗКИСЛЕННЯ ТА ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ НИЗЬКОКРЕМНІСТИХ МАРОК СТАЛІ**

**Басов М.О., керівник доц. Журавльова С.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Значення металургійної промисловості в сучасній економіці визначається насамперед тим, що вона є головним постачальником матеріалів для машинобудування та одним із основних постачальників конструкційних матеріалів для будівництва. У цій якості в металургійній промисловості відбувається загострення конкурентної боротьби між виробами з чорних металів та виробами з кольорових металів, на основі сплавів легких металів (в основному, алюмінію), а також між виробами з хімічної промисловості, таких як: конструкційні пластмаси, матеріалів на основі кераміки та різних видів композитних матеріалів.

У сучасних умовах розвитку металургійного комплексу України важливу роль набуває створення технологій, що забезпечують високу додану вартість та якість кінцевої продукції. Крім того, конкурентоспроможність вітчизняних підприємств значною мірою визначається можливістю виробництва металу, що користується підвищеним попитом на внутрішньому та світовому ринках. Одним з таких видів продукції є сталі для виробництва автомобільного листа, що піддаються глибокій витяжці та штампуванню.

Було проведено дослідження зміни окисленості металу в кисневому конвертері при виплавці різних марок сталі, а також у ковші на плавках маловуглецевої сталі, розкисленої алюмінієм, проаналізовані фактори, що впливають на величину активності кисню в сталеплавильному агрегаті перед випуском і в ковші.

У роботі підготовлені рекомендації щодо нормування витрати алюмінієвих матеріалів для розкислення сталі. Показано вплив попереднього розкислення сталі на випуску вуглецевими матеріалами на рівень засвоєння алюмінію та його питомі витрати.

Результати роботи можуть бути використані на металургійному підприємстві при розкисленні та позапичній обробці сталі.

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ СТАЛІ НА УСТАНОВЦІ КІВШ-ПІЧ**

**Ратушняк А.О., керівник доц. Журавльова С.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

В 2021 році експорт залізної руди та металопродукції склав найбільшу долю в структурі українського експорту. Однак після повномасштабного вторгнення Росії галузь опинилася на грані виживання. Минулого року гірничо-металургійний комплекс приніс Україні 22 млрд доларів експортної виручки. В загальній структурі експорту експорт чорних металів склав 20,46 % тоді як експорт аграрної продукції склав 18,6

%. І якщо 2021 рік був доволі хорошим для українських металургів, то після російського вторгнення вони опинилися в епіцентрі бурі.

Теперішній період розвитку металургії характеризується корінною зміною масштабів виробництва якісної сталі. Зростаючи вимоги нових галузей техніки до службових характеристик металу призвели до того, що виробництво сталі та сплавів, які вміщують дуже малу кількість газів, неметалевих включень та інших небажаних домішок, дуже однорідних по властивостям, стало більш затребуваним.

Здійснювати операції рафінування металу у багатьох випадках легше, якщо перенести їх із печі або конвертера до ковшу. Отримання якісної сталі забезпечує, в свою чергу, зростання промислового виробництва без збільшення кількості металу, що виплавляється. Виникла нова ситуація у промисловості, при якій масштаби виплавки сталі вже не характеризують промислову міць. Головним стає висока якість, чистота та надійність металопродукції.

В роботі були проаналізовані чинники, які впливають на результати роботи установки ківш-піч та якість металу. Аналіз роботи установки ківш-піч показав, що вагомий вплив на ступінь десульфурзації металу, а отже і на якість сталі в цілому, має витрата шлакоутворюючих матеріалів. Проведено дослідження основних показників роботи установки ківш-піч і знайдені раціональні витрати шлакоутворюючих матеріалів, які забезпечують сталу роботу установки позапічної обробки та хороші показники десульфурзації сталі.

Результати роботи можуть бути використані на металургійному підприємстві при позапічної обробки сталі на установці ківш-піч.

**ВПЛИВ ЄМНОСТІ КИСНЕВИХ КОНВЕРТЕРІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ  
ПАРАМЕТРИ І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИПЛАВКИ СТАЛІ**  
**Мовчан А. А., керівник доц. Синегін Є.В.**  
**Український державний університет науки і технологій**

В роботі розглянуто вплив ємності кисневих конвертерів на технологічні параметри і техніко-економічні показники виплавки сталі. Зокрема показано вплив ємності кисневих конвертерів на їх теплові втрати. Велика частина теплових втрат конвертера (за даними проведеного авторами аналітичного аналізу близько 5%) залежить від ступеня зносу його вогнетривкої футеровки. Зміна товщини футеровки внаслідок зносу знижує її тепловий опір, збільшуючи теплові втрати через кожух, а одночасне збільшення площі її внутрішньої поверхні збільшує площу теплопоглинальної поверхні і кількість теплоти, необхідної на нагрів верхнього шару футеровки після простою конвертера.

Використовуючи паспорта плавок з трьох підприємств оснащених кисневими конвертерами із верхньою продувкою ємністю 60, 250 та 350 т виконано порівняльний аналіз їх техніко-економічних показників. Визначено, що найкращі показники за питомою витратою чавуну та вапна мають конвертери більшої ємності. Методами регресійного аналізу визначені математичні моделі для описання впливу ємності конвертера на ці та інші показники конвертерного процесу.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНЖЕКЦІЇ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Федоренко Є. Г., керівник доц. Стоянов О.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Більшість металургійних реакцій протікає межі розділу метал-шлак. З цього можна зробити висновок, що їх інтенсифікація буде залежати від збільшення сумарної поверхні реагування, яка значно зростатиме при вдуванні порошкоподібних матеріалів.

Було досліджено поведінку газопорошкового струменя та окремих частинок зокрема, у газовому потоці та в металі. Транспортуючим газом служив аргон, порошкова суміш складалася з CaO і CaF<sub>2</sub> у співвідношенні 4:1 відповідно (фракційний склад суміші 0,1; 0,01; 0,001 мм у співвідношенні 1:1:1).

Ефективність процесу значною мірою залежить від поверхні зіткнення матеріалу, що вдується, з металом і тривалості перебування частинок в металі. Перераховані величини визначаються параметрами продування і в першу чергу тиском газу-носія в пневматичному нагнітачі, який визначається тиском в магістральному газопроводі.

Частинки, що вдуваються, можуть або впроваджуватися в метал, або флотуватися газопорошковими бульбашками, або залучатися у вигляді шлакової плівки з поверхні підфурменної зони в об'єм металу, яка при русі останнього дробиться на краплі. Кількість часток, що впроваджуються, не перевищує 10% всієї кількості, але площа контакту частинки, що впровадилася, з металом максимальна, так само, як і шлакових крапель, залучених в об'єм металу з поверхні підфурменної зони. Флотована частинка, що змочується металом, має площу контакту в 2 рази меншу. Площа контакту всередині мішура незмочуваних частинок близько 10%.

В результаті проведених розрахунків було встановлено: часу підйому газового мішура діаметром  $5,64 \cdot 10^{-2}$  м зі швидкістю спливання 0,3 м/с достатньо для повного просочення частинки вапна діаметром 0,01 мм флотованої цією бульбашкою; частинка вапна діаметром 0,1 мм зі швидкістю спливання 1,5 см/с не в змозі просочитися повністю за весь час підйому; у зв'язку з тим, що частинки діаметром менше 0,01 мм флотовані бульбашкою газу можуть бути досить швидко просочені металом існує велика ймовірність залучення цих частинок (шлакових крапель) в об'єм металу.

## **ОЦІНКА ТЕПЛОВИХ ВТРАТ КОНВЕРТЕРА ПІД ЧАС ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**Гриненко В. В., керівник доц. Стоянов О.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Більшість теплових втрат конвертера залежить від ступеня зносу його вогнетривкої футеровки. Зміна товщини футерування внаслідок зносу знижує її тепловий опір, збільшуючи теплові втрати через кожух, а одночасне збільшення площі її внутрішньої поверхні збільшує площу теплопоглинаючої поверхні та кількість теплоти, необхідної на нагрівання верхнього шару футерування після простою конвертера.

Для оцінки зміни питомого обсягу конвертера проведено аналіз динаміки зносу периклазовуглецевої футерівки різних виробників. Стійкість футерівки становила 1730...3266 плавов. Виміри розмірів робочого простору футерування проводили при планово-профілактичних ремонтах 4...7 разів за кампанію. В результаті визначено емпіричну залежність товщини зношеного шару футеровки від відносного періоду її

експлуатації, що дозволила моделювати орієнтовний профіль робочого простору конвертера в будь-який період його кампанії.

З використанням сучасної обчислювальної та вимірної техніки розроблено узагальнюючу методику та виконано оцінку теплових втрат стосовно кисневих конвертерів ємністю 60 т. Встановлено, що в ході кампанії конвертера загальні теплові втрати конвертера збільшуються на 2,2% від приходу тепла. Результати розрахунку теплових втрат конвертера через футерівку добре узгоджуються з термограмою кожуха конвертера, виконаною за допомогою тепловізора.

## **ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ У ПОДОВИХ АГРЕГАТАХ В УМОВАХ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»**

**Кукуть В. О., керівник доц. Мамешин В.С.**

**Український державний університет науки і технологій**

В умовах складного положення сучасного металургійного комплексу України одним з підприємств, що продовжує стабільно виробляти сталь є ПАТ «Запоріжсталь».

Сталеплавильний комплекс ПАТ «Запоріжсталь» включає два виду подових сталеплавильних агрегатів – мартенівські 500 т печі та 250 т двованні сталеплавильні агрегати.

Для порівняння їх ефективності було проведено порівняння основних показників роботи подових сталеплавильних агрегатів.

Одними з основних показників роботи сталеплавильних агрегатів є вихід придатної сталі та продуктивність печі. Вихід придатної сталі для масиву, що досліджували, відповідно, склав для двованного сталеплавильного 90,29%, а для мартенівської печі №8 – 89,63%. Середня продуктивність склала 65,3 т/год. для мартенівської печі № 8 та 69,8 т/год для ДСПА.

Питома витрата брухту для мартенівської печі в умовах ВАТ «Запоріжсталь» коливається в інтервалі 215-285,5 кг. А для ДСПА питома витрата брухту складає 202-271 кг/т. Середня витрата брухту по масивам складають 250,4 кг/т для МП №8 та 229,636 кг/т для ДСПА.

Залежності продуктивності від питомої витрати металобрухту складає для ДСПА 230,8 кг/т, а для МП №8 близько 258,5 кг/т). Такий характер залежності пов'язаний з тим, що зі зростанням питомої витрати брухту зменшується витрата чавуну, а відповідно й знижується маса домішок чавуну, які треба окислити під час плавки й скорочується тривалість плавки тобто продуктивність агрегату зростає. Якщо витрата брухту складає більш ніж оптимальні значення, зниження продуктивності пов'язане зі збільшенням тривалості періоду завалки та прогрівання й відповідно збільшується тривалість плавки.

Залежності виходу придатної сталі від питомої витрати брухту мають максимумами відповідно 231,34 кг/т для ДСПА та 249 кг/т. Такий характер залежностей обумовлено тим, що зі зростанням питомої витрати брухту зменшується витрата чавуну, а відповідно й знижується маса домішок чавуну, які окислюються під час плавки. Зменшення виходу придатного, після досягнення оптимуму пов'язаний зі збільшенням кількості брухту поверхня якого переокислюється у період нагрівання, та втратами заліза у вигляді FeO зі шлаком.

Середня питома витрата кисню при виплавці сталі ЗС- 8 в ДСПА складає 56,215 м<sup>3</sup>/т., а при виплавці сталі ЗС - 8 в МП №8 55,09 м<sup>3</sup>/т. Визначено, що збільшення питомої інтенсивності продування знижує продуктивність подових агрегатів оскільки збільшити кількість кисню який поступить у ванну можливо лише за рахунок більшої тривалості продування й відповідно збільшення загальної тривалості плавки, що при

умовно постійній кількості готової сталі приведе до зниження продуктивності сталеплавильного агрегату.

### **КОМПЛЕКСНА ОБРОБКА ЧАВУНУ В КОВШІ З МЕТОЮ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ ТА ВИДАЛЕННЯ КРЕМНІЮ**

**Батура Є.В., керівник проф. Нізяєв К.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Підвищення конкурентоздібності продукції чорної металургії України потребує пошука нових рішень, забезпечуючих поліпшення якості чавуну та збільшення ефективності його виробництва в умовах сировинної бази держави. В цьому аспекті використання позадоменної обробки з метою здешевлення виробництва переробного чавуну та поліпшення його якості для киснево – конвертерної виплавки більш дешевої високоякісної сталі по малошлаковій технології особливо актуально в теперішній час для доменних цехів України, працюючих в умовах зниження якості шихтових матеріалів та температури дуття, скорочення вдування природного газу при відсутності подачі пиловугільного палива через фурми.

Виконаний аналіз основних показників чавуну ПрАТ-ДМЗ показав, що в 70-80 % випадків чавун має наступний хімічний склад: Si 0,6-0,9 %, Mn 0,5-0,8 %, S 0,03-0,04 %. Це повністю відповідає вимогам «Типової технологической инструкции по выплавке стали в конвертерах» (ТТИ-1.-8-15-22-86), яка розроблена Інститутом чорної металургії ім. З.І.Некрасова. Але, незважаючи на це, досить щільний інтерес, як було показано в розділі 1 дійсної роботи, є питання розробки комплексної технології позапічної десіліконізації та десульфурації чавуну.

Запропонована комплексна обробка чавуну в ковші, яка передбачає десульфурацію гранульованим магнієм шляхом його вдування через встроєну у ковші бокову фурму та знекремнювання шляхом перемішування в ковші з вапном та агломератом. Виконаний розрахунок необхідної кількості реагентів для здійснення позапічної обробки чавуну з метою десульфурації та видалення кремнію. Приведено вибір технології комплексної обробки чавуну, вибір реагентів, енергоносіїв та основного встановлююмого технологічного обладнання, яке використовується при комплексній обробці чавуну, технологічна схема комплексної обробки чавуну.

### **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ВАНАДІЄВОГО ЧАВУНУ В КОНВЕРТОРІ ГАЗОКИСНЕВОГО РАФІНУВАННЯ**

**Харчук Ф. Л., керівник доц. Малій Х. В.**

**Технічний університет «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХІНКА»**

Відповідно до теоретичних положень деванадизації чавуну моделювання проводили з виходом на температуру металу не більше 1380 °С вмісту оксидів заліза в шлаку на рівні 50% [1]. В якості охолоджувача використовували: окалину, азот, твердий чавун. Джерела надходження оксидів заліза – окалина та окислення Fe чавуну.

Виконано моделювання переробки ванадієвого чавуну в ГКР конвертері за чотирма варіантами:

- 1 - плавка без проміжного скачуванням шлаку;
- 2 - плавка зі скачуванням шлаку;
- 3- плавка зі скачуванням шлаку та залишення кінцевого шлаку під наступну плавку;
- 4 - плавка із застосуванням твердого чавуну та проміжним скачуванням шлаку.

У прибутковій частині теплового балансу плавки враховували теплоту реакцій окислення домішок чавуну та заліза. У витратній частині витрати теплоти на нагрівання окалини, азоту, твердого чавуну та тепловтрати конвертера (8%).

Розрахунок виконаний на 1000 кг чавуну. Прийняті наступні припущення: міксерний шлак відсутній; ступінь засвоєння кисню 100%; залізо окислюється до (FeO), склад твердого чавуну аналогічний рідкому чавуну; частка шлаку, що скачується після першого періоду -1,0; тепловтрати конвертера 8%.

За результатами моделювання, отримані дані щодо коефіцієнту розподілу ванадію по різних варіантам технології (див. табл.1).

Табл.1 Значення коефіцієнту розподілу ванадію по різних варіантам технології

№	Варіант технології	Вміст оксидів ванадію в кінцевому шлаку, %	Коефіцієнт розподілу $L_v$
1	Плавка без проміжного скачуванням шлаку	32,24	403,0
2	Плавка зі скачуванням шлаку	48,85	610,63
3	Плавка зі скачуванням шлаку та залишення кінцевого шлаку під наступну плавку	32,78	409,75
4	Плавка із застосуванням твердого чавуну та проміжним скачуванням шлаку	49,54	619,25

Також отримані дані температурних характеристик моделювання, так:  $1 \text{ м}^3/\text{т}$  азоту, що вдується, призводить до зниження температури ванни на  $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $1 \text{ м}^3/\text{т}$  кисню на окислення заліза підвищує температуру металу на  $50,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $10 \text{ кг/т}$  твердого чавуну призводить до зниження температури ванни на  $7,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $10 \text{ кг/т}$  окалини призводить до зниження температури ванни на  $20,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Літературні джерела

1. Бойченко Б.М. Конвертерне виробництво сталі (теорія, технологія, якість сталі, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія) : Підручник / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотський, П.С. Харлашин. – Дніпропетровськ: РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004. – 454 с.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ»*

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕНТРАТІВ МОКРОЇ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ ШЛАМІВ ПРИ ВИПЛАВЦІ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ**

**Міхалєв Е.Ю., керівник проф. Проїдак Ю.С.**

**Український державний університет науки і технології**

Однією з пріоритетних задач гірничо-металургійного комплексу України, щодо раціонального використання марганцю родовища Нікопольського марганцеворудного басейну, є розробка та впровадження на усіх стадіях наскрізної технологічної схеми

ефективних технологій видобутку та збагачення руди, агломерації концентратів і виплавки марганцевих феросплавів широкого сортаменту, які забезпечують підвищення коефіцієнта корисного вилучення марганцю з руди та виплавку конкурентоспроможних на міжнародному ринку феросплавної продукції марганцевих феросплавів.

За діючими технологіями збагачення оксидної марганцевої руди Покровського родовища на збагачувальних фабриках АТ “ПГЗК” корисне вилучення марганцю із початкової руди із вмістом марганцю (22,84 % Mn, 2010 р.; 24,32 % Mn, 2016 р.) у концентрати становило 70,0 % (2010 р.) і 68,4 % (2016 р.). При цьому вихід концентратів складав 38,3 % (2010 р.) і 34,0 % (2016 р.), а відвального шламу в кількості 59,64% з вмістом Mn 11,2 – 12,8 %. За роки експлуатації збагачувальних виробничих потужностей АТ “ПГЗК” у шламонакопичувачах заскладовано на 01.01.2016 р. 129 млн. т шламу, у тому числі “Криві Луки” 63,4 млн. т (12,8 % Mn) і “Чкалівська збагачувальна фабрика” (ЧЗФ) 65,6 млн. т (11,19 % Mn).

У ці роки застосування високоінтенсивної мокрої магнітної сепарації (ВММС) шламів відпрацьованих шламонакопичувачів з виробництвом сертифікованих концентратів не набуло широкого поширення. Практично відсутні також дані щодо наукового обґрунтування виробництва агломерату із використанням концентрату ВММС шламу класу крупності 1 – 0 мм і виплавки марганцевих феросплавів з використанням агломерату АМ-2.

Наведені вище матеріали свідчать, що розробка та впровадження у виробництво марганцевого агломерату із застосуванням концентратів ВММС шламу та виплавка марганцевих феросплавів є актуальним науково-технічним завданням.

## **ШЛАКОВИЙ РЕЖИМ ТЕХНОЛОГІЇ РАФІНУВАННЯ РІДКОЇ СТАЛІ НА УСТАНОВЦІ ПІЧ-КІВШ**

**Бикова А.Ю., керівник проф. Проїдак Ю.С.**

**Український державний університет науки і технологій**

Дослідження з розробки технології підвищення якості колісної сталі при її виплавці у відкритих дугових електропечах засобами спеціальної електрометалургії стали передмовою для рішення низки взаємопов’язаних задач при освоєнні технології рафінування рідкої сталі в установках піч-ківш (LHF) і камерного вакууматора (VD). Двоєдина задача досягнення більш глибокої десульфурзації та підвищення стійкості футерівки печі-ковша (особливо шлакового пояса) розв’язана на основі аналізу термодинамічних даних складних оксидно-фторидної  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CaF}_2$  та металічної  $\text{Ca-Al-Fe}$  систем. Проектна технологія, яка розглядалась спочатку тільки при нагріві металу в печі-ковші перед вакуумуванням, передбачала використання шлаку бінарної системи  $\text{CaO-CaF}_2$  (на 120 т рідкої сталі витрачали 300 кг вапна та 20 кг плавикового шпату). Цей шлак дуже активно хімічно взаємодіяв з андалузитовою футерівкою ковша (63,4 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  та 36,6 %  $\text{SiO}_2$ ), внаслідок чого стійкість шлакового пояса складала 2 – 4 плавки. У подальший період шлаковий пояс футерували імпортною периклазохромітовою цеглою (марка SLV20, Словачія). Петрографічними дослідженнями виломів футерівки шлакового пояса, виготовленого з периклазохроміту, виявлені особливості хімічної ерозії вогнетривів під дією оксидно-фторидних шлаків і високих температур. Вивчена динаміка зміни хімічного складу рафінувального шлаку в печі-ковші в процесі технологічного циклу. Встановлено, що наприкінці періоду рафінування сталі при включених електричних дугах шлак мав такий хімічний склад (у мас. %): 40,4 CaO; 22,4  $\text{SiO}_2$ ; 8,2  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 2,12  $\text{CaF}_2$ ; 20,1 MgO; 4,4  $\text{Fe}_{\text{загал}}$ ; 0,22 S;  $\% \text{CaO} / \% \text{SiO}_2 = 1$ . Коефіцієнт розподілу сірки під шлаком складає

$L_S = (\%S)/[\%S] = 22,0$ . На основі виконаних досліджень зроблено висновок, що таке значення  $L_S$  можна отримати, використовуючи безфторидний шлак системи  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , який є менш реакційним по відношенню до андалузитової та периклазохромітової футерівки.

**ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОЯКІСНОЇ СТАЛІ ДЛЯ КАТАНКИ**  
**Валявський Я.Р., керівник проф. Пройдак Ю.С.**  
**Український державний університет науки і технології**

На сучасному світовому ринку затребувана катанка підвищеної деформованості для безвідпального волочіння в дріт діаметром до 0,5 мм. Актуальною проблемою виробництва високоякісної катанки є її обривність при волочінні, тому до її хімічного складу та фізико-хімічних властивостей висувають низку вимог: низький вміст вуглецю, марганцю та шкідливих домішок (сірки та фосфору); підвищена чистота за неметалевими включеннями та газами; хімічна та мікроструктурна однорідність. Фізико-хімічні властивості металу формуються протягом всього виробничого циклу, однак найбільший вплив на якість і властивості готового металу здійснюється під час позапічної обробки, що обумовлює необхідність підбору її раціональних параметрів у залежності від характеристик цільового продукту.

Однак залишається відкритим питання обґрунтування вибору складу розкислювачів при обробці металу в ковші, оптимальної їх концентрації та моменту введення, підбору раціональних режимів вакуумування, що забезпечить низький вміст вуглецю та мінімізує вміст неметалевих включень. Таким чином, на теперішній час для технології виробництва чистих сталей із застосуванням сучасного комплексу «дугова сталеплавильна піч – установка “піч-ківш” – вакууматор – машина безперервного лиття заготовки (МБЛЗ)», що особливо важливо для випуску сталей, призначених для отримання високоякісної катанки для безвідпального волочіння.

**ВИПЛАВКА ФЕРОСИЛІЦІУ ІЗ ЗНИЖЕНИМ ВМІСТОМ АЛЮМІНІЮ**  
**Пікулик Н.О., керівник проф. Гладких В.А.**  
**Український державний університет науки і технології**

Феросиліцій – сплав звичайної якості використовують практично при виплавці усіх марок сталей для попереднього розкислення. Однак, для сталей електротехнічної промисловості (електротехнічних сталей), які мають підвищений вміст кремнію до 6%, не можна задавати висококремністий сплав з підвищеним алюмінію, який негативно впливає на основні електротехнічні характеристики сталей. Тому, в даній роботі розглянуті питання отримання висококремністого феросиліцію із зниженим вмістом алюмінію.

Існує два основних напрямки отримання такого сплаву. Перший – з використанням низькоглиноземистої сировини. Другий – рафінування сплаву від алюмінію. Другий варіант найбільш витратний та складний у технологічній реалізації.

По першому варіанту треба мати низькоглиноземісті кварцити, що є дефіцитною сировиною. В Україні якісна сировина може поставлятися з Овруцького родовища (Житомирська обл.), родовища якого вміщують не менш 97%  $\text{SiO}_2$  та 1,1%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Регламентований вміст глинозему дозволяє отримати сплав з низьким до 0,7% Al, що дозволяє використовувати його електротехнічних сталей. Крім того, знижується витрати електроенергії на відновлення алюмінію, що може сприяти зниженню витрат електроенергії на 100 – 200 кВт·т феросиліцію марки ФС65.

## **КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ МАРГАНЦЕВОЇ СИРОВИНИ ШЛЯХОМ ВИПЛАВКИ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВОГО ФЕРОМАРГАНЦЮ ТА ПЕРЕРОБНОГО ШЛАКУ**

**Іванов І.В., керівник проф. Гладких В.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Україна посідає одне з провідних місць у світі за запасами марганцевої сировини. Однак, разом з цим, руди більшості родовищ характеризуються підвищеним вмістом шкідливої домішки фосфору, який негативно впливає на якість сталі та чавуну при їх легуванні марганцевими феросплавами. Поряд з цим, для отримання марганцевих сплавів із зниженим вмістом фосфору використовують низькофосфористий марганцевий шлак, який отримують методом електротермічної плавки. Цей процес супроводжується додатковою втратою ведучого елемента, а також енергетичних та людських ресурсів.

Поряд з цим, існує багато марок сталей, для яких підвищений вміст фосфору не має критичного впливу, тому можна використовувати марганцеві сплави із вмістом фосфору до 0,7%.

В роботі розглянуто можливість виплавки високовуглецевого феромарганцю безфлюсовим процесом з одночасним отриманням переробного марганцевого шлаку з вмістом 34-38% Mn та дуже низьким до 0,01% фосфору. Такий переробний шлак може бути використаний в якості вихідної сировини при виплавці товарного чи переробного феросилікомарганцю із зниженим вмістом фосфору. Такий сплав є необхідним для виплавки низько- та середньовуглецевого феромарганцю та металевого марганцю. Реалізація даної замкнутої схеми дозволить підвищити наскрізне вилучення марганцю у придатний продукт та зменшить негативний вплив на навколишнє середовище, що поліпшить природоохоронні умови.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ДИФУЗІЙНОГО РОЗКИСЛЕННЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ВАННИ КАРБІДОМ КРЕМНІЮ ПРИ ВИПЛАВЦІ СТАЛЕЙ**

**Заболотських Є.В., Романов О.Ю., керівник доц. Дерев'янка І.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

З метою визначення можливості протікання процесів розкислення карбідом кремнію залізовуглецевих розплавів при виплавці сталі проведено термодинамічний аналіз взаємодії компонентів у системі SiC-Fe-C.

В виробничих умовах після окислювального періоду, що закінчується скачуванням шлаку, ванну розкисляли феросиліцієм (феросилікомарганцем), а потім легують феромарганцем. Шлак відновлювального періоду розкисляли карбідом кремнію.

Отримані результати показали що комплекс фізико-механічних властивостей металу виливків з електросталі Гадфільда вищий на 8-10%, порівняно з якістю металу, одержуваного за традиційними технологіями

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТАНУ САМОХІДНОЇ ПЕЧІ ОПОРУ АЧЕСОНА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КАРБІДУ КРЕМНІЮ

Ярошенко Я.О., Дробишев А.М., керівник доц. Дерев'яно І.В.  
Український державний університет науки і технологій

Особливістю печей Ачесона для одержання карбіду кремнію є те, що для перетворення електричної енергії на теплову в ній служить опір вуглецевого матеріалу (кern).

Як вимірювальний зонд використовувався потенціал колосника, який добре ізольований від корпусу. Перший колосник розташований на відстані 65мм від струмопідвідного блоку. По відношенню до нього вимірювався потенціал усіх інших колосників. Перший і останній вимірювання проводилися по відношенню колосників, що знаходяться від струмопідвідних блоків на відстані 65мм.

Теоретичним передпосиланням є те що поверхня провідника в електростатиці є еквіпотенційною поверхнею у всіх точках якої потенціал електричного поля має однакове значення  $j = \text{const}$ .

Проведені дослідження показують нерівномірність виділення потужності по довжині kern. Для усунення цього явища необхідно оптимізувати технічні параметри kern та зони перехідного контакту струмопідвідний блок-kern.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ АГРЕГАТІ КІВШ-ПІЧ

Портний В.В., Щербаков Б.О., керівник доц. Жаданос О.В.  
Український державний університет науки і технологій

Позапічна обробка сталевих розплавів на електродугової установці ківш-під (УКП) і вакуумній установці – один з інноваційних напрямків в сучасній металургії. Важливим завданням щодо вдосконалення технології позапічної обробки сталі є зниження питомих витрат електричної енергії. З урахуванням слабкої спостережливості основного параметра процесу, що регулюється - температури розплаву (контролюється шляхом періодичних вимірів), необхідно прогнозувати її за допомогою математичних моделей, що є важливою умовою для оптимізації енергетичного режиму позапічної обробки сталі.

Розроблена динамічна модель теплоенергетичних процесів в УКП включає наступні підсистеми: «Дуга», «Добавки», «Поверхня», «Стінки», «Днище». В даних підсистемах оцінюються основні статті енергетичного балансу установки. При заданій початковій температурі сталі перед обробкою на установці, температурі футеровки ківшу, а також масі і теплоємності розплаву визначається поточне значення температури рідкої сталі. У підсистемі моделі «Дуга» визначається енергія електричних дуг, що надходить на нагрівання розплаву.

$$E_{\text{дуг}} = K \cdot \sqrt{3} \cdot U_{2,j} \cdot I_{2,j} \cdot \cos \varphi_j \cdot \eta_{\text{эл.}j} \cdot t_{\text{нагр}}, \quad (1)$$

де  $K = 0,1 \dots 1$  – коефіцієнт, що враховує втрати потужності дуг на опромінення стінок ківшу і склепіння УКП в залежності від товщини шлакового покриву;  $U_{2,j}$ ,  $I_{2,j}$ , – відповідно номінальні напруги і струми на вторинній обмотці трьохфазного трансформатора  $j$  – ої ступені напруги,  $\cos \varphi_j$  – коефіцієнт потужності трансформатора;  $\eta_{\text{эл.}j}$  - електричний к.к.д. УКП,  $t_{\text{нагр}}$  – час нагрівання металу.

У підсистемах моделі «Добавки», «Поверхня», «Стінки», «Днище» виконується визначення енергетичних втрат розплавом внаслідок нагрівання, розплавлення введених шлакоутворюючих і легуючих матеріалів, втрат через межу розплав-шлак,

теплопередачі через футерівку ківшу. При розрахунках теплових втрат внаслідок нагрівання футерівки ківшу і теплопередачі через неї вважали, що стінки ківшу є циліндром, а днище ківшу - плоскою поверхнею. Для межі розплав - футерування і зовнішньої поверхні ківшу задавали граничні умови 3-го роду, а на стиках шарів футеровки і корпусу ківшу - граничні умови 4-го роду. При визначенні теплових втрат випромінюванням враховували наявність відкритої поверхні металу, яка утворюється висхідними потоками аргону, а також той факт, що під час технологічних зупинок, в зв'язку з затвердінням шлакового покриву, теплові втрати з поверхні, що вкрита шлаком зменшуються.

УКП, під яку адаптувалася розроблена модель, має наступні технологічні параметри:  $M_{розп} = 160$  т,  $U_{2,j} = 270-390$  В,  $I_{2,j} = 20,8-46,3$  кА, активна потужність  $P_{акт} = 8,8-21,6$  МВт, довжина електричної дуги  $L_{дуг} = 60-135$  мм,  $P_{дуг} = 8,1-18,8$  МВт,  $\cos\varphi = 0,66-0,86$ ,  $\eta_{ел} = 0,84-0,91$ . Встановлено, що збільшення температури розплаву під час нагрівання на УКП без урахування введення шлакоутворюючих, легуючих, розкислювачів добре описується рівнянням виду:

$$\Delta T_{расп} = (a_j \cdot H_{шл} + b_j \cdot M_{расп} + c_j \cdot Q_{Ar} + d_j \cdot t_{вып} + e_j \cdot T_{п-к.нач} + f_j \cdot T_{фут.0} + g_j) \cdot t_{нагр}, \quad (3)$$

де  $H_{шл}$  – товщина шлакового покриву, мм;  $M_{розп}$  – маса розплаву, т;  $Q_{Ar}$  – питомі витрати аргону, л/хв·т;  $t_{вып}$  – час з моменту закінчення випуску сталі в ківш, хв;  $a_j$ ,  $b_j$ ,  $c_j$ ,  $d_j$ ,  $e_j$ ,  $f_j$ ,  $g_j$  – коефіцієнти рівняння, що залежать від ступені напруги трансформатору.

На рис. 1 наведено данні щодо енергетичного балансу установки при наступних електричних параметрах:  $U_{2,j} = 360$  В,  $I_{2,j} = 35,3$  кА,  $P_{повн} = 22$  МВА,  $P_{акт} = 17,3$  МВт,  $P_{дуг} = 15,4$  МВт,  $U_{дуг} = 146$  В,  $L_d = 111$  мм,  $\cos\varphi = 0,79$ ,  $\eta_{ел} = 0,89$ .

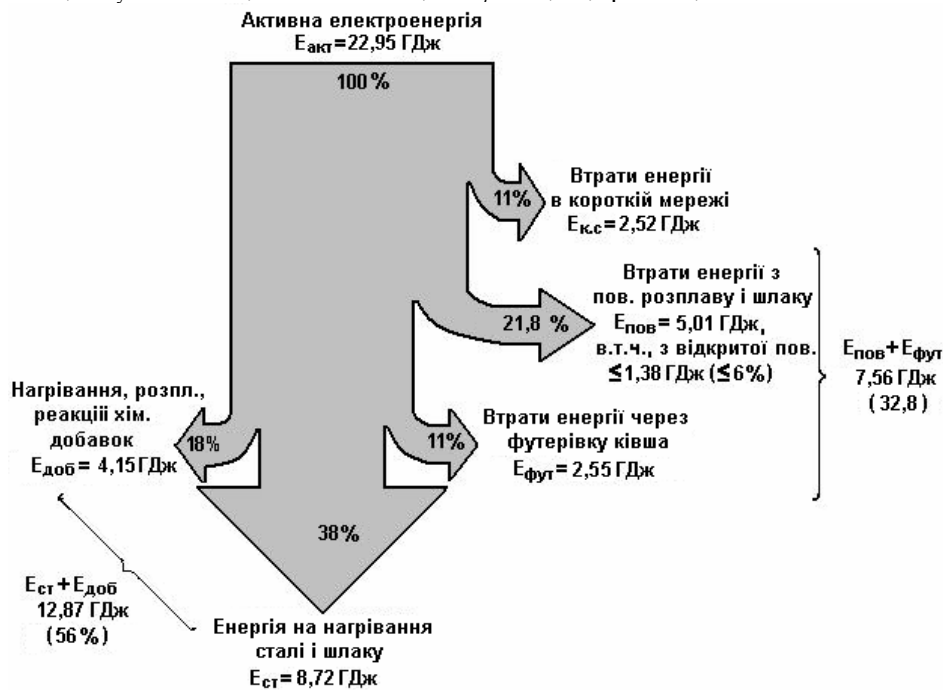


Рис 1. - Енергетичний баланс УКП

Таким чином, розроблена динамічна модель теплових процесів в УКП, в якій на відміну від отриманих раніше моделей враховано наявність відкритої поверхні металу, площа якої залежить від інтенсивності продування інертним газом, а також

нестационарність початкових умов всередині футерування ківшу. Отримані аналітичні вирази зміни температури розплаву дозволяють інтегрувати розроблену модель в існуючі АСУ позапічної обробки сталі.

### **ВИПЛАВКА ВИСОКОВУГЛЕЦЕВОГО ФЕРОМАРГАНЦЮ З ВИКОРИСТАННЯМ БРИКЕТОВАНОЇ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ**

**Демчук Д.Ю., Ляшко Д.А., керівник доц. Рубан А.В.  
Український державний університет науки і технологій**

Відповідно до вимог ДСТУ 3547-97 феромарганцем називається сплав, основою якого є залізо і марганець з масовою часткою останнього від 65 до 95% і обмеженими верхніми значеннями масових частин вуглецю, кремнію, фосфору, сірки, отриманих шляхом силікотермічного і вуглецевотермічного відновлення оксидних матеріалів. Високовуглецевий феромарганець використовують в якості: 1) розкислювача під час виробництва сталі; 2) легуючої добавки (у рядових нелегованих сталях міститься 0,4 - 0,8% Mn, у високолегованих - до 12 - 16% і навіть до 25 - 30%, а в аустенітних чавунах - від 4 до 17%); 3) десульфуратора.

Високовуглецевий феромарганець виплавляють вуглецевотермічним способом з вітчизняних та/або імпортованих руд. Через сучасні вимоги замовника, готовий феросплав піддається примусовому дробленню з подальшим розсівом за фракцією. Наведену технологічну операцію називають фракціонуванням. Слід зазначити, що під час фракціонування феросплаву марки ФМн78 утворюється значна кількість некондиційної фракції (відсівів) крупністю 0-20 мм, що містять приблизно 80 % марганцю. В залежності від виробництва за рік в наслідок фракціонування утворилося 6 - 12 тис. тон відсівів. Це призводить як до втрат феросплаву, так і до не раціонального використання природних ресурсів та енергоносіїв.

В роботі наведено детальний аналіз природи утворення некондиційного дріб'язку фракції 0-20 мм та наведено шляхи їх залучення яких у технологічну схему виробництва феромарганцю за рахунок брикетування. Такий спосіб вимушеної переробки потребує залучення додаткового обладнання, але дає можливість залучити відсів у виробництво марганцевих феросплавів. Згідно до розробленої технології, відсів і зв'язуючі матеріали подаються у змішувач шнекового типу, де відбувається їх перемішування, потім суміш попадає у випаровувач, в якому вона насичується вологою, і подається в дозатор, а потім безпосередньо в брикетувальний прес валкового типу. Після того як суміші надано форму брикету, її подають на спікання в стрічкові сушила.

Таким чином, матеріали та розрахунки, що проведені в роботі допомагають вирішенню актуального питання раціонального використання природних ресурсів, енергоносіїв та захисту навколишнього середовища.

### **ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ШИХТИ ДЛЯ ПРОЦЕСУ ВИПЛАВКИ ФЕРОСИЛКОМАРГАНЦЮ**

**Зав'ялов М.С., керівник доц. Рубан А.В.  
Український державний університет науки і технологій**

В металургії та деяких інших галузях техніки використовують феросплави, а також технічно чисті метали для розкислення та легування сталі, отримання чавуну й різноманітних сплавів. Одним з таких феросплавів є феросилкомарганець.

У роботі виконано аналіз сучасного стану виплавки феросилікомарганцю у високопотужних печах типу РПЗ-63, що працюють в умовах феросплавних заводів України. Детально досліджено вітчизняну та зарубіжну марганцеворудну сировинну базу. Проведено аналіз фізико-хімічних основи та термодинамічних особливостей процесу виплавки сплаву. Метою роботи є теоретичне обґрунтування процесу виплавки феросилікомарганцю шляхом часткової заміни малофосфористого марганцевого шлаку на імпорتنу сировину, що дає змогу отримати феросплав з низьким вмістом фосфору та суттєво зменшити витрати електроенергії на 1 т. сплаву. В роботі наведені та обґрунтовані технологічні прийоми, що застосовуються під час ведення плавки. Виконані розрахунки сировини, наведений в роботі баланс стали підґрунтям для проведення лабораторних плавок. Дослідні плавки показали можливість отримання феросилікомарганцю марки MnC25, хімічний склад якого повністю відповідав вимогам ДСТУ 3548-97. Лабораторні плавки можна використовувати для подальшого впровадження запропонованого способу виплавки феросилікомарганцю в умовах феросплавних підприємств України, що дозволить раціонально використовувати вітчизняні природні ресурси, зменшити витрати високовартісної імпоротної сировини, а головне - дозволить зменшити витрати електроенергії на 1 тону сплаву.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ ФЕРОСПЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Попов В.А., керівник доц. Рубан А.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сучасна електрметалургія феросплавів спеціалізується на первинному видобуванні металів із руд, концентратів та технічно чистих оксидів. При використанні феросплавів та чистих легуючих металів необхідне їх розчинення у рідкій сталі.

Сучасний феросплавний завод являє собою велике промислове підприємство із закінченим циклом з переробки рудної сировини у готову продукцію - феросплави. У процесі виробництва феросплавної продукції в умовах цеху утворюються різні види відходів, які після переробки повертаються в основне виробництво феросплавного підприємства. До відходів, що підлягають переробці, входять: відходи загушення шлаку; ковшові відходи; кірки відвального шлаку, утворені на стінках литих ківшів; відходи чищення жолобів печей. Сутність переробки відходів полягає в їхньому охолодженні, подрібненні до встановленої фракції ( частіше це 0-130мм) та поверненні в основне виробництво автомобільним, трубопровідним чи конвеєрним транспортом. Одним із ефективних напрямків використання відвальних шлаків феросилікомарганцю є одержання шлаколітої продукції.

В роботі наведено технологічні особливості процесу виробництва литих блоків. Проте, метою роботи є вдосконалення існуючої технології виготовляти робочої ємність, а саме - контейнера у вигляді монолітної оболонки (капсули) з армованого склокристалічного матеріалу (СКАРМ), сировиною для якого є вогненно-рідкі шлаки феросплавного виробництва. СКАРМ-капсула із шлаків феросплавного виробництва забезпечує: абсолютну герметичність; високу стійкість до дії хімічно агресивних середовищ; хороші енергопоглинаючі показники радіоактивного випромінювання; високу міцність; щодо низьку собівартість при серійному виготовленні внаслідок дешевизни сировини. Слід зазначити, що Україна ще у 80-х роках зіштовхнулась з проблемою консервування радіоактивних відходів атомної промисловості, аерокосмічного виробництва (паливні відходи) та ін. Таким чином, робота є актуальною, а її результати у вигляді модернізації технології виробництва монолітної

оболонки (капсули) з армованого склокристалічного матеріалу дозволять зменшити ризики забруднення навколишнього середовища.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСБЛИВОСТІ ВИПЛАВКИ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВОГО ФЕРОМАРГАНЦЮ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ КРЕМНІЮ**

**Лосєв Р.Р., керівник доц. Пройдак А.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій**

Феромарганець – феросплав основою якого є марганець (75-95% Mn) та залізо. Сплав застосовують для розкислення електросталі, легування сталі та чавуну. За вмістом вуглецю феромарганець поділяється на три групи: високо- ( $< 7\% \text{ C}$ ), середньо- ( $1-2\% \text{ C}$ ) та низьковуглецевий ( $\leq 0,5\% \text{ C}$ ). Вміст вуглецю у сплаві визначається способом його виробництва. Високowodуглецевий феромарганець отримують вуглецевотермічним методом у доменних і електричних рудовідновлювальних печах, а середньо- та низьковуглецевий – силікотермічним методом в рафінувальних електропечах. В умовне позначення сплаву входить марка основи сплаву, масова доля вуглецю, кремнію та фосфору. Наприклад, високowodуглецевий феромарганець марки основи сплаву ФМн78 з масовою долею кремнію не більше 3,0%, фосфору не більше 0,45%, клас крупності 5 маркується як: ФМн78С3Р45-5 (ДСТУ 3547-97).

Залежно від якості сировини отримання сплаву здійснюється безфлюсовим і флюсом способами. Сутність безфлюсового способу полягає в отриманні стандартного сплаву і переробного марганцевого шлаку, який у подальшому використовують для виробництва низькофосфористого феросилікомарганцю.

Для підвищення конкурентоспроможності вітчизняного високowodуглецевого феромарганцю на світовому ринку українські виробники феросплавної продукції намагаються виплавляти сплав з низьким вмістом кремнію (1-3%), так як він є шкідливою домішкою. Таким чином, збільшується сортамент сталей, які можна розкислювати або легувати наведеним феросплавом. Особливо це стосується автоматних сталей, зокрема, трансформаторної сталі, в якій вміст кремнію вже на рівні 4% є високим та призводить до втрат міцносних властивостей сталі через явище «електрокорозії».

За для досягнення низького вмісту кремнію у готовому високowodуглецевому феромарганці в роботі детально розглянуто два способи виробництва сплаву. Перший – за рахунок використання в якості сировини матеріалів з низьким вмістом кремнезему. Другий – шляхом продувки рідкого феромарганцю киснем. Перший спосіб є найбільш вигідним через те, що не вимагає допоміжного обладнання, проте, необхідна дороговартісна імпортна сировина. За другим способом є можливість отримувати сплав використовуючи вітчизняну сировину, але необхідно залучити допоміжне обладнання (устаткування для продувки, кисень, додатковий ківш та ін.). Також, в роботі проведено детальний аналіз процесу продувки та виявлено не лише позитивний вплив продувки, який зменшує кількість кремнію у сплаві, але має місце втрати марганцю через його високу спорідненість до кисню. Таким чином, в роботі виведено рівняння, яким регламентовано час продувки в залежності від ємкості ківшу, що дозволяє істотно зменшити втрати ведучого елемента.

## **ВИПЛАВКА ФЕРОСИЛКОМАРГАНЦЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІТЧИЗНЯНОЇ СИРОВИНИ**

**Морозов М.О., керівник проф. Гладких В.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Феросилікомарганець є найбільш масовим сплавом, який застосовується для розкислення і легування сталі, а також для виробництва рафінованих марганцевих сплавів. Україна виробляє феросилікомарганець чотирьох марок, що являє собою сплав, який містить не менше 60% марганцю, 10-30% кремнію, 0,5 - 3,5% вуглецю, а також домішки (фосфор і сірку). Виплавку феросилікомарганцю здійснюють при основності шлаку  $B = 0,45-0,55$  та його кратності  $K_{шл} = 1,2-1,4$ . Процес ведуть безперервно з постійним завантаженням шихтових матеріалів по системі трубовзбігів і періодичним випуском продуктів плавки, який здійснюється після знімання визначеної кількості електроенергії. Відмінною особливістю української феросплавної промисловості є орієнтація на випуск феросиліцію, феронікелю та, перш за все, марганцевих феросплавів. Це пов'язано з наявністю в Україні великих запасів марганцеворудної сировини. Відмінною особливістю марганцевих руд вітчизняних родовищ є відносно невисокий вміст марганцю і підвищена концентрація фосфору та кремнезему (табл.3.4), що не дозволяє, на відміну від деяких руд закордонних родовищ, використовувати сировину без попередньої підготовки.

Тому, в роботі передбачено проводити виплавку феросилікомарганцю з використанням переробного марганцевого шлаку, який може вироблятися паралельно з виплавою високовуглецевого феромарганцю на тому ж заводі. Це підвищує наскрізне вилучення марганцю в метал.

### *ПІДСЕКЦІЯ «МЕТАЛУРГІЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ»*

## **ОСОБЛИВОСТІ СИЛКОТЕРМІЧНОГО ОТРИМАННЯ ЛІТІЮ**

**Кірютін С.С., керівник проф. Ігнат'єв В.С.**

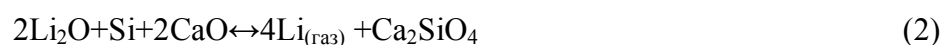
**Український державний університет науки і технологій**

Дуже перспективним способом отримання легких кольорових металів у тому числі літію є металотермічний, який заснований на реакції витіснення металу з його сполук іншим металом, більш активним, у вакуумі. Характерна особливість металотермічного процесу - виділення відновлюваного металу у вигляді газу (пара).

До металотермії відноситься силкотермічний процес, при якому відновником служить кремній у вигляді 75% феросиліцію. Як вихідну сировину використовують дешеву сировину – карбонат літію  $Li_2CO_3$ , який дисоціює з одержанням оксиду  $Li_2O$  за реакцією:



Щоб запобігти розплавленню оксиду літію до складу шихти додають вапно. Сумарна реакція відновлення літію за допомогою кремнію має вигляд:



Процес здійснюється у вакуумній ретортній печі. Реторта складається із зони відновлення та зони конденсації пари літію. Основні параметри процесу: температура відновлення  $1200^{\circ}C$ ; залишковий тиск у реторті  $10^{-3}$  мм.рт.ст.; загальна тривалість

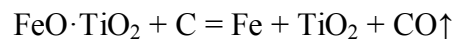
процесу 4-6 годин. Вилучення літію в конденсат 85-88%. Отриманий металевий літій є особливо чистим, який містить кремнію не більше 0,01%.

## **ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ ТИТАНОВОГО ШЛАКУ З БРИКЕТОВАНОЇ ШИХТИ**

**Шаповал Ю.О., керівник проф. Ігнат'єв В.С.**

**Український державний університет науки і технологій**

Технологія одержання титану з ільменітового концентрату магнійтермічним способом включає відновлювальну плавку цих концентратів на титановий шлак. Метою плавки є вибіркоче відновлення оксидів заліза. Розділення титану та заліза в цьому процесі засновано на великому розходженні в міцності їх оксидів. При плавці оксиди заліза відновлюються з одержанням чавуну, а титан у вигляді оксидів титану переходить у шлак. Процес проводять в електричних рудотермічних печах, він описується у загальному виді рівнянням:



Титановий шлак містить 82-87% оксидів титану. Як відновлювач при плавці використовують кокс або антрацит. Витяг титану у шлак досягає 96%.

При плавці неогрудкованого концентрату ільменіту неминучий його передчасний перехід у розплав з тривалою витримкою шлаку в печі для завершення відновлювального процесу. При цьому піч тривалий час працює із відкритою ванною. Це викликає підвищення втрати електроенергії, часті аварійні простої через знос деталей печі.

Плавка шихти брикетованої істотно відрізняється від плавки неогрудкованої шихти або агломерату. У брикетах, що містять концентрат і подрібнений вуглецевий відновник, запобігає попередньому розплавленню шихти, а відновлення оксидів заліза в основному протікає в твердій фазі, спостерігається краща газопроникність шихти, різко знижуються втрати сировини через винесення дрібних частинок, полегшується ведення плав. використовується енергія печі та теплова енергія газів. При плавці не відбувається відновлення оксидів титану.

Для брикетування шихти необхідний вуглецевий відновник підвищеної активності (антрацит, молоде кам'яне вугілля тощо). Найкращим сполучним для виробництва брикетів є сульфід-спиртова барда (витрата 3-4%). Для виготовлення брикетів використовують валкові преси.

## **ОСОБЛИВОСТІ НАТРІЙТЕРМІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТИТАНУ**

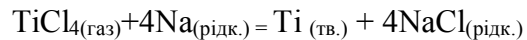
**Мисник А.І., керівник проф. Ігнат'єв В.С.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сьогодні більшість сучасних титанових підприємств використовують натрій термічний процес, що має такі переваги: легкість транспортування натрію по трубах і точність його дозування при подачі його в реактор внаслідок низької температури плавлення ( $980^{\circ}\text{C}$ ); високі швидкості відновлення тетраклориду титану при 100% використанні відновника; простота відділення продукту реакції (хлориду натрію) від металевого титану водним вилуговуванням; титан одержується у вигляді порошку, що полегшує його відділення з реакційної маси і дозування при подальшому використанні.

У промисловій практиці відновлення тетраклориду титану натрієм ведуть в інтервалі температур  $801-883^{\circ}\text{C}$ , тому, що  $801^{\circ}\text{C}$  – температура плавлення хлориду

натрію, а 883 °С – температура кипіння металевого натрію. У цих умовах протікає реакція:



Відновлення ведуть в атмосфері аргону в апаратах з корозійностійкої сталі, куди одночасно подають тетрахлорид титану та рідкий натрій у співвідношенні, близькому до стехіометричного. Спочатку апарат відкачують від повітря, заповнюють аргоном і нагрівають у печі до 650-700<sup>0</sup>С. Після початку процесу відновлення піч відключають, і відновлення йде повністю за рахунок теплоти хімічних реакцій. Надлишкова теплота відводиться обдуванням реторти повітрям.

Готову реакційну масу, що містить 17% титану та 83% натрію хлориду, вирізають з реторти на верстаті спеціальною фрезою і подрібнюють до крупності – 10мм.

Відділення титану з подрібненої маси проводять вилуговування водою. Після розчинення натрію хлориду титановий порошок відокремлюють від розчину на центрифугі і сушать у вакуумній сушарці. Порошок має фракцію 0,2-2,4 мм. Середній вміст домішок в титановому порошку: 0,01-0,07% С; 0,044-0,15% О; 0,001-0,002% N.

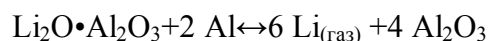
## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛЮМОТЕРМІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЛІТІЮ**

**Клинецький Є.А., керівник проф. Ігнат'єв В.С.  
Український державний університет науки і технологій**

В даний час технічний літій отримують електролітичним способом, заснованому на електролізі розплавленого хлориду літію. Хлорид є найбільш дорогих солей літію.

Більш перспективним способом є металотермічний процес отримання літію, зокрема: алюмотермічний, при якому літій отримують відновлення дешевого алюмінату порошковим алюмінієм при нагріванні у вакуумі з отримання парів літію. Алюміній є сильнішим відновником, ніж кремній. Однак порошковий алюміній вдвічі дорожчий за феросиліції.

При алюмотермічному процесі літій отримують відновлення алюмінату  $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  порошком алюмінію без добавки вапна за реакцією:



Термодинамічно ця реакція можлива в інтервалі температур 1100-1200<sup>0</sup>С при залишковому тиску 13,3 Па.

Процес здійснюється у вакуумних ретортних печах, опалюваних природним газом. Основні параметри процесу: температура у реторті 1100<sup>0</sup>С; залишковий тиск у реторті  $(1-5) \cdot 10^{-1}$  мм.рт.ст.; тривалість процесу 3-5 годин. Вилучення літію в конденсат становить 90-99%. Технічний літій містить 0,04% алюмінію.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ПЕРВИННОГО АЛЮМІНІЄВО-СИЛІЦІЄВОГО СПЛАВУ**

**Свириденко Б.О., керівник проф. Ігнат'єв В.С.  
Український державний університет науки і технологій**

Спосіб електротермічного отримання первинного алюмінієво-силіцієвого сплаву засновано на прямому відновленні природних алюмосилікатів вуглецем у

руднотермічних електропечах. Отриманий первинний сплав (силікоалюміній), що містить 35-40% кремнію, розбавляють потім електролітичним або вторинним алюмінієм до складу, що відповідає різним маркам алюмінієвих сплавів згідно ДСТУ.

Сировиною для плавки силікоалюмінію є руди, що містять одночасно глинозем ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) і кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ): каоліни ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), кіаніти ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), дистенсиліманіти ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), низькозалізні боксити. Для плавки використовують руднотермічні печі потужністю 16-22 МВА.

Електротермічний спосіб отримання ливарних алюмінієвих сплавів складається з трьох стадій: підготовка сировини і готування шихти, пряме без шлакове відновлення природних алюмосилікатів у руднотермічній печі для отримання первинного алюмінієво-силіцевого сплаву, переробка первинного сплаву на марочні ливарні алюмінієві сплави.

Шихта складається з природних алюмосилікатів, вуглецевого відновника і в'язучого для виготовлення брикетів. Як відновник при електротермічному виробництві застосовують деревне вугілля, торф'яний або нафтовий кокс, малозольне вугілля.

Головна вимога до сировини – високий вміст оксиду алюмінію (53-58%) і низький вміст оксидів заліза. Для успішного відновлення необхідно подрібнення шихтових матеріалів до крупності близько 0,1 мм і брикетування шихти.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ СВИНЦЕВОГО ХЛОРИДНОГО ПИЛУ**

**Мізін І.В., керівник проф. Ігнат'єв В.С.**

**Український державний університет науки і технологій**

В останні роки в металургії вторинної сировини застосовується пряма металургійна переробка акумуляторного брухту, що не оброблений, у шахтних печах. Вміст хлору в такому брухті становить близько 4% і на кожен тону чорного свинцю утворюється 70-90% хлоридного свинцевого пилу, що містить 60-65% свинцю і до 22% хлору. Запобігти утворенню хлоридів свинцю не вдається жодним із існуючих способів переробки не обробленої свинцевої вторинної сировини. У зв'язку з цим важливою проблемою створення маловідходної технології виробництва вторинного свинцю є переробка хлоридного пилу.

Найбільш ефективним є пірометалургійний спосіб содо відновлювальної плавки хлоридного свинцевого пилу в короткобарабанних печах, що обертаються, розроблений у Національній металургійній академії України, спільно з ТОВ «Укрсплав». В основі процесу лежить реакція взаємодії хлориду свинцю з содою у присутності вуглецю:



Плавка свинцевого хлоридного пилу за цією технологією ведеться при 950-1200<sup>0</sup>С і забезпечує вилучення металу: 95-97% свинцю, 92-95% сурми, до 90% олова. При цьому відбувається практичний повне виведення хлору з виробництва в твердий шлаковий сольовий продукт, з якого при водному вилуговуванні отримують товарну технічну кухонну сіль. На підприємстві ТОВ «Укрсплав» освоєння пірометалургічного способу переробки хлоридного свинцевого пилу в короткобарабанній печі, що обертається, дозволило підвищити загальне вилучення свинцю з відходів більш ніж на 3%.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВТОРИННОГО АЛЮМІНІЮ В ЕЛЕКТРОПЕЧАХ

Онищенко С.О., керівник проф. Ігнат'єв В.С.

Український державний університет науки і технологій

Для плавлення вторинної алюмінієвої сировини в електропечах (індукційні тигельні печі) використовують суху сипучу стружку, пакетовану без залізних деталей сировину, грудковий брухт без залізних приробок, а також чушки первинного алюмінію, підготовлених сплавів, лігатур.

У процесі плавлення в індукційній печі метал рухається під дією сил електромагнітного поля, що створюється струмом індуктора, по еліптичній траєкторії, паралельно вертикальній осі тигля. В результаті дзеркало металу в тиглі набуває округлої форми. Захистити таку поверхню флюсом складно, оскільки він стікає до стінок тигля. Відцентрові сили, що виникають під час такого руху металу, відкидають частинки  $Al_2O_3$  на стінки тиглю.

Під час плавлення вторинної алюмінієвої сировини в індукційних тигельних печах витягання металу змінюється від 91-92% (для стружки) до 97-98% (для брухту). Витрата флюсу становить 20-25 кг/т стружки. Витрата електроенергії на розплавлення алюмінієвого брухту становить 550-650 кВт•год/т, під час плавлення стружки - 750-800 кВт•год/т.

Вибір плавильного агрегату, що дозволяє ефективно залучати до переробки максимальну кількість найбільш доступного виду вторинної сировини – стружку алюмінію, яка має низьку ринкову вартість. Як найбільш раціональний плавильний агрегат зараз вибирають барабану піч, що обертається, яка опалюється газовим пальником.

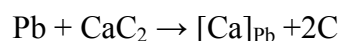
## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КАРБІДОТЕРМІЧНОГО ОТРИМАННЯ СПЛАВІВ СВИНЕЦЬ-КАЛЬЦІЙ

Підгорна А.Ю., керівник проф. Ігнат'єв В.С.

Український державний університет науки і технологій

Свинцево-кальцеві сплави застосовуються для виробництва пластин акумуляторів та антифрикційних бабітів. В даний час найбільш поширеним способом отримання цих сплавів є сплавлення свинцю рідкого з металевим кальцієм. Основним недоліком цього способу є необхідність використання дорогого та дефіцитного кальцію, що імпортується, та має високий чад, до 30%.

На кафедрі електрометалургії Національної металургійної академії України досліджували карботермічний спосіб, що ґрунтується на взаємодії свинцю з карбідом кальцію при температурі 1200-1400<sup>0</sup>С у відновній атмосфері за реакцією:



Для поліпшення розчинення кальцію в свинці застосовують флюси з хлоридів лужних та лужноземельних металів. Для запобігання взаємодії кальцію з киснем та азотом повітря використовується захисна газова фаза (водень, аргон) або вакуум. При плавлі в захисній атмосфері та перемішуванні реагентів під флюсом протягом 1 години при температурі 800<sup>0</sup>С отримують сплав, що містить до 2% Са. Вихідними матеріалами в цьому процесі є м'який свинець, технічний карбід кальцію, технічний хлорид кальцію, чистий алюміній. Процес здійснюється в сталевому або чавунному казані з кришкою та мішалкою.

Проведене дослідження дозволяє рекомендувати карботермічний процес для впровадження у виробництво на підприємствах України з рециклінгу вторинної свинцевої сировини.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ ТИТАНОВИХ РУД УКРАЇНИ**

**Рудь С.В., керівник доц. Головачов А.М.  
Український державний університет науки і технологій**

Україна має у своєму розпорядженні великі запаси титанової рудної сировини (20% світових запасів). Основною мінеральною базою титану є ільменітові та комплексні рутил-циркон-ільменітові розсипи. Найбільшими видобувними підприємствами є Вільногірський та Іршанський ГЗК сумарною потужністю понад 750 тис. т концентратів на рік.

Відпрацювання запасів розсипних родовищ проводяться відкритим способом без розпушування гірничої маси буропідливними роботами. Для виявлення руд використовують роторні екскаватори. Доставка руди на збагачувальну фабрику здійснюється автомобільним чи конвеєрним транспортом.

В Україні кар'єр Вільногірського ГХМК, який переробляє руду Малишевського родовища, на початку знімає чорнозем із укладанням його в бурти з наступним нанесенням на площу, що рекультивується. Передові розкривні уступи відпрацьовуються комплексом у складі роторного екскаватора, стрічкових конвеєрів, перевантажувача з укладанням породи у внутрішній відвал.

На збагачувальній фабриці руда, що містить титан, збагачується, методами магнітної, гравітаційної та електричної сепарації. Методи збагачення визначаються вкрапленням рудних та нерудних мінералів. Як продукти збагачення отримують ільменітовий, рутиловий і цирконові концентрати.

## **СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ГУБЧАСТОГО ТИТАНУ НА ЗЛИВКИ**

**Клименко Д.А., керівник доц. Головачов А.М.  
Український державний університет науки і технологій**

Губчастий титан, отриманий магнійтермічним способом, непридатний для безпосереднього використання, як конструкційний матеріал. Для цього його перетворюють на компактний метал за допомогою вакуум дугової плавки (ВДП).

Вакуум дугові печі працюють на постійному струмі, рідше – на змінному. Електрод, що витрачається, є катодом, розплав – анодом. Витратний електрод готують поза піччю пресуванням титанової губки або порошку. Готовий електрод приваривають до електродотримача (штанги) і розміщують у печі, де знаходиться водоохолоджувальний мідний кристалізатор (тигель). За допомогою електродотримача до електроду підводять струм і здійснюють його переміщення.

Метал плавиться в полум'ї дуги, що виникає між верхнім витратним електродом і розплавленим металом. Горіння дуги у вакуумі забезпечується присутністю у зазорі між розплавом і витратним електродом іонізованої пари титану. Для запобігання виникнення побічних дуг застосовують магнітну котушку (соленоїд), розтошовану ексцентрично відносно електроду.

При плавці в дугових печах одержують зливки титану діаметром 350-500 мм масою до 10 т. Швидкість плавки коливається від 3,7 до 4,5 кг/хв. Отриманий зливочок містить не менше 99,8% титану.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВКИ ТА СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СПЛАВІВ ЗАЛІЗО-МОЛІБДЕН**

**Луцик С.І., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Мета роботи - на основі аналітичного огляду літературних джерел, проведення термодинамічних, технологічних та експериментальних досліджень вдосконалити технологічну схему отримання феромолібдену.

У роботі проведене термодинамічне моделювання процесу випалу молібденового концентрату. Таким чином, на прикладі результатів термодинамічного моделювання процесу окисного випалу молібденітових концентратів трьох сортів отримані загальні закономірності реакційних перетворень мінералів: виникнення  $\text{MoO}_3$  і у газу його понад  $770^\circ\text{C}$ , виникнення  $\text{CaMoO}_4$  понад  $950^\circ\text{C}$ , екзотермічність процесу в інтервалі  $100\text{-}600^\circ\text{C}$ . Разом з тим, відмінність хімічних і мінералогічних составів концентратів обумовлює і різний зміст мінеральних фаз в обпеченому концентраті.

Наведено теоретичні основи взаємодії оксидів молібдену отриманого з мінеральної сировини, з різними відновниками, при цьому в якості основного відновника для виробництва феромолібдену обраний кремній у вигляді феросиліцію марки ФС45(ФС75), але для підвищення термічно процесу необхідно додатково вводити алюміній.

Виконано розрахунок шихти для отримання стандартного феромолібдену з вмістом 60% молібдену, який показав що з 100 кілограмів концентратів з вмістом молібдену 55% можливо отримати більше 137 кілограм феромолібдену марки ФМо60.

Запропонована технологія отримання феромолібдену з випаленого концентрату позапічним сілікотермічним способом та частково використовуючи алюміній. Встановлено, що на одну базову т феромолібдену (60% Мо) витрачається 1190кг молібденового концентрату (51 % Мо), 270кг залізняку, 230кг сталеві стружки, 362 кг феросиліцію ФС75, 57 кг алюмінію, 65кг вапно і 30 кг плавикового шпату. Витягання молібдену складає 98,7-99%.

## **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ РАФІНУВАННЯ МЕТАЛЕВОГО ЦИРКОНІЮ**

**Козачок С.Є., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Як відомо, головне застосування металевого цирконію – це ядерна енергетика, засноване на малому перетині захвату теплових нейтронів; чим більше величина захвату теплових нейтронів, тим більше нейтронів поглинає матеріал і тим сильніше перешкоджає розвитку ланцюгової реакції. У чистого металевого цирконію ця величина дорівнює 0,18 барна. Для застосування в атомній енергетиці необхідний цирконій, що містить менше 0,01% гафнію. Тим часом мінерали цирконію завжди містять гафній 0,5-2,5 % (по відношенню до цирконію).

Виконано фізико-хімічний аналіз та термодинамічні розрахунки відновлення цирконію з чистих з'єднань різними елементами.

У роботі проведені експериментальні дослідження йодидного рафінування, котрі пов'язані з конструктивними змінами апарату. Аналіз результатів, проведених дослідів, показує, що запропонований спосіб йодидного рафінування цирконію відрізняється від традиційного більш високою продуктивністю апарату і зниженою кількістю забракованого металу. Продуктивність традиційного апарату Ц- 40 складає 36,5-41,0 кг, а по запропонованому рішенню 42,8-44,7 кг Кількість некондиційного металу по

традиційному складає 5,32-5,61%, а за запропонованим способом 3,41-4,68%. При цьому була збільшена продуктивність апарату в середньому на 2,0%, і знизилася кількість некондиційного металу (браку) на 0,7-1,2%.

Запропонована принципова технологічна схема виробництва реакторного (особливо чистого) цирконію, яка включає йодидний спосіб рафінування цирконію від домішок, котрий дозволяє отримати цирконій чистотою 99,9 мас. %.

Результати роботи можуть бути використані при розробці технологічних завдань на проектування дільниць по отриманню рафінованого цирконію на підприємствах кольорової металургії.

## **ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ АНОДНОЇ МІДІ**

**Нікітін І.С., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Традиційна пірометалургійна технологія отримання вторинної міді складається з наступних переділів: підготовки вторинної сировини до плавки; плавка на чорну мідь (85-94% міді), котра забруднена домішками; конвертування чорної міді з отриманням чорнової міді із вмістом міді більше 96,4%; рафінування чорнової міді вогневим способом до отримання міді анодної чистоти (більше 99% міді), електролітичним рафінуванням до міді катодної. Ця технологія має ряд недоліків - в основному це багатостадійність та складність апаратурного оформлення процесів отримання анодної міді.

Для підвищення техніко-економічних показників виробництва електротехнічної міді з вторинної сировини, яка є основною в Україні, необхідно розробити технологію, яка скоротила б кількість стадій при виробництві, дозволила знизити витрати на рафінування вторинної міді. А саме об'єднати прийняті в класичній технології конвертування чорної міді і вогневе рафінування до міді анодної чистоти, на ефективну технологію рафінування багатокомпонентного сплаву, що містить мідь, що добре зарекомендував себе методом газокисневого рафінування (ГКР).

Основною перевагою конвертера ГКР перед рафінувальними агрегатами, що використовуються зараз у мідному виробництві, є його висока енергоозброєність (продування газами та їх сумішами: киснем, природним газом, аргоном, азотом, повітрям). Склад та інтенсивність подачі газових сумішей регулюється в залежності від вихідних та поточних фізико-хімічних параметрів металеві ванни (хімічний склад, температура), що робить цей процес високомобільним.

Нами запропонована інноваційна технологія з можливістю зменшення кількості стадій процесу та спрощення обладнання у порівнянні з традиційною схемою, отримання анодної міді в конверторі ГКР (вертикальному конверторі з донним підводом газів).

Технологія рафінування складається з 3-х періодів: два окислювальних і третій відновний. Дана технологія забезпечує ефективну десульфурацію металу за рахунок продування азотом в кінці відновного періоду в кількості 5 хвилин. Використання міді складає 98-99 % на конверторному переділі.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ МОНО- І ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ЗЛИТКІВ МОЛІБДЕНУ**

**Тихоненко О.О., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Мета роботи - на основі аналітичного огляду інформаційних джерел, проведення фізико-хімічних та експериментальних досліджень вдосконалити технологічну схему отримання моно- і полікристалічних злитків молібдену високої чистоти.

Наведені технологічні особливості виробництва порошків молібдену. Порошок молібдену можуть бути отримані відновленням вищих оксидів воднем або вуглецем, відновленням воднем галогенідів, електролітичним відновленням з'єднань молібдену в розплавлених середовищах. При відновленні триоксида молібдену воднем чітко виявляються лише дві стадії відновлення. Відповідно до високими значеннями  $K_p$  першу стадію відновлення проводять при низьких температурах (450-550°C). Другу стадію внаслідок низьких значень  $K_p$  ведуть при високих температурах (900-1100°C) гостросушеним воднем.

Запропонована вдосконалена технологічна схема, яка включає отримання компактного молібдену з порошків молібдену. У якості основного агрегату для рафінування запропонована ЕПП. Встановлено що необхідною умовою для глибокого очищення молібдену є комбінація високого вакууму і високих температур за відсутності забруднення вогнетривким матеріалом.

Оптимальним режимом отримання якісних злитків діаметром 80 мм для проведення подвійної електронно-променевої переплавки є: напруга 25 кВ, струм 4 А, потужність електронного променя 100 кВт, швидкість плавки 0,6 кг/хв.

Моно- і полікристалічні злитки молібдену високої чистоти виплавляють послідовним вакуумним рафінуванням за допомогою електронно-променевої зонної плавки і електронно-променевої краплинної плавки, внаслідок чого отримують молібден чистотою 99,99%-99,999%.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВАКУУМНОГО РАФІНУВАННЯ АЛЮМІНІЄВО-КРЕМНІЄВИХ СПЛАВІВ**

**Чуйко І.Г., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Вакуумування є одним з найбільш надійних способів дегазації металевих розплавів. Найбільш досконалим способом отримання якісних алюмінієвих виливків є плавка і заливка в вакуумі. При цих умовах забезпечується видалення газів та інших домішок з рідкого металу швидко і найбільш повно. Такий очищення сплаву при атмосферному тиску досягти не вдається.

Для розробки раціональної технології вакуумування алюмінієво-кремнієвих сплавів в потоці проведені дослідження фізико-хімічних закономірностей даного процесу.

Проведений термодинамічний аналіз, котрий обмежується визначенням характеристик рівноважного стану та напрямку процесу і не зачіпає динаміку процесу. Насправді при певних умовах процес може протікати настільки повільно, що не матиме ніякого практичного значення. Тому кінцеві результати вакуумної обробки, як і будь-якого реального процесу, залежать не стільки від термодинамічних, скільки від кінетичних характеристик процесу.

Найбільш швидка дегазація розплаву у вакуумі може бути при малих відносних глибинах або при наявності великої поверхні розділу метал - газ. Збільшення коефіцієнта масопереносу водню призводить до пропорційного скорочення часу дегазації.

Перевага вакуумної обробки безперервного потоку полягає в тому що, метал в камеру надходить через канал, кінець якого знаходиться в глибині ливарного жолоба, тому окисна плівка не надходить в камеру і не перешкоджає процесу дегазації.

При вакуумній обробці безперервного потоку металу поверхневі стадії процесу можуть виявитися лімітуючими тільки в початковий момент дегазації і при наявності поверхневої окисної плівки в разі малих глибин або дуже інтенсивного перемішування глибокої ванни. При температурах вакуумної обробки алюмінієвих сплавів швидкість переміщення молекул водню (так і акт молізації) від поверхні розділу метал - газ в газову фазу, що розраховується за відомим рівнянням молекулярно-кінетичної теорії газу, досить висока і має слабкий вплив на кінетику процесу дегазації. Все це призводить до висновку, що фактором, котрий визначає швидкість газовидалення як в промислових установках, так і в установках вакуумної обробки безперервного потоку конкретно, є масоперенос водню в розплавленому металі.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ШИХТОПІДГОТОВКИ СВИНЦЕВОГО АКУМУЛЯТОРНОГО БРУХТУ ДО МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ**

**Романенко Д.В., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Мета роботи – поліпшення техніко-економічних показників виплавки чорного свинцю на вітчизняних підприємствах зі вторинної сировини за рахунок зміння схеми підготовки шихти.

Проведено огляд способів підготовки свинцевого акумуляторного брухту, зокрема методами гідросепарації. Методи гідросепарації активно застосовуються на підприємствах США та Італії. Спосіб сепарації заснований на різниці в щільності матеріалів, що містяться в акумуляторному брухті. Окисно-сульфатний шлам брухту утворює у воді суспензію щільністю 15000-17500 кг/м<sup>3</sup>, в якій органічна маса спливає, а свинець, що містять продукти, осідають.

Встановлено, що при гідросепарації в продукти, що містить свинець, витягується 98,9 % свинцю, 99,5 % сурми і 12,3 % хлору. Застосування гідросепарації акумуляторного брухту дозволяє механізувати його переробку, усунути втрати свинцю в численних місцях обробки акумуляторів, забезпечити отримання свинцевих продуктів з високим вмістом свинцю і виключити подачу органічних складових в плавильні агрегати, зменшивши тим самим забруднення навколишнього середовища та водоймищ.

Виконано розрахунок ефективності гідросепарації пластин відпрацьованих кислотних акумуляторів, при якій вміст свинцю можливо підвищити на 20%.

Запропонована технологія подрібнення та гідросепарації свинцевих акумуляторних батарей, дозволяє поліпшити технологічний та тепловий режими виплавки чорного свинцю у роторних печах.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ФТОРСИЛКАТНОГО СПОСОБУ ВСКРИТТЯ ЦИРКОНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ТА ВИДІЛЕННЯ СПОЛУК ЦИРКОНІЮ**

**Петренко А.Р., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Технологічні процеси за участю фторидів цирконію та гафнію можна підрозділити наступним чином: одержання безводних тетрафторидів, розкладання циркону (або бадделеїту) спіканням або сплавленням з фторсилікатами або іншими фтористими солями; осадження (кристалізація) фторцирконатів (фторгафнатів), переважно калію та амонію, з різних розчинів; поділ цирконію та гафнію фракційною перекристалізацією фторцирконатів та фторгафнатів.

Проведено технологічні розрахунки технології фторсилікатного способу вскриття цирконових концентратів та подальше виділення сполук цирконію. Цей спосіб заснований на взаємодії циркону з фторсилікатом калію в присутності хлористого калію при температурі 650-700 °С, в результаті якого утворюється  $K_2ZrF_6$ . Добовий матеріальний баланс процесу спікання показав, що для отримання 970 кг/добу спека необхідно 370 кг/добу цирконового концентрату 600 кг/добу  $K_2SiF_6$ .

При охолодженні розчину виділяються кристали, що містять від 70 до 90% цирконію в залежності від його вихідної концентрації. З маткових розчинів осаджують гідроксид цирконію аміаком, який повертають в шихту для спікання. Кристали  $K_2ZrF_6$ , що одержуються за описаною технологією з цирконових концентратів, мають наступний склад: (Zr + Hf) 31,9 – 32; К 27,2 - 27,6; F 39,9 - 40,05; Fe 0,044 - 0,045; Ti 0,041 - 0,042; Si 0,06 - 0,07; Cl 0,006 – 0,008; Hf 1,5 - 2,5. Гафній від цирконію відокремлюють дробовою кристалізацією.

## **ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РАФІНУВАННЯ СПЛАВІВ ЗАЛІЗО-НІКЕЛЬ ВІД СІРКИ**

**Слабишева Я.С., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

При проведенні електроплавки окислених нікелевих руд з нестачею вуглецевого відновника отримуємо сплав, що містить до 1% S, до 42% Ni, Si та С по 0,01%, решта – Fe. Такий сплав необхідно піддавати процесу десульфурації, який неможливо провести процесом заснованим на використанні карбонату натрію через те, що в сплаві практично відсутні розчинені кремній та вуглець.

Для виробництва конкурентоспроможного сплаву згідно з стандартом ISO 6501 необхідний вміст сірки менше 0,03-0,4%. У зв'язку з цим нами розроблено інноваційну технологію рафінування чорного феронікелю від сірки. Рафінування такого сплаву необхідно проводити в конверторі з основним футеруванням з питомим об'ємом 0,85 м<sup>3</sup>/т обладнаним знімним днищем, в якому встановлені 3 дугтьових пристрої. Як гази для продування рекомендовано застосовувати: кисень, азот та природний газ. Для цього рекомендовано застосування конвертора будь-якої ємності (5-80 т).

При десульфурації з використанням суміші вапна та плавикового шпату після насичення розплаву вуглецем коксу ступінь десульфурації становить до 96%. Після кисневої продування рекомендується продування азотом протягом 2-3 хв для гомогенізації конверторної ванни, після попереднього видалення вапняного шлаку, що містить сірковим вмістом, при цьому концентрація вуглецю знижується до значень 0,03%. Також відбувається збагачення феронікелю за рахунок переведення частини заліза в шлак.

За цією технологією вирішується питання ефективності десульфурації, що складається з переведення сірки в сульфід кальцію, що дозволяє значно підвищити якість товарної продукції, при підвищеному вмісті Ni з 40% до 50%, при цьому ступінь десульфурації становить 90-96%.

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ХЛОРУВАННЯ ЦИРКОНІЄВИХ КОНЦЕНТРАТІВ**

**Рибалкіна Ю.М., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Мета роботи визначення принципової можливості хлорування цирконового концентрату у солевому розплаві, теоретичні та експериментальні дослідження основних закономірностей та технологічних особливостей процесу.

У роботі виконаний порівняльний аналіз процесів хлорування цирконієвих концентратів, описані технологічні схеми і агрегати, показані недоліки і переваги промислових методів хлорування.

Виконано термодинамічна оцінка вірогідності проходження основних і побічних реакцій хлорування циркону в розплаві солей лужних металів і в конденсаторі; розрахунок процесу хлорування з використанням, як сольовий розплав відпрацьованого електроліту електролізерів, а як термодобавки – феросиліцій.

Розроблена методика і проведені дослідження на експериментальному сольовому хлораторі з конденсаційною системою створеної на базі печі Тамана.

Перша частина експерименту передбачала виявлення ступеня хлорування феросиліцію так як він використовується як термодобавка для самостійного протікання процесу. Встановлено, що кремній і залізо найбільш повно хлоруються при температурі близької до 900 °С.

Друга частина експерименту заснована на хлоруванні шихти із суміші циркону, вуглецю та феросиліцію, результати задовільні ближче до температури 900 °С.

На основі проведених експериментальних досліджень, зробили висновок, що процес хлорування шихти в состав якої входить циркон можна проводити в сольовому розплаві, реакції хлорування протікатимуть практично на 100% з утворенням необхідного з'єднання цирконію (тетрахлориду цирконію).

Головною перевагою цього методу буде виключення операцій підготовки брикетованої шихти та можливість повної автоматизації та безперервності процесу.

## **ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ ВАНАДІЮ**

**Носов І.К., керівник ст. викл. Підгорний С.М.**  
**Український державний університет науки і технологій**

У роботі був виконано аналіз пробної партії досліджуваної початкової сировини - золи, що утворюється від спалювання сухих відходів очищення технічного тетрахлориду титану вуглеводневими відновниками. За даними хімічного аналізу зола містить, % (мас.): 9,7 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,6 Ni, 15,6 Fe, 12,9 S, 6,8 C, 1,1 SiO<sub>2</sub>, 0,6 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. А при обробці золи водою в нерозчинному залишку виявлені (після сушки) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (основна фаза), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, VO<sub>2</sub>, Fe(OH) SO<sub>4</sub>, NaFe<sub>3</sub>(OH) 6(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>; можливо також присутність залізистих шпінелів V (III) і Ni (II).

Встановлено, що основним способом виробництва з'єднань ванадію є методи окислювального випалення з хлоридом або карбонатом натрію, хлоруванням, і приведені принципові технологічні схеми переробки ванадійвмісних компонентів.

Проведений термодинамічний аналіз реакцій отримання з'єднань ванадію  $\text{VOCl}_3$  і  $\text{NaVO}_3$  з  $\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_5$ . Встановлено, що реакція отримання  $\text{NaVO}_3$  протікає найінтенсивніше, в усьому температурному інтервалі з 500 по 2000К, а реакція утворення  $\text{NaVO}_3$ , з використанням  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , протікає в прямому напрямі до температури 1704К, що відповідає температурі процесу отримання ванадату натрію.

Проведені експериментальні дослідження по витяганню ванадію з термообробленої суміші початкової золи з карбонатом натрію з подальшим вилуговуванням ванадію з отриманого спека. Отримані дані, показують, що при витраті соди 10-60% від маси золи забезпечується прийнятне витягання ванадію в розчин (~74 %  $\text{V}_2\text{O}_5$ ). Витрата соди більше 60% не забезпечує економічно прийнятний приріст витягання ванадію. Витрата води 30-50% від маси золи є оптимальною для розчинення соди, що вводиться в суміш, і достатнім для підтримки суміші у вологому стані в період термообробки при 100-150 °С.

Встановлено, що одним з перспективних напрямів є обробка золи водою або розбавленою  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з подальшим (без фільтрації) додаванням до пульпи розчину  $\text{NaOH}$  або  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Таким чином, на підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень нами запропоновано для вилучення ванадію із золи, що утворюється при спалюванні сухих відходів очищення технічного тетрахлориду титану відновниками вуглеводневими використовувати  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  або  $\text{NaOH}$ . При цьому використання соди дешевше, ніж їдкою натру, проте вилучення ванадію на 20% менше. Введення окисного випалу дозволило ще більше підвищити вилучення ванадію – до 95,5%.

## **ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННОЇ НІОБІЄВОЇ СИРОВИНИ**

**Веретельникова Х.Г., керівник ас. Клинецький О.А.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Ніобій відноситься до групи тугоплавких рідкісних металів і володіє високим рівнем фізико-механічних і технологічних властивостей. Оскільки вміст ніобію в рудах мало, кларк складає  $2 \cdot 10^{-3}$  %, а технологія витягання його з доведенням до металевого стану достатньо складна, ніобій є вельми дорогим металом.

Вторинна ніобієва сировина представлена відходами виробництва і застосування ніобію і його сплавів. Це - металеві відходи і брак при виробництві штабків, зливків і прокату; відходи надпровідних сплавів, що містять ніобій, і жароміцних ніобівмісних сплавів і сталей; лом і відходи конденсаторів і твердих сплавів.

Ніобій входить до багатьох жаро- та корозійностійких сплавів і жароміцних сталей. Ніобій і його сплави використовуються як конструкційні матеріали для деталей реактивних двигунів, ракет, газових турбін, хімічної апаратури, електронних приладів, електричних конденсаторів, надпровідних пристроїв.

Проведені фізико-хімічні та термодинамічні дослідження гідрування ніобію, встановлено, що гідрид ніобію  $\text{NbH}_x$  ( $x=0,7-1$ ) утворюється при температурі вище 300°С, а розкладання гідриду ніобію відбувається при температурі вище 800°С у вакуумі, при цьому отримують порошок ніобію фракції близько 1000 мкм.

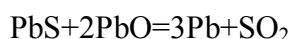
Запропонована технологічна схема отримання сплавів ніобій-залізо(фероніобій) та ніобій-алюміній з вторинної ніобієвої сировини (вміст ніобію більше 80%). Котра дозволяє мати ступінь витягання ніобію більше 94,5%, при цьому, як шихтові матеріали раціонально використовувати: відновник – алюміній; залізовмісний компонент – залізна руда, і шлакотворне - вапно.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЙНОЇ ПЛАВКИ СВИНЦЕВОГО АКУМУЛЯТОРНОГО БРУХТУ В ЕЛЕКТРОПЕЧАХ**

**Харченко А.С., керівник ас. Клинецький О.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Реакційна плавка заснована на взаємодію нижчих сульфідів і оксидів одного і того ж металу та призначена для отримання розплаву чорнового металу. У металургії свинцю основна реакція реакційної плавки має вигляд:



Ця реакція є основою технології металургійної переробки брухту відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів.

В даний час у світовій практиці, в тому числі і в Україні, металургійна переробка акумуляторного брухту здійснюється в шахтних, відбивних та короткобарабанних печах. У цих печах застосовується вуглецеве паливо (кокс, мазут і природний газ), що визначає утворення значної кількості газів, що відходять і вимагає підвищених витрат на газоочищення. У той же час є досвід металургійної переробки брухту в електротермічних печах, екологічно чистіших, оскільки обсяг газів, що відходять, у цих печах у 3-5 разів менший, ніж у печах опалюваних спалюванням вуглецевого палива. Свинець є токсичною речовиною та належить до першого класу небезпеки для здоров'я людей. Оскільки підприємства України, що переробляють вторинну свинцеву сировину, розташовуються в основному в межах міста, важливу проблему є захист жителів від свинцевого отруєння. Через відсутність рудної бази в Україні свинець виготовляється лише з вторинної сировини, переважно з акумуляторного брухту.

Найбільш перспективною є безсодова технологія електротермічної переробки оксисульфатної та металізованої фракції від обробки акумуляторного брухту. Технологія передбачає плавку металізованої фракції в котлах з електрообігрівом та реакційну плавку з сульфатної фракції з пасти в рудотермічних печах без соди, без утворення штейну та з мінімальною кількістю шлаку. Переробка шлаку здійснюється у сублімаційній печі.

Основними перевагами безсодової технології полягають у підвищенні вилучення свинцю (98,3% замість 94,2% для содової плавки), зниженні витрати електроенергії (480-500 кВт•год/т замість 600 кВт•год/т), а також отриманні шлаків не є небезпечними для навколишнього середовища.

Процес є практично безвідходним. Шлак, що містить не більше 1,5% свинцю, використовується в будівництві, лом поліпропіленових корпусів і поліхлорвінілових сепараторів після відмивання від свинцю повертають у плавку, а пластики утилізують.

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МІДНОЇ КАТАНКИ З ЗАДАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

**Зенковський П.Є., керівник доц. Воляр Р.М.**

**Запорізький національний університет**

Мідь завдяки своїм унікальним властивостям, важливішими з яких висота електро- та теплопровідність, достатня корозійна стійкість, використовується у багатьох галузях промисловості. Значна частка міді застосовується у електроніці та електротехніці. Для виготовлення високоякісного дроту, проводу та кабелів необхідна мідна катанка круглого поперечного перетину з заданими властивостями та вмістом домішок. Один з методів виробництва мідної катанки на даний час є безперервний

лиття-прокатки. Особливостями цієї технології в тому що розплав міді, що знаходиться у плавильній печі, після проведення технологічних операцій, рафінування та легування, потрапляє у механізм кристалізації ливарної машини. У кристалізаторі утворюється мідна заготовка прямокутної форми, яка при виході з ливарної машини одразу потрапляє до валків прокатного стану де відбувається виготовлення мідної катанки круглого поперечного перетину з діаметром до 24 мм. Для плавлення мідної шихти та доводки до заданого хімічного складу використовують індукційні печі каналного типу, яка обладнана двовітковим індуктором та дозволяє розплавляти мідь та вести технологічний процес при температурі 1150...1175 °С. Однак при виробництві катанки міді за цим методом виникає проблема неоднорідності розподілу питомого електричного опору по довжині катанки. Це можна контролювати використовуючи шихтові матеріали заданого хімічного складу, регулюючи подачу розплаву в кристалізатор та кількості ниток катанки, що кристалізується з розплаву.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ДОМІШОК З КРЕМНІЄМ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОНОКРИСТАЛІВ**

**Серба М.Д., керівник доц. Воляр Р.М.**

**Запорізький національний університет**

Кремній є основним функціональним матеріалом для напівпровідникової електроніки та сонячної енергетики. Для виготовлення ефективних приладів потрібні монокристали кремнію, як с заданим вмістом домішок, так і їх концентрацією. Базовим методом для вирощування монокристалів кремнію є спрямована кристалізація методом Чохральського. Цей метод засновано на вирощуванні кристалів кремнію на монокристалічну затравку з розплаву. До переваг відносять простоту апаратурного оформлення для виробництва різноманітних марок монокристалів кремнію та має високу продуктивність та відносно низьку собівартість виробів з кремнію. До недоліків відносять не можливість виробництва монокристалічного кремнію з низькими показниками електрофізичних властивостей та концентрацією домішок.

При вирощуванні монокристалічного кремнію за методом Чохральського реакції взаємодії кремнію з домішками умовно поділяють на три групи. Перша це легуючі домішки які вносяться у розплав кремнію для надання заданих властивостей. Друга група це технологічні домішки які переходять в розплав кремнію під час плавки з матеріалів та елементів оснастки установки вирощування та кварцового тигля. Третя це супутні домішки які потрапляють у розплав під час плавки з початкової шихтою та не можуть бути видалені під час формування монокристалу кремнію. Проведено термодинамічні розрахунки реакцій що відбувається під час плавки та кристалізації кремнію, встановлена вірогідність їх протікання та вплив на вміст у кристалах силіцію, серед яких взаємодія кварцу з розплавом силіцію, рідкого силіцію з киснем та вуглецем.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗКЛАДАННЯ АЛЮМІНАТНИХ РОЗЧИНІВ У ЦИКЛІ БАЙЄРА НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛИНОЗЕМУ**

**Жмуркова К.І., керівник доц. Воляр Р.М.**

**Запорізького національного університету**

У глиноземному виробництві на підприємствах, що працюють за схемою Байєра, головною задачею є виконання планового обсягу та мінімізація собівартості продукції за умови забезпечення її якості відповідно до нормативних документів. Якість

глинозему на пряму залежить від якості гідроксиду алюмінію, що отримують на переділі декомпозиції шляхом розкладання пересичених алюмінатних розчинів. Досліджено, що основним параметром, що впливає на формування гранулометричного складу твердої фази та вмісту домішки оксиду натрію, є температура на початку розкладання. Глибина розкладання та інтенсивність співосадження оксиду кремнію, в свою чергу, залежать від тривалості декомпозиції та температури процесу на завершальній стадії. Визначено, що оперативне управління початковою температурою в залежності від затравочного відношення та масової частки дрібних фракцій дозволяє мінімізувати амплітуду та частоту коливань гранулометричного складу отриманого гідроксиду алюмінію; управління тривалістю процесу та підтримання оптимальної кінцевої температури шляхом ефективного управління проміжним теплообміном дозволяють отримувати максимальну продуктивність без перевищення вмісту домішок у продукті.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ЧЕРВОНИХ ШЛАМІВ ГЛИНОЗЕМНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ЧОРНІЙ МЕТАЛУРГІЇ**

**Жмурков П.В., керівник доц. Кіріченко О.Г.  
Запорізького національного університету**

При виробництві глинозему за способом Байєра, залежно від типу бокситу, що поступає на переробку, на 1 т товарного глинозему приходиться 0,3...2,0 т червоного шламу, що потрапляє до шламонакопичувачів, що займають значні площі та потребують безперервного обслуговування. Незважаючи на можливість використання червоних шламів, наприклад, у виробництві будівельних матеріалів або для зниження кислотності ґрунтів, у даний час цей тип відходів значним попитом не користується, що призводить до швидкого накопичення та необхідності виділення нових площ для зберігання. Частковим вирішенням даної проблеми є зневоднення та рекультивация вже заповнених накопичувачів за прикладом проекту, що успішно реалізовується у ТОВ «МГЗ». Але зважаючи на те, що червоний шлам складається в основному з оксидів заліза (до 60 %), алюмінію, кремнію, титану та кальцію, він може розглядатися як перспективна сировина для виробництва сталей та сплавів за умови покращення споживчих властивостей. Встановлено, що в результаті відновлювального електротермічного обпалу при температурі понад 1000 °С червоного шламу частина заліза з окислів та складних хімічних з'єднань з іншими елементами виділилася у вигляді металічного заліза та магнетиту, які завдяки магнітній властивості можуть бути відділені від немагнітних складових продукту обпалу шляхом мокрої магнітної сепарації.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ОЧИЩЕННЯ РОЗПЛАВІВ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ВІД ДОМІШОК**

**Діденко Л.М., керівник доц. Нестеренко Т.М.  
Запорізький національний університет**

Металеві розплави при приготуванні сплавів кольорових металів вступають у взаємодію з киснем повітря, парами вологи, футеровкою печей та плавильним інструментом, внаслідок чого насичуються газами (по перше, воднем) і забруднюються неметалевими домішками (оксидами, карбідами, нітридами, сульфідами тощо).

Обробкою флюсами невеликих об'ємів алюмінієвих, магнієвих, мідних і нікелевих розплавів за умови їх ретельного перемішування досягається ефективне

очищення від зважених неметалевих домішок. Пропускання тонких струменів розплаву через шар рідкого флюсу з одночасним накладенням на метал і флюс поля постійного струму створює сприятливі умови для адсорбції дрібних включень флюсом. Ефективність очищення знижується в міру підвищення температури флюсу, зменшення товщини його шару, збільшення діаметра струменя металу і тривалості використання флюсу. Фільтрування цинкових, алюмінієвих і магнієвих розплавів крізь зернисті фільтри із активних матеріалів порівняно з сітчастими фільтрами дозволяє різко знизити вміст великих неметалевих включень, супроводжується дегазацією розплавів. Збільшення висоти шару, що фільтрує, і зменшення розміру зерен збільшує повноту очищення. Вакуумуванням, продуванням сухих інертних газів, електрофлюсовим рафінуванням дегазують та очищають від домішок великі об'єми металевих розплавів.

Однак повне очищення розплавів кольорових металів і сплавів на їх основі забезпечується підготовкою шихтових матеріалів, захистом металів від окислення і утворення піни при плавленні, комбінуванням кількох способів очищення розплавів.

### **ОСОБЛИВОСТІ ПЛАВЛЕННЯ ВТОРИННОЇ СРІБЛОВМІСНОЇ СИРОВИНИ** **Кушніренко Я.М., керівник доц. Нестеренко Т.М.** **Запорізький національний університет**

Для підвищення вилучення срібла в товарний метал і зменшення його втрат зі шлаками при плавленні в індукційних тигельних печах електротехнічного та електронного срібловмісного брухту проаналізовано фізико-хімічні закономірності процесу: нагрів і розплавлення металу та флюсу під дією наведених індуктором у металі та стінках тигля струмів; окислення домішок продуванням через розплав повітря або кисню; кінетика окислення металів (Cu, Fe, Ag, Zn) і ошлакування оксидів, що утворилися; перемішування розплаву дифузиею, дією індукційних струмів та барботуванням повітря; сублімація срібла і цинку при перегріві; осадження корольків срібла, замішаних у шлак, відстоювання розплаву. Складено рівняння матеріального балансу по сріблу (реакція окислення, сублімація при перегріві, замішування в шлак індукційними струмами та барботуванням, осадження корольків зі шлаку), по оксидам срібла та міді (утворення оксидів при окисленні, розчинення в шлаку), по цинку (окислення та сублімація), по кисню (надходження в розплав під час продування повітрям, витрати на окислення металів і винесення з газами, що відходять), а також по металевій фазі. До рівняння теплового балансу включені статті: теплота, що отримується розплавом при наведенні індукційних струмів, теплота реакцій окислення та ошлакування металів; втрати теплоти через стінки печі та на нагрівання газів над розплавом. Отримані балансові рівняння є основою для створення моделі для аналізу та оптимізації процесу плавлення брухту, що містить срібло.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «ТЕОРІЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ»*

### **ПІДГОТОВКА ОКАЛИНИ ПРОКАТНИХ ЦЕХІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ В ПРОЦЕСАХ АГЛОМЕРАЦІЇ** **Бородін А.О., керівник проф. Камкіна Л.В.** **Український державний університет науки і технологій**

Проблема застосування замащеної окалини прокатних цехів у виробництві агломерату пов'язана з низькотемпературним виділенням летких фракцій масел перед фронтом горіння твердого палива, потраплянням їх у систему газоочищення, відкладенням на елементах газоходу аж до лопаток ексгаустера. При малих витратах

замасленої окалини явище масловиділення не є предметом особливої уваги зі сторони технологів. Значні витрати окалини вимагають вжиття спеціальних заходів, спрямованих на обмеження шкідливого впливу масловиділення в технологічному та екологічному плані.

У дослідженнях були використані: замаслена окалина КГГМК, активована органічна маса (вологість 14%), буре вугілля (вологість 20%), залізна руда, залізорудний концентрат, вапно, вапняк. Досліджуваний матеріал розміщували в печі з регулюванням швидкості нагрівання 10-200 град./хв в діапазоні температур 20-950<sup>0</sup>С. Кількість і витрати газів, що виділилися в процесі піролізу вимірювали ротаметром з системою охолодження пірогазів. Вимірювання температури проводили хромель-алюмелевою термопарою. Нагрів промасленої окалини (окремо і в суміші з іншими компонентами) здійснювали в спеціальних ємностях із вимірами температури в декількох точках у шарі, над шаром і перед пристроєм для вимірювання витрат.

В результаті попередніх досліджень встановлено: температура кипіння та спалахи масел склали більше 90<sup>0</sup>С та 120<sup>0</sup>С, відповідно. При введенні в окалину різних добавок їх вигляд і кількість не суттєво впливали на процес виділення продуктів піролізу і температуру їх займання. Продукти після термічної обробки являли собою магнітну масу, що розсипається, чорного кольору. Випалення окалини без добавок супроводжувалося утворенням компактніших спеків. Міцність решти спеків відрізнялася незначно.

### **НЕРІВНОВАЖНІ КОЕФІЦІЄНТИ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕМЕНТІВ З УРАХУВАННЯМ ВЕЛИЧИН ВІДХИЛЕННЯ ВІД РІВНОВАГИ РЕАКЦІЙ**

**Дмитренко Є.М., керівник проф. Мянвська Я.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

При вивченні особливостей процесів отримання металів та сплавів в металургійних процесах важливим моментом є визначення коефіцієнтів розподілу елементів між взаємодіючими системами шлак-метал-газ. Процеси здійснюються у відкритих системах та їх протікання супроводжується втратами речовини та енергії у навколишнє середовище, тому для їх опису необхідно використовувати положення нерівноважної термодинаміки. Нерівноважні коефіцієнти розподілу елементів визначаються з урахуванням величин відхилення від рівноваги реакцій, перебіг яких можливий між реагуючими системами у ванні печі.

Відхилення реакцій від рівноваги визначається з рівняння ізотерми Вант-Гоффа

$$\Delta G = RT \ln(C_i^{V_i} / K_i), \quad (1)$$

де  $K_i$  - константа рівноваги реакції,  $C_i^{V_i}$  - добуток фактичних концентрацій реагуючих речовин у ступенях, що відповідають стехіометричним коефіцієнтам речовин в реакції. При цьому ступінь відхилення від рівноваги описується виразом

$$\Delta G / RT = \ln(C_i^{V_i} / K_i). \quad (2)$$

Хід процесу відновлення оксиду металу визначається величинами відхилення відповідної реакції від рівноваги. При встановленому стані ці відхилення для даної реакції є величинами постійними і визначаються технологічними режимами ведення процесу. Відхилення реакції від рівноваги оцінюється за величиною зміни енергії Гіббса, яке для реакції типу  $(EO) + [B] = [E] + (BO)$  має вигляд:

$$\Delta G_{(B-E)} / RT = \ln(X_{[E]} \cdot \gamma_{[E]} \cdot X_{(BO)} \cdot \gamma_{(BO)}) / (X_{(EO)} \cdot \gamma_{(EO)} \cdot X_{[B]} \cdot \gamma_{[B]}) - \ln K_{(B-E)}, \quad (3)$$

де  $K_{(B-E)}$  - константа рівноваги реакції між компонентами шлаку та металу. Це рівняння приводиться до виду

$$\exp\{\Delta G_{(B-E)} / RT\} = \ln(X_{[E]} \cdot \gamma_{[E]} \cdot X_{(BO)} \cdot \gamma_{(BO)}) / (X_{(EO)} \cdot \gamma_{(EO)} \cdot X_{[B]} \cdot \gamma_{[B]} \cdot K_{(B-E)}), \quad (4)$$

звідки виводиться вираз для реального коефіцієнта розподілу елемента між шлаком та металом

$$X_{(ЭO)} / X_{[Э]} = (\gamma_{[Э]} \cdot X_{(BO)} \cdot \gamma_{(BO)}) / (\gamma_{(ЭO)} \cdot X_{[B]} \cdot \gamma_{[B]} \cdot K_{(B-Э)} \cdot \exp\{\Delta G_{(B-Э)} / RT\}) \quad (5)$$

Для чисельного рішення вираження коефіцієнта розподілу визначається функціональна залежність  $\exp\{\Delta G_{(B-Э)} / RT\}$ . Отримані вирази дозволяють розрахувати реальні коефіцієнти розподілу марганцю, кремнію і фосфору між шлаком і металом. З використанням реальних коефіцієнтів розподілу будується детермінована статична модель процесу одержання конкретного сплаву.

## **ПЕРЕРОБКА ТЕХНОГЕННИХ ЗАЛІЗОВІСНИХ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ**

**Марченко Я.О., керівник проф. Мянвська Я.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

У сучасних умовах металургійного виробництва однією з важливих проблем є залучення в переробку значних кількостей техногенних залізовмісних матеріалів. В умовах Криворізького залізорудного басейну попутною сировиною є окислені залістисті кварцити, які складаються і займають великі площі родючих земель. У своєму складі вони містять до 50% заліза, що робить цю рудну сировину перспективним матеріалом для металургії. Головний залізовмісний мінерал залістистих кварцитів - гематит, шари якого чергуються з прошарками нерудного матеріалу. Значна частина кварцу нерудних шарів звільняється при сильному подрібненні, що потребує великих витрат енергії на подрібнення. Збагачення залістистих кварцитів шляхом магнетизуючого обпалу не дає високих технологічних показників через недостатнє розкриття рудних мінералів.

Виконано розрахунок рівноважного розподілу компонентів між фазами в умовах вуглецевотермічного відновлення. При температурах 800-900К шлакова фаза містить моносилікат заліза, магнетит та кремнезем. Відновлення гематиту до магнетиту супроводжується появою моносиліциду заліза. При температурі 1200К відбувається повне відновлення заліза із шлакового розплаву з утворенням карбіду заліза  $Fe_3C$ . При температурах вище 1750К відновлюється кремнезем вуглецем карбіду заліза та вуглецем шихти з утворенням  $Fe_5Si_3$ .

Проведено експериментальні дослідження процесів відновлення розкривних порід з використанням різних видів вуглецевмісних матеріалів. Визначено вплив реакційної здатності твердих відновлювачів на кінетичні параметри процесу відновлення. У температурному інтервалі 1000-1300<sup>0</sup>С визначено вплив кількості твердого відновлювача на процес відновлення досліджуваних залізовмісних матеріалів (кількість відновника розраховувалося на вміст вуглецю, необхідного на відновлення оксидів заліза). Дослідження показали можливість використання при відновленні розкривних порід як відновник активованої органічної речовини. В умовах підвищених температур відзначено вилучення в сплав деякої кількості кремнію.

Таким чином, залізовмісні техногенні матеріали, до яких належать окислені кварцити, є перспективною сировиною для металургійного виробництва. Необхідно розвивати дослідження в напрямку ефективного використання відомих і нових вуглецевих відновників, розробки способів і агрегатів для організації таких процесів в залежності від подальшого застосування одержуваних металізованих продуктів.

## **ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ**

**Друченський Є.І., керівник проф. Камкіна Л.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Отримання марганцевих феросплавів (вуглецевого феромарганцю та силікомарганцю) ведеться безперервним процесом, що представляє комплекс взаємодіючих фаз і здійснюється в одній або декількох відкритих системах і є нерівноважним (незворотнім). Сутність процесу - хімічні реакції та тепломасообмін в обсягах взаємодіючих фаз і між ними. Такі процеси можуть бути описані аналітично рівняннями термодинаміки, гідродинаміки та тепломасообміну, на основі яких можливий синтез детермінованих математичних моделей.

У шахтних печах при роботі в режимі, що встановився, по координатах робочого простору печі зберігається статична сталість параметрів у часі, але є певні зміни, головним чином, по висоті печі. При заміні координати часу координатою висоти стаціонарний стан за часом для обраних точок може розглядатися як нестаціонарний стан по висоті. На основі цього розроблена динамічна модель процесів плавлення та відновлення при взаємодії рідких розплавів зі шматками твердої шихти, що представляє систему відповідних диференціальних та інтегральних рівнянь.

Швидкість витрачання вуглецю на відновлення оксидних розплавів є функція складу шлаку та параметрів рівноважного стану. Отримані залежності швидкості витрати вуглецю використані для розрахунків кінетичних параметрів відновлення оксидних розплавів у широкому діапазоні їх складів. Результатами моделювання показано, що помітне відновлення оксидів починається ще до кінця повного розплавлення рудно-флюсової частини шихти. На основі проведених чисельних експериментів розроблена програма для розрахунку вхідних даних та прогнозування основних показників роботи феросплавних печей та оптимізації виплавки феросплавів. Програма дозволяє досліджувати вплив великої кількості факторів, у тому числі і таких, які є недоступними для існуючого виробництва, звільняє користувача від виконання звичайних багаторазових розрахунків або складання відповідного програмного забезпечення.

## **ХРОМІТОВІ РУДИ ПОБУЖЖЯ ЯК СИРОВИНА ДЛЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА СПЛАВІВ ХРОМУ**

**Литвиненко Д.К., керівники доц. Гришин О.М., доц. Ісаєва Л.Є.**

**Український державний університет науки і технологій**

Підвищення ефективності та економічності чорної металургії обумовлює необхідність виробництва в Україні хромистих феросплавів на базі середнього Побужжя, включаючи створення передових технологій виплавки, які забезпечили б високий коефіцієнт використання хрому, необхідну якість продукції та низьку її собівартість. Середнє Побужжя є єдиним районом в Україні, де розвідані родовища та рудопроявлення хромітів. Хроміти Побужжя представлені: масивними ( $Cr_2O_3 > 35\%$ ), вкрапленими ( $Cr_2O_3 - 16 - 35\%$ ) і рідкокрапленими ( $Cr_2O_3 < 15\%$ ) рудами. За відсотковим співвідношенням переважають потужні руди (60%), частку суцільних і редковкраплених доводиться до 20% руд. Поряд із вмістом основного елемента ( $Cr_2O_3$ ) у хромітових рудах, показником якості сировини, що надходить для виробництва високовуглецевого ферохрому, є вміст сірки, який коливається від 0,05 до 0,11%. Були проведені дослідження щодо взаємозв'язку розподілу елементів між мінеральними фазами хромової руди родовища східного Липовеньківського прояву. У Побузьких

хромітових рудах містяться мінеральні різновиди хромшпінелідів:  $(\text{Mg,Fe})\text{O}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$  манганохроміт,  $(\text{Mg,Fe})\text{O}\cdot(\text{Cr,Al})_2\text{O}_3$  хромпікатит,  $\text{FeO}\cdot(\text{Cr,Al})_2\text{O}_3$  алюмохроміт. Компонентами порожньої породи в рудах є: тальк, хлорид, магнезит, кварц, гідрооксид заліза та ін.

Експериментальне дослідження кінетики відновлення хромітів Побужья проведено на установці, що забезпечує безперервну автоматичну синхронну реєстрацію зміни ваги досліджуваного зразка та обсягу газу, що виділяється при атмосферному тиску. Як відновник використовували графіт у кількості на 100% відновлення хрому та заліза плюс деяку кількість на вуглецювання сплаву до 8% вуглецю. Як флюс використовували технічно чистий оксид кремнію з розрахунку на його кінцевий вміст у шлаках 35%. Фракція шихтових матеріалів становила – 0,5 мм. При температурах 1300-1400 $^{\circ}\text{C}$ , при зупинці процесу на ранніх етапах, оксидна маса в зламі мала темне забарвлення, то при більш високих температурах і ступенях відновлення окисні утворення набували світлішого забарвлення.

При температурах 1500-1600 $^{\circ}\text{C}$  особливо у високохромистих шихтах спостерігалось практично повне відновлення з утворенням значної кількості металу. У деяких випадках ступінь відновлення перевищував 100%, внаслідок часткового відновлення кремнезему. Досліджено вплив дисперсності концентрату на швидкість відновлення.

Використання шихтових матеріалів тонкого подрібнення дозволяє суттєво прискорити процес відновлення оксидів хрому та заліза, що характерно для багатих концентратів. При температурах вище 1600 $^{\circ}\text{C}$  роль подрібнення знижується, так як значною мірою визначається взаємодіями рідких фаз, що утворюються, зі зменшенням поверхні контакту.

Для оцінки впливу типу вуглецевого відновника проведено досліді щодо відновлення хромітів різними вуглецевими матеріалами – коксом, графітом та деревним вугіллям. Результати дослідів при 1200 і 1300 $^{\circ}\text{C}$  із застосуванням графіту, коксу та деревного вугілля в порошкових шихтах, показали, що перехід від графіту до деревного вугілля забезпечує помітну інтенсифікацію відновлення окису хрому, хоча в кількісному відношенні відновника відносно невелика. Це пов'язано з тим, що відношення питомих поверхонь деревного вугілля і графіту при одній і тій же дисперсності у великих частках значно більше, ніж при дрібнодисперсному відновнику, і початкова поверхня контакту рудного зерна з деревним вугіллям приблизно втричі більше, ніж з графітом. Так як для шихт з великим відновником процес лімітується малою поверхнею контакту порошку рудного зерна з вуглецем, то перевага деревного вугілля в порівнянні з графітом, стає більш очевидним, ніж у випадку з порошковими відновниками.

## **ПОКАЗНИКИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОСТІ ОКИСЛЕНИХ КВАРЦИТІВ ПРИ ОТРИМАННІ ЗАЛІЗМІСНОГО МЕТАЛІЗОВАНОГО ПРОДУКТУ**

**Волошко О.С., керівники проф. Мянвська Я.В., доц. Ісаєва Л.Є.**

**Український державний університет науки і технологій**

Одним із шляхів ресурсозбереження та покращення екології є впровадження технологічних схем отримання металізованого продукту з метою залучення в металургійне виробництво залізовмісних відходів виробництва та бідної залізорудної сировини. Дослідження відновлювальних процесів було проведено на установці з безперервною автоматичною реєстрацією зміни ваги досліджуваних шихтових наважок у діапазоні температур до 1500 $^{\circ}\text{C}$ . Склад розкривної породи: заліза (~57%), переважно у вигляді  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , і  $\text{SiO}_2$  (~22,5%). Для порівняння відновлювальності проводили

експерименти з чистим оксидом заліза  $Fe_2O_3$ . Як відновники використовували газове вугілля, кокс, буре і деревне вугілля, активовану органічну масу.

При температурі  $1000^\circ C$  варіювали вагу залізовмісного матеріалу в шихті та кількість  $S_{тв}$  (кількість відновника перераховувалася на вміст вуглецю, необхідного на утворення оксидів  $CO_2$  або  $CO$ ). При співвідношенні  $C/O$  в шихті, що дорівнює 0,25, швидкість процесу була невеликою і за 20 хвилин ступінь відновлення склала близько 45%. Збільшення  $C/O$  до 0,75 значно прискорило швидкість процесу і за 15 хвилин ступінь відновлення становила 100%. Швидкість відновлення чистого  $Fe_2O_3$  та оксидів заліза розкривної породи при однаковому співвідношенні  $C/O$  була практично однаковою, з невеликим випередженням відновлення чистого  $Fe_2O_3$  (~7...10%).

Дослідження впливу типу твердого відновника на кінетику процесу (торф активований, деревне та газове вугілля) показало, що невеликі переваги, навіть щодо деревного вугілля, має торф активований. Однакові швидкості процесу відновлення оксидів із розкривної породи досягнуті для торфу активованого при  $t = 1000^\circ C$ , для деревного вугілля при  $t = 1100^\circ C$ . Відновлення розкривної породи активованим торфом в умовах високих температур (~ $1700^\circ C$ ) показало, що в таких умовах можна отримати сплав із вмістом кремнію до 14%.

При моделюванні рідкофазного відновлення залізовмісних розкривних порід Криворізького басейну вуглець був винесений із безпосереднього контакту з оксидною частиною шихти. Шихту розміщували шарами по висоті реактора: на дно шар дрібних уламків вуглецевих електродів завтовшки близько 5 мм, вище шар коксика заданої фракції і на нього наважка розкривної породи фракції 5...10 мм. При витримці печі з температурою  $1300^\circ C$  протягом 60 хвилин із застосуванням коксика фракцією 1...3 мм досягнуто ступінь відновлення оксидів приблизно 52 %, а при витримці 70 хвилин при тій же температурі, але із застосуванням коксика фракцією 5...10 мм ступінь відновлення становила приблизно 35%. Для умов наведеного нестационарного процесу відновлення подрібнення вуглецевого відновника збільшує поверхню коксу, по якій стікає рідка оксидна частина залізовмісної шихти. При зростанні поверхні коксика, де протікає реакція, зростає також протяжність змоченого периметра коксу у зоні реагування (висота шару коксика), відповідно зростає поверхню відновника, де йде реакція.

## **ЕЛЕКТРОХІМІЧНА ОБРОБКА ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНИХ РУД З МЕТОЮ ЗАЛУЧЕННЯ В МЕТАЛУРГІЙНЕ ВИРОБНИЦТВО**

**Мамонова Л.С., керівник проф. Камкіна Л.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

В даний час чітко простежується тенденція зниження вмісту корисних компонентів у рудах, що добуваються. У цій ситуації особливо зростає роль збагачення корисних копалин, яке стало основною гірською технологією. Збагаченню піддається до 90% залізної руди, що видобувається. Широке залучення у виробництво бідних окислених руд Кривбасу і особливо бідних руд попутного видобутку залишається актуальним завданням.

В даний час у Кривбасі на поверхні зосереджено близько 400 млн. т. окислених руд, що містять близько 37...38% заліза. Щорічне надходження окислених руд становить приблизно 30 млн. т. Вирішити проблему збагачення бідних окислених кварцитів у майбутньому дозволить застосування розроблених і створених останнім часом високо градієнтних магнітних сепараторів з високою напруженістю магнітного поля. У нашій країні перші зразки таких сепараторів з'явилися на початку 80-х років.

Розвиток нових принципів організації процесів збагачення ведеться у напрямі підвищення їх селективності. Паралельно йде розвиток методів попередньої обробки руди з метою спрямованої зміни фізичних та фізико-хімічних властивостей мінеральних компонентів для підвищення їх контрастності. Зараз вже важко знайти якусь властивість мінералів, яка не використовується в збагаченні. Однак кожен з методів може здійснюватися декількома процесами або способами, що докорінно відрізняються за своєю організацією.

Відомо, що в процесі електролізу води при певних термодинамічних умовах гематит відновлюється до магнетиту, набуваючи при цьому магнітні властивості. Переведення гематиту в магнітну форму дозволить збільшити ступінь вилучення залізовмісних матеріалів з руд. У світлі поставленої задачі представляють безперечний інтерес електрохімічні властивості гематиту та магнетиту. Ці властивості найбільш повно представлені в роботах, пов'язаних з корозією заліза у водних розчинах електролітів, окисленням заліза атмосферною корозією на повітрі, в газовій фазі, аналітичним визначенням оксидів металів (у тому числі оксидів заліза) інверсійною вольтамперометрією.

Термодинамічний підхід до опису процесів корозії заліза та його сплавів може бути успішно використаний для аналізу електролітичного відновлення оксидів заліза. Рівнагу між металом, розчином, що містить його іони, і твердими кисневими сполуками металу розглядають на діаграмі "рівноважний потенціал-рН розчину". На основі аналізу діаграми Пурбе встановлено термодинамічна ймовірність перебігу процесів корозії заліза в розчинах та електролітичного відновлення оксидів заліза, оскільки в першому наближенні їх можна вважати зворотними один одному і визначені області існування окремих фаз і умови фазових перетворень. Існування  $Fe_3O_4$  обмежене водневим показником (рН) і потенціалом на електроді. При цьому процес переходу  $Fe_2O_3$  у  $Fe_3O_4$  можливий і при низьких значеннях рН середовища до 7, але при цьому потенціал зростає до -0,2.

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФАЗОВОЇ РІВНОВАГИ У ПОЛІКОМПОНЕНТНІЙ СИСТЕМІ НА ОСНОВІ МАРГАНЦЮ**

**Дворковий О.І., Єфімов В.С., керівник проф. Камкіна Л.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

На основі комп'ютерного моделювання фазової рівноваги у полікомпонентній системі  $MnO-SiO_2-CaO-MgO-Al_2O_3-FeO-Na_2O-K_2O$ , еквівалентній марганцевому агломерату, на межі розподілу метал-шлак-газ методом мінімізації енергії Гіббса отримані нові наукові знання з хімічного складу співіснуючих фаз, розподіл марганцю між мінеральними фазами даної системи та встановлення поверхні ліквідус в інтервалі температур 1000-1500°C. На цій основі обґрунтовано вплив температури на процес одержання марганцевого агломерату певної структури для забезпечення високих показників механічної властивості отриманого дослідного агломерату заданої якості для використання в металургійних процесах одержання феросплавів.

Для визначення температурних умов появи рідких фаз для одержання агломерату з заданими механічними властивостями при введенні до складу шихти дрібнодисперсних техногенних матеріалів та вибору раціонального складу і їх співвідношення при застосуванні методу термодинамічного моделювання рівноваги фаз встановлені стабільні компоненти в інтервалі температур 900-1300°C, які ідентифіковані методом РСМА в структурі дослідного агломерату, одержаного з визначенням кількості техногенних матеріалів. Застосований метод дослідження розвиває уявлення про здійснення процесів формування раціонального складу агломерату з застосуванням

різних техногенних матеріалів для забезпечення енерготехнологічних умов спікання з подальшим отриманням агломерату заданих механічних властивостей і фазового складу і його технологічним використанням в металургійних процесах.

## **ВПЛИВ ВНУТРІШНЬОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ АГЛОМЕРАТУ**

**Величко К.О., керівник проф. Камкіна Л.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

У процесі формування внутрішньої структури агломерату вирішальну роль виконує вуглець твердого палива як внутрішнє джерело тепла. Зовнішнє тепло, що надходить із продуктами згоряння газу, необхідно в початковий період нагрівання для забезпечення активізації внутрішнього джерела. У цьому випадку зовнішнє джерело тепла служить не тільки для активізації внутрішнього нагріву, але й для створення певного рівня температур та складу газової фази. У процесі безперервного нагріву рудно-паливних матеріалів у складному за складом окисному газовому середовищі для створення найкращих умов утворення блокової структури одержуваного спеку необхідно забезпечувати максимальне використання внутрішнього джерела тепла - вуглецю твердого палива за рахунок оптимізації його гранулометричного складу та рівномірного розподілу у вихідних системах. Отримані залежності зміни характеристик процесу нагрівання рудно-паливних зразків у газовій фазі складного складу дозволили уточнити механізм окиснення розподіленого у вихідних матеріалах добавок твердого палива та відновлення при цьому оксидів заліза. Для найбільш повного використання твердого палива як внутрішнього джерела тепла при формуванні блокової структури залізорудного агломерату найбільш доцільно забезпечувати в шарі газову фазу, що не містить діоксид вуглецю з концентрацією кисню в ній 8.10%, а в шихту вводити не більше 7,5. 8,0% твердого палива.

За результатами чотирифакторного планованого експерименту були отримані рівняння регресії, що описують закономірності зміни відносних масових витрат вуглецю та кисню при випалюванні рудно-паливних матеріалів з урахуванням вмісту вуглецю твердого палива у вихідній шихті, швидкості її нагрівання та початкових концентрацій в газах. Встановлено, що хімічні реакції відновлення та окиснення оксидів заліза в шарі протікають в основному в період нагрівання шихти до 1000...1050°C і в період охолодження агломераційного спеку. На стадії спікання при більш високих температурах (близько 1300°C) переважно розвиваються процеси, пов'язані з розплавленням і кристалізацією шихтових компонентів, що зрештою формує фізичні властивості спеку. За даними експериментальних досліджень об'ємної усадки виявлено закономірності впливу основних теплотехнічних параметрів (зміст твердого палива у шихті, вміст у газовому середовищі кисню та діоксиду вуглецю, швидкості нагрівання) на зміну температурних умов випалювання. Показано, що найменші енергетичні витрати на формування міцного агломерату можна забезпечити при нагріванні залізорудних магнетитових матеріалів, що містять не більше 7,8...8,2% твердого палива зі швидкістю 90...100 град./хв. у газовому середовищі з концентрацією 7,0...8,0 % CO<sub>2</sub>. При цьому вміст кисню в газі має бути або близьким до нуля, забезпечуючи безокислювальне нагрівання і збереження вихідної структури матеріалів, що нагріваються при обмеженій потужності внутрішнього джерела тепла, або близьким до вмісту його в повітрі, створюючи умови для максимального окислення вуглецю і оксидів заліза.

**РОЗВИТОК ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ  
ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ТАКИХ ЯК ВИСОКОМІЦНІ ТА ЛЕГКІ  
СПЛАВИ, КЕРАМІКА ТА КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ**

**Кириленко В.А., керівник доц. Білий О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Ливарне виробництво є важливою галуззю промисловості, яка забезпечує виробництво різноманітних виробів з металів, кераміки та інших матеріалів. За останні кілька років, розвиток інноваційних матеріалів, таких як високоміцні та легкі сплави, кераміка та композитні матеріали, значно вплинув на розвиток ливарного виробництва.

Високоміцні та легкі сплави, такі як алюмінієві сплави, забезпечують високу міцність та легкість виробів. Ці матеріали використовуються в авіаційній та автомобільній промисловості, а також в виробництві електронних пристроїв. Ливарне виробництво з використанням високоміцних та легких сплавів дозволяє виготовляти складні та легкі деталі, що мають високу міцність та стійкість до корозії.

Кераміка є ще одним інноваційним матеріалом, який може бути використаний в ливарному виробництві. Керамічні матеріали мають високу міцність та стійкість до тепла, корозії та абразії. Вони використовуються в виробництві високотехнологічних виробів, таких як сонячні панелі, лопаті вітрогенераторів та інші.

Композитні матеріали є ще одним інноваційним матеріалом, який може бути використаний в ливарному виробництві. Композити складаються зі сполучення двох або більше матеріалів, які разом мають кращі властивості, ніж окремі матеріали. Композитні матеріали можуть бути використані в виробництві легких та міцних деталей для авіаційної та космічної промисловості, машинобудування, та інших галузях.

Розвиток інноваційних матеріалів в ливарному виробництві має безпосереднє вплив на зниження витрат на виробництво та покращення якості виготовлених виробів. Наприклад, високоміцні та легкі сплави забезпечують виготовлення деталей з меншою масою, що знижує витрати на транспортування та зберігання. Керамічні та композитні матеріали забезпечують більшу міцність та стійкість до корозії, що збільшує термін експлуатації виробів.

Однак, для успішного використання інноваційних матеріалів в ливарному виробництві, необхідно мати високу кваліфікацію працівників та сучасне обладнання. Крім того, необхідно виконувати вимоги щодо якості та безпеки, а також дотримуватися екологічних норм.

У світі існує багато прикладів успішного використання інноваційних матеріалів в ливарному виробництві, наприклад, виробництво лопатей вітрогенераторів з композитних матеріалів або виробництво авіаційних деталей з високоміцних та легких сплавів. Розвиток ливарного виробництва з використанням інноваційних матеріалів має значний потенціал для подальшого розвитку промисловості та зниження впливу на довкілля.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЕРАМІЧНИХ ОБОЛОНКОВИХ ФОРМ, ЩО ВИГОТОВЛЕНІ З РІДКОГО СКЛА ТА КРЕМНЕЗОЛЯ**

**Коршун Ю. Ю., керівник доц. Мазорчук В.Ф.**

**Український державний університет науки і технологій**

Керамічні оболонкові форми є незамінним елементом у виготовленні деталей та складних виробів з метою забезпечення високої якості та точності їх розмірів. Дослідження властивостей керамічних оболонкових форм, виготовлених з рідкого скла та кремнезоля, є важливим етапом у розробці нових матеріалів та технологій їх виробництва.

Один з ключових параметрів керамічних оболонкових форм - це їх механічна міцність, яка визначається рівнем опору матеріалу проти руйнування. Результати досліджень показали, що керамічні оболонкові форми, виготовлені з рідкого скла, мають вищу міцність порівняно з формами, виготовленими з кремнезоля. Це пов'язано з більш високою твердістю та стійкістю до зношування рідкого скла.

Іншим важливим параметром керамічних оболонкових форм є теплова стійкість, тобто їх здатність зберігати міцність та форму при високих температурах. Дослідження показали, що керамічні оболонкові форми з кремнезоля мають вищу теплову стійкість порівняно з формами, виготовленими з рідкого скла. Це пов'язано з більш високою температурою плавлення кремнезолю та його здатністю зберігати міцність при високих температурах.

Також важливо враховувати вплив технологічних параметрів виробництва на властивості керамічних оболонкових форм. Наприклад, зменшення температури під час випалу може підвищити міцність та теплову стійкість форм, але також може призвести до збільшення розмірів та зміни форми виробів. Тому, оптимізація технологічних параметрів виробництва є важливою задачею при розробці керамічних оболонкових форм.

У підсумку, дослідження властивостей керамічних оболонкових форм, що виготовлені з рідкого скла та кремнезоля, дозволяють визначити найкращі матеріали та технології їх виробництва з метою забезпечення високої якості та точності виготовлених виробів. При цьому, необхідно враховувати компроміс між міцністю, тепловою стійкістю, технологічними витратами та точністю виготовлення.

## **ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БІЛЬШ ЕКСКЛЮЗИВНИХ ТА НЕЗВИЧАЙНИХ ЮВЕЛІРНИХ ВИРОБІВ**

**Крупський І.І., керівник доц. Білий О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Ювелірне мистецтво завжди було пов'язане зі створенням ексклюзивних та незвичайних виробів, що відображають індивідуальність свого власника. З розвитком технологій та використанням нових матеріалів, ювелірні виробники отримали більші можливості для створення вишуканих та неповторних виробів.

Один з найбільш вражаючих матеріалів для створення ювелірних виробів – це кристали. Вони мають неповторні форми та властивості, що дозволяють створювати унікальний дизайн. Кристали можна використовувати як головні складові частини виробів або як прикраси для підвищення їх краси. Ювелірні виробники використовують різні види кристалів, такі як смарагди, рубіни, сапфіри та багато інших, для створення вражаючих творінь.

Ще один цікавий матеріал для створення ювелірних виробів – це скло. Воно має високу прозорість та блиск, що робить його ідеальним для використання у ювелірній галузі. Скло можна виготовляти в різних кольорах та формах, що дозволяє створювати різноманітні вироби з різними текстурами та візерунками.

### **ВИКОРИСТАННЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ТА 3D-ДРУКУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БІЛЬШ СКЛАДНИХ ТА УНІКАЛЬНИХ ФОРМ ЮВЕЛІРНИХ ВИРОБІВ**

**Мелешко Д.В., керівник доц. Білий О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Використання 3D-моделювання та 3D-друку є одним із найбільш перспективних напрямків у сфері виготовлення ювелірних виробів. Ці технології дозволяють створювати складні та унікальні форми, які раніше були недоступні для традиційних методів виробництва.

3D-моделювання в ювелірній сфері дозволяє досить швидко та точно створювати моделі виробів з урахуванням усіх деталей та особливостей. Для цього використовуються спеціальні програми, які дозволяють створювати моделі будь-якої складності, починаючи від простих коліє та закінчуючи унікальними прикрасами з нестандартними формами та елементами.

Після створення моделі вона передається на 3D-принтер, який відтворює виріб за заданою моделлю. Важливо, що 3D-друк не обмежує матеріали, які можна використовувати для виготовлення ювелірних виробів. За допомогою цієї технології можна працювати з багатьма матеріалами, включаючи золото, срібло, платину, титан, а також різні полімери та смоли.

Використання 3D-моделювання та 3D-друку дозволяє значно скоротити час на виготовлення ювелірних виробів та знизити витрати на виробництво. Крім того, ці технології дозволяють створювати більш точні та деталізовані вироби, що, у свою чергу, підвищує якість їх виконання.

Загалом використання 3D-моделювання та 3D-друку є важливим кроком у розвитку ювелірної індустрії, що дозволяє створювати більш складні та унікальні ювелірні вироби, які задовольняють вимогам найвибагливіших клієнтів.

### **ПОРІВНЯННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ ЦЕРІЄМ ТА ІТРИЄМ НА ПАРАМЕТРИ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТА СТРУКТУРУ ВАЛКОВОГО ЧАВУНУ**

**Мирошниченко Г. О., керівник проф. Іванова Л. Х.**

**Український державний університет науки і технологій**

Валковий чавун – це вид чавуну, який використовується для виробництва валка. Проте, однією з проблем цього матеріалу є його крихкість та недостатня міцність, що обмежує його використання. Одним із способів поліпшення якості валкового чавуну є його модифікація.

Модифікація – це процес додавання до сплаву спеціальних домішок з метою поліпшення його властивостей. У цих тезах ми порівнюємо вплив двох методів модифікації на параметри кристалізації та структуру валкового чавуну.

Параметри кристалізації – це параметри, які визначають, як відбувається процес кристалізації в матеріалі. Ці параметри включають час кристалізації, температуру кристалізації та швидкість кристалізації. Ці параметри мають значний вплив на структуру та властивості матеріалу.

Модифікація церієм зазвичай зменшує час кристалізації та збільшує температуру кристалізації валкового чавуну. Це пов'язано з тим, що домішка церію прискорює процес кристалізації та збільшує температуру, за якої відбувається кристалізація. Це призводить до зменшення часу кристалізації та збільшення кількості кристалів у матеріалі. З іншого боку, модифікація ітрієм зазвичай збільшує час кристалізації та зменшує температуру кристалізації. Це пов'язано з тим, що домішка ітрію сповільнює процес кристалізації та зменшує температуру, за якої відбувається кристалізація. Це призводить до збільшення часу кристалізації та зменшення кількості кристалів у матеріалі.

Модифікація церієм зазвичай призводить до збільшення розміру зерен у структурі валкового чавуну, тоді як модифікація ітрієм зазвичай призводить до зменшення розміру зерен у структурі валкового чавуну.

У підсумку можна сказати, що дослідження впливу модифікації церієм та ітрієм на параметри кристалізації та структуру валкового чавуну є важливим напрямком наукових досліджень. Отримані результати досліджень можуть бути використані для оптимізації методів виготовлення валків.

### **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РАФІНУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ AL-SI**

**Бровенко А.А., керівник доц. Доценко Ю.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Якість литих виробів починає формуватися на стадії плавки й завершується в процесі формування алюмінієвого сплаву усередині прес-форми машини для лиття під тиском.

З теорії плавки легких сплавів відомо, що для одержання якісного алюмінієвого сплаву варто керуватися наступними технологічними прийомами:

- застосовувати тиглі, які не взаємодіють з розплавом;
- використовувати первинні шихтові матеріали й припустиму кількість відходів (повернення, вторинні сплави й ін.);
- проводити рафінування розплавів різними хімічними реагентами (хлористими солями, фтористими речовинами, флюсами й ін.) або іншими методами для видалення неметалевих включень: водню, окислів  $Al_2O_3$  й ін.;
- вести плавку без високого перегріву, контролювати вміст газів в рідкому й твердому стані.

Ефективність різних методів (адсорбційних й неадсорбційних) рафінування алюмінієвих сплавів залежить від засобу, що рафінує, технології введення його в розплав (температура розплаву, часу обробки, способів введення, маса речовини, що рафінує), і так само від хімічного складу сплаву, насиченості його різними видами неметалевих включень, кількістю переплаву в шихті й обсягу тигля печі.

### **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ НА РОЗПЛАВ В ФОРМІ ЛВМ**

**Ганжа Р.Є., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій**

Відомо, що застосування тиску на розплав, що кристалізується у формі, призводить до підвищення якості виливків і зниження непродуктивних втрат металу, проте наявні способи мають ряд відомих недоліків. Одним з методів, що мають певні переваги перед традиційними способами, є застосування газодинамічного тиску на

розплав у ливарній формі. При здійсненні такого процесу до моменту початку подачі газу на поверхні робочої порожнини ливарної форми повинен сформуватися шар твердого сплаву такої товщини, що може забезпечити герметичність системи аж до повного затвердіння виливка. В ході проведеної роботи визначена можливість застосування технології газодинамічного впливу на розплав в ливарній формі при литті за витоплюваними моделями циліндричних заготовок із сталі P18Л для виготовлення ріжучого інструменту діаметром 25 мм і довжиною 200 мм, а також перспективність проведення подальших досліджень в цьому напрямку. Встановлена також можливість зміни конструкції блоку виливків, що дозволить, згідно з результатами проведеного моделювання, здійснювати "повноцінний" газодинамічний вплив на розплав, що твердіє в ливарній формі. Визначено, що процес герметизації блоку, при цьому, закінчиться через ~ 130 секунд формуванням затверділої поверхневої скоринки завтовшки 1 - 2,5 мм, що дає можливість надалі збільшувати тиск в системі виливок - пристрій для введення газу відповідно до збільшення затверділого шару аж до повного затвердіння виливків.

## **ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Срібненко А.О., керівник доц. Білий О.П.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Аддитивні технології, такі як 3D-друк, здавна знаходять застосування в багатьох галузях промисловості, але тепер вони знайшли своє місце в ливарному виробництві. Використання цих технологій дозволяє створювати складні деталі, які було б неможливо виготовити традиційними способами. Це відкриває безліч можливостей для розробки інноваційних продуктів, які мають унікальні властивості та форму.

Одним з переваг використання аддитивних технологій є можливість виготовлення виробів без використання форм, які потребують багато часу та зусиль для створення. Це значно знижує час виготовлення та витрати на виробництво. Крім того, з використанням 3D-друку можливо виготовляти вироби зі складними геометричними формами та структурами, що дає можливість розробляти продукти з унікальними властивостями.

Застосування аддитивних технологій у ливарному виробництві дозволяє також знизити відходи матеріалів та зменшити вплив на довкілля. Більшість відходів у традиційному ливарному виробництві пов'язані зі створенням форм та литтям виробів. З використанням аддитивних технологій, таких як 3D-друк, відходів майже не буває, оскільки матеріал використовується тільки для створення необхідної форми та структури.

Загалом, використання аддитивних технологій в ливарному виробництві має великий потенціал для розвитку нових продуктів та покращення якості виробів. Зокрема ці технології дозволяють значно збільшити точність та повторюваність виготовлення виробів, що підвищує їх якість та надійність. Крім того, з використанням аддитивних технологій можна розробляти продукти з новими властивостями, які були б неможливі досягти за допомогою традиційних методів виробництва.

Наприклад, виготовлення деталей зі складною внутрішньою структурою за допомогою традиційних методів може бути дуже складним та вимагати великої кількості часу та зусиль. З використанням аддитивних технологій цей процес може бути значно спрощений та скорочений. Більш того, за допомогою 3D-друку можна створювати вироби з унікальними структурами та властивостями, які важко або неможливо отримати іншими методами.

Наступним кроком в розвитку адитивних технологій у ливарному виробництві є використання нових матеріалів. Сьогодні на ринку присутні композитні матеріали, високоміцні та легкі сплави, кераміка та інші інноваційні матеріали, які дозволяють отримувати вироби з унікальними властивостями. Застосування цих матеріалів у поєднанні з адитивними технологіями може дозволити отримувати ще більш складні та якісні продукти, які зможуть задовольнити навіть найвимогливіших клієнтів.

У підсумку, використання адитивних технологій у ливарному виробництві є великим кроком у напрямку розвитку інноваційних продуктів та забезпечення високої якості.

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗА ДРІБНОСЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА ЧАВУННОГО ВИЛИВКА**

**Теплицький Є.А., керівник проф. Іванова Л.Х.**

**Український державний університет науки і технологій**

Спочатку на основі характеристики деталі «Кронштейн» масою 1,2 кг і аналізу технічних вимог було обрано матеріал виливка – чавун з пластинчастим графітом марки СЧ350 ДСТУ 8833:2019, обґрунтовано спосіб лиття – у піщану форму, по вологому, методи виготовлення ливарної форми та стрижня – ручне формування. Виходячи із загальної конфігурації, маси і розмірів деталі, положення оброблюваних поверхонь та інших умов одержання якісного виливка, на кресленні деталі було розроблено технологічні вказівки елементів ливарної форми. Для одержання виливка, котрий віднесено за складністю до 2 групи, передбачено використання одного горизонтального ливарного стрижня та були визначені розміри знаків на ливарному стрижні та ливарній моделі.

Потім було визначено точність виливка 13т-5-18-14 ДСТУ 8981:2020 і точність модельного комплексу МК7-деревина ГОСТ 3212-92. Розроблено конструкцію ливарної моделі та визначено 9 операцій по її виготовленню з листяної породи деревини – липи 1-2 сорту з дошок товщиною 40 мм та шириною 100 мм за ГОСТ 13354-91. З урахуванням конструкції ливарної моделі та мінімально припустимих товщин шару формувальної суміші на різних ділянках форми розраховано кількість виливків в одній формі - 2 шт., та визначено габаритні розміри ливарних опок – 400 x 250 x 50/120 мм. За методом Г.М. Дубицького розраховано горизонтальну литникову систему.

Наприкінці було обрано склади піщано-глинистих формувальних (облицювальної та наповнювальної) і стрижньової РСС суміші для виготовлення ливарної форми, визначено, що вантаж для усунення підняття верхньої напівформи не потрібен, обрано технологічне устаткування для плавлення чавуну необхідної марки і заключних операцій виготовлення виливка: плавку чавуну в індукційній тигельній печі моделі МГП-52, розраховано місткість ливарного ручного ковша –25 кг, обрано температуру заливання -1340-1400оС, на ПЕОМ зроблено розрахунок охолодження виливка у формі. та визначено процеси та методи для здійснення фінішних операцій при виготовленні виливка, номенклатуру показників контролю його якості за ДСТУ 8990:2020.

## **ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СЕРІЙНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «РОЛИК З ФІГУРНИМ ОТВОРОМ»**

**Хрінік Є.В., керівник зав. лаб. Терьохін В.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

На основі характеристики конструкції деталі і аналізу технічних вимог було обрано матеріал вилівка – чавун з пластинчастим графітом марки СЧ300 ДСТУ 8833:2019, обґрунтовано спосіб лиття - у піщану вологу форму, методи виготовлення ливарної форми - машинне формування струшуванням з допресуванням і ливарних стрижнів – із ХТС. Виходячи із загальної конфігурації, маси і розмірів деталі, положення оброблюваних поверхонь та інших умов одержання якісного вилівка, на кресленні деталі розроблено технологічні вказівки елементів ливарної форми. Визначено точність вилівка і точність модельного комплекту: точність вилівка 10-6-13-11 Зм. 2,4 ДСТУ 8981:2020; точність МК5-метал ГОСТ 3212-92. Для одержання вилівка, котрий віднесено за складністю до 3 групи, передбачено використання одного вертикального ливарного стрижня. Визначено припуски на механічне оброблення вилівка та розміри знаків на стрижні і ливарній моделі. Розроблено конструкцію ливарної моделі з алюмінієвого сплаву АК7 ДСТУ 2839-94, розраховано кількість вилівоків в одній формі – 4 шт. та визначено габаритні розміри опок - 800 x 700 x 150/150 мм. Обрано конструкції ливарних опок, модельних плит, конструкцію ливарної моделі, а також склади піщано-глинистої формувальної і стрижньової ХТС суміші для виготовлення ливарної форми. Визначено, що вантаж для усунення підняття верхньої напівформи не потрібен. Встановлено параметри заливання ливарної форми: температура заливання -1320-1380оС, місткість заливального барабанного ковша – 400 кг. На ПЕОМ зроблено розрахунок охолодження вилівка у формі. Визначено процеси та методи для здійснення фінішних операцій при виготовленні вилівка, показники контролю його якості, а також екологічні ливарні процеси.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЛКОВИХ ЧАВУНІВ ТЕРМІЧНИМ ОБРОБЛЕННЯМ**

**Насонов Д.М., керівник проф. Іванова Л.Х.**

**Український державний університет науки і технологій**

Однією з важливіших характеристик робочого шару прокатних валків є зносостійкість. Її можна підвищити шляхом застосування високоякісних зносостійких чавунів, а також за допомогою термічного оброблення чавунів, що використовуються для валків серійного виробництва. У цій роботі дослідили вплив різних режимів термічного оброблення на зносостійкість чавунів робочого шару листопрокатних валків. Зносостійкість визначали на машині моделі СМЦ-2 в умовах тертя ковзання при навантаженні 735 Н, швидкості обертання контрольного зразка  $78 \pm 1$  см/с та довжині зношування 250 та 500 м. Зносостійкість оцінювали за втратою маси дослідного зразка. Узагальнені дані впливу термічного оброблення на величину зносу дослідних чавунів наведені у таблиці.

Вид термічного оброблення	Величина зносу (мг/см <sup>2</sup> ) на довжині зношування					
	250 м			500 м		
	Чавун нелегований	Чавун, легований Ni	Чавун, легований Ni і Мо	Чавун нелегований	Чавун, легований Ni	Чавун, легований Ni і Мо
-	21,0	23,3	22,7	36,9	44,4	43,5
Нормалізація	8,2	13,8	11,9	30,3	41,2	36,9
Нормалізація та відпуск при 500°C	7,2	15,7	13,2	29,8	44,0	37,9
Нормалізація та відпуск при 650°C	16,1	22,4	21,2	35,1	48,0	42,2

Випробовування зносостійкості показало, що незалежно від дослідного шляху зношування зносостійкість нормалізованих чавунів підвищувалася у порівнянні зі зносостійкістю нетермооброблених чавунів. Зі збільшенням шляху зношування у 2 рази підвищення зносостійкості було менш значним.

### **МОДИФІКОВАНІ ЗНОСОСТІЙКІ ЧАВУНИ ДЛЯ ВИЛИВКІВ**

**Насонов М.М., керівник проф. Іванова Л.Х.**

**Український державний університет науки і технологій**

Зазвичай такі дрібні виливки як тіла, що мелють, виготовляють із середньо- або високолегованих залізобуглецевих сплавів. Для тіл, що мелють, застосовували нелегований модифікований залізобуглецевий сплав. Плавку проводили в індукційній печі. Як модифікатор використовували комплексний модифікатор наступного складу, мас. %: рідкісноземельні метали 40,5; кремній 38,6; алюміній 5,8, залізо - решта. Модифікування проводили у розливних ківшах. Заливання кокільних ливарних форм проводили за температури розплаву 1280...1300°C. Показано доцільність застосування для модифікування дрібних чавунних виливків комплексного модифікатора на основі рідкісноземельних металів.

Досліджували вплив модифікування, температури виливків при вибиванні з форм та швидкості охолодження після вибивання на властивості виливків. Оптимальним, у якому комплексний показник якості мав максимальне значення (0,828...0,837), був такий режим виготовлення виливків: а) модифікування розплавів комплексним модифікатором з рідкісноземельними металами; б) вибивання з форм виливків за температури 650...800°C; в) охолодження виливків після вибивання на повітрі. Комплексний показник якості виливків, виготовлених за такою технологією, підвищується на 58...60% порівняно з виливками серійного виробництва.

### **СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ВАЛКОВОГО ЧАВУНУ ПІСЛЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРОБЛЕННЯ**

**Литвиненко В.М., керівник проф. Іванова Л.Х.**

**Український державний університет науки і технологій**

Чинна нині нормативно-технічна документація виготовлення прокатних валків не регламентує застосування конкретних режимів термічного оброблення. Дослідження проводили на зразках, вирізаних із робочого шару та нижньої шийки валків при їх

механічній обробці. З режимів теплової обробки, що сприяють зміцненню чавунів, досліджували зміцнюючу низькотемпературну обробку, яка включала нагрівання зразків від валків зі швидкістю 300 град/год до 660°C, 710°C і 760°C і витримку при цих температурах протягом 4,6 та 8 год. Теплове оброблення проводили на спеціальній установці, що включає муфельну піч та систему автоматики.

Досліджено вплив зміцнюючої низькотемпературної теплової обробки на структуру чавунів робочого шару та шийок валків виконання ЛШ-58. Показано значну зміну мікроструктури матриці дослідних чавунів: збільшувалася сфероїдизація перлітного цементиту, з'являлися невеликі графітні включення і підвищувалася кількість фериту в структурі чавунів. Для умов вальцеливарного виробництва обрано раціональний режим зміцнюючої термічної обробки валків з високоміцних чавунів з кулястим або вермикулярним графітом – нагрівання до 710°C з витримкою протягом 6...8 год, охолодження з піччю, що призводило до збільшення міцності чавуну робочого шару у 1,5...2 рази.

### **ВПЛИВ РЗМ НА ВЛАСТИВОСТІ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ**

**Яровий О.В., керівник проф. Іванова Л.Х.**

**Український державний університет науки і технологій**

Металургійна промисловість є однією з основних галузей, що споживають рідкісноземельні метали (РЗМ) у великих кількостях. РЗМ використовуються при виробництві високоміцних чавунів, чавунів з низьким вмістом сірки. Присадка РЗМ у чавуні проявляється специфічним чином. Відомо, що присадкою РЗМ у чавуні надають, наприклад, значний вплив на графітизацію, кристалізацію та ін. В Україні в якості основного модифікатора для отримання високоміцного чавуну застосовуються комплексні модифікатори на основі магнію. При обробці валкового розплаву такими модифікаторами виникають труднощі, пов'язані з піроефектами, загазованістю приміщень. Тому протягом багатьох років ведуться роботи по заміні магнію іншими модифікаторами.

Дослідили вплив модифікування чавунних розплавів різними РЗМ на макро- і мікроструктуру та відбіл валкових чавунів, а також на такі властивості як твердість та термостійкість. Вплив модифікування різними РЗМ на відбіл чавуну був якісно однаковим. Більша величина загального та чистого відбілу була одержана при модифікуванні чавуну диспрозієм. Дослідження впливу диспрозію на твердість чавунів показало, що характер зміни твердості був однаковим при модифікуванні різних чавунів, а також при литті у піщану форму, кокіль та при охолодженні модифікованого сплаву з піччю: при невеликих присадках – до 0,4% РЗМ твердість зменшувалася, а при збільшенні присадки – збільшувалася на 2...14%. Вплив диспрозію на білі валкові чавуни показав збільшення термостійкості у порівнянні з вихідним чавуном на 27...30%.

### **КОМП'ЮТЕРНІ АНІМАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ВИЛИВКІВ**

**Бугайов С.В., керівник проф. Іванова Л.Х.**

**Український державний університет науки і технологій**

Метою роботи було виконання розробки анімаційних комп'ютерних моделей заливання форм та твердіння виливків з використанням програми GIF Animator.

Основним завданням цієї програми є створення ярок анімованих моделей динамічних процесів, які можуть демонструватися за допомогою сучасної

комп'ютерної та мультимедійної техніки, з метою оптимізації технології при моделюванні процесів складання та заливання форм при виготовленні виливків. За цього, суттєво скорочується період проектування дослідних процесів заливання та твердіння виливків.

Вивчено методичні особливості процедури та техніка анімаційного моделювання в GIF Animator. Обрано два виливка та розроблено до них технології ливарної форми.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ХТС З МЕТАЛОФОСФАТНИМИ ЗВ'ЯЗУЮЧИМИ**

**Трикоз Д. О., керівник доц. Осипенко І. О.**

**Український державний університет науки і технологій**

У сучасних умовах висока якість виробів стала однією з найважливіших умов конкурентоспроможності на ринку. У зв'язку з цим, ливарне виробництво ставить перед собою завдання підвищити якість виробів, зменшити витрати на виробництво та збільшити продуктивність. Одним із способів досягнення цих цілей є використання холодно твердуючих сумішей з металофосфатними зв'язуючими, які є досить перспективним матеріалом для ливарного виробництва.

Основними перевагами холодно твердуючих сумішей з металофосфатними зв'язуючими є швидкість затвердіння, висока міцність та мінімальна швидкість зносу форми. Однак властивості цих сумішей залежать від складу та технологічних факторів, що використовуються під час їх виготовлення. Тому дослідження впливу складу та технологічних факторів на властивості холодно твердуючих сумішей з металофосфатними зв'язуючими є актуальною темою в ливарній промисловості.

Дослідження впливу складу та технологічних факторів на властивості холодно твердуючих сумішей з металофосфатними зв'язуючими дає змогу зрозуміти, які параметри впливають на якість та міцність виробів. Результати досліджень можуть бути використані для покращення технології виробництва та зменшення витрат на виробництво.

Одним зі способів дослідження впливу складу та технологічних факторів на властивості холодно твердуючих сумішей є проведення експериментів з різними співвідношеннями компонентів та технологічними параметрами. В ході експерименту визначаються властивості сумішей, такі як міцність, термін затвердіння, в'язкість та інші. Результати експериментів аналізуються та порівнюються, щоб визначити оптимальні параметри виробництва.

Для цього можуть бути виготовлені суміші з різними співвідношеннями компонентів та проведені експерименти на зразках виробів з цих сумішей. Результати дослідження допоможуть встановити, які співвідношення компонентів суміші дають найбільшу міцність та який термін затвердіння є оптимальним для виробництва конкретного виробу.

Отже, дослідження впливу складу та технологічних факторів на властивості холодно твердуючих сумішей є важливим етапом виробництва у ливарній промисловості. Для проведення такого дослідження можуть бути застосовані різні методи та підходи, які допоможуть встановити оптимальні параметри виробництва для досягнення найвищих властивостей виробів. Результати дослідження можуть бути корисними для покращення якості продукції та зниження витрат на виробництво.

## **МЕХАНІЧНА ОБРОБКА**

*ПІДСЕКЦІЯ «ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ»*

### **АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ВОЛОЧИЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДРОТУ**

**Польща О.С., керівники доц. Бояркін В.В., доц. Кузьміна О.М.  
Український державний університет науки і технологій**

Основним видом продукції підгалузі металовиробів є дріт і дротові вироби, з них випуск низковуглецевого дроту складає близько 70%. Практика роботи волочильних станів показує, що продуктивність і якість продукції, що випускається, визначається експлуатаційною стійкістю волочильного інструмента. Стандартні твердосплавні волокни не завжди забезпечують необхідну зносостійкість.

Проведено аналіз сучасних технологічних процесів виробництва дроту та існуючого волочильного інструменту, підтверджено ефективність реалізації при волочінні умов гідродинамічного тертя та проаналізовано методики конструювання технологічного інструмента для волочіння в режимі такого типу тертя. На основі результатів проведених промислових випробувань в умовах ПрАТ «Дніпрометиз» запропоновано методику розрахунку волочильного інструменту з двома робочими волокнами і однією напірною.

Результати промислового освоєння волочильного інструмента на перших блоках станів 4-6/550 підтвердили доцільність їх використання при волочінні сталевого дроту і дозволило досягти збільшення середньої експлуатаційної стійкості більше ніж в 2 рази, збільшити середню кількість дроту, що протягається до обриву, в 1,4 рази, зменшити навантаження на двигуни блоків стану до 10 %.

### **ФОРМОЗМІНА МЕТАЛУ ПРИ ПРОКАТЦІ КРУГЛИХ ПРОФІЛІВ НА ТРУБОЗАГОТОВОЧНОМУ СТАНІ**

**Середа Л. Д., керівник доц. Коноводов Д.В.  
Український державний університет науки і технологій**

Круглу катану заготовку використовують при виробництві котельних, корозійностійких та інших видів безшовних труб відповідального призначення. Для гарантії високої якості поверхні труб використовується заготовка, що поставляється в обточену стані. Використання гарячекатаного прокату з розмірами близькими до розмірів каліброваного або обточеного прокату, дозволяє знизити витрати на переділ за рахунок зменшення обтискань при калібруванні і волочінні або за рахунок зменшення знімання металу при обробці різанням. Можливість використовувати високоточний гарячекатаний прокат замість каліброваного, в ряді випадків є єдиним виходом для зменшення собівартості продукції.

У складних умовах військового часу, не треба очікувати кардинальної зміни технологічних схем та створення нового прогресивного обладнання у сфері виробництва трубної заготовки. Досягнення необхідної якості структури та точності розмірів гарячекатаного прокату можливе при прокатці у вірно розрахованих чистових калібрах, що забезпечують оптимальну формозміну металу. Велика кількість факторів, що впливають на процес гарячої деформації, доводить доцільність проведення теоретичних досліджень процесу прокатки. При цьому вихідні дані повинні в повній мірі відповідати реальним умовам виробництва. У такому випадку гарним

інструментом для дослідження є саме математичне моделювання за допомогою сучасних комп'ютерних програм.

В даній роботі, з використанням моделі, яка створена у програмі QForm, досліджено формозміну металу при прокатці трубної заготовки діаметром 150 мм зі сталі групи міцності Д на трубозаготовочному стані 900/750-3. Виконано аналіз якісного впливу зміни температури на напружено-деформований стан та формозміну металу при прокатці в кліті 900 та трьох клітях 750. В кліті 900 використовували систему калібрів «гладка бочка – ящиковий калібр», а в клітях 750 – «підготовчий прямокутник – дворадіусний овал – коло» (рис. 1).

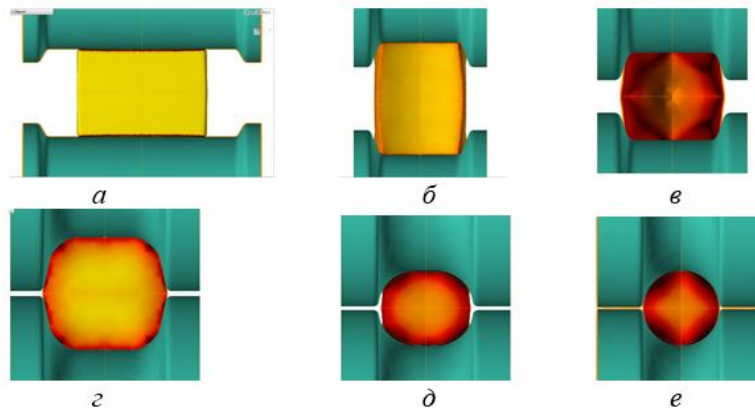


Рисунок 1 – Моделі калібрів клітей 900 та 750: а – гладка бочка; б – ящиковий калібр №2; в – ящиковий калібр №3; г – підготовчий прямокутник; д – овал; е - коло

Встановлено, що при зниженні температури початку деформації, змінюється течія металу у поперечному напрямку. Очевидно це може бути пов'язано зі зміною коефіцієнта тертя та опору деформації матеріалу. При цьому в овальному калібрі вплив зміни температури на формозміну металу не спостерігався.

## ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ ПРИ ПРОКАТЦІ ПРОКАТКИ КУТОВОГО ПРОФІЛЮ НА СЕРЕДНЬОСОРТНОМУ СТАНІ

Пушков Є.І., керівники доц. Ремез О.А., доц. Бояркін В.В.  
Український державний університет науки і технологій

В роботі проведено порівняльний аналіз розрахунку енергосилових параметрів прокатки кутового профілю №8 в умовах стану 550 ПрАТ «ДМЗ» методами комп'ютерного моделювання та розрахунковими, які представлені в літературі (Розрахунки параметрів процесів обробки металів тиском: Навч. посібник./ В. М. Данченко, П. Л. Клименко, Л. Ф. Машкін, В. О. Гриневич, О. М. Головка, П. В. Дрожжа.-Дніпропетровськ: НМетАУ, 2002.- 40 с.). Отримані значення та навички дають змогу удосконалити методики розрахунків.

Моделювання проводилося у програмі QForm, в якості вихідного матеріалу для проведення дослідження обраний рівнобокий куток 80×80×8 з матеріалу Ст. 3. Для побудови калібрів та подальшого моделювання прокатки кутового профілю №8 попередньо було розраховано режими деформації та розміри калібрів. Також обрано початкову заготовку з розмірами 125×125мм, після прокатки її в кліті 670 отримаємо початкову заготовку для фасонних калібрів 50×115 мм.

Результати моделювання значень сили та моменту прокатки представлені на рис. 1 та 2 відповідно. Порівняння розрахункових значень сили та моменту прокатки по

методиці яка наведена у літературі та значень отриманих у програмі комп'ютерного моделювання QForm представлені у таблиці 1.

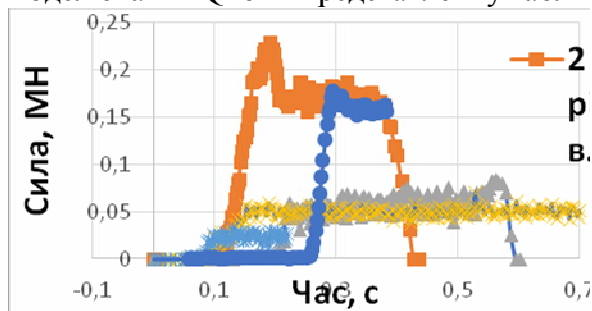


Рисунок 1 – Сила прокатки в кожному рівнячку при прокатки кутового профілю

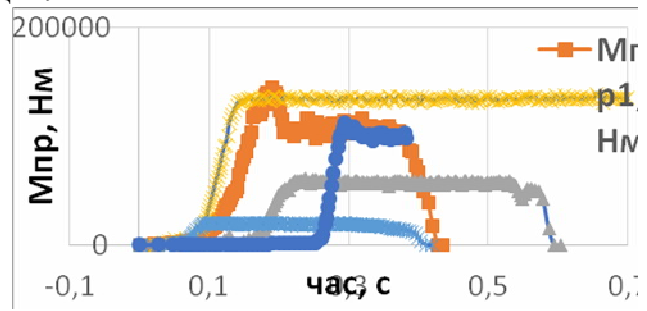


Рисунок 2 – Розподіл моменту прокатки по калібрам при моделюванні

Таблиця 1 – Порівняння значень сили та моменту при прокатці кутового профілю

№ калібру	$P_{раз}$ , МН	$P_{мод}$ , МН	$\delta$ , %	$M_{раз}$ , кНм	$M_{мод}$ , кНм	$\delta$ , %
1	1,6	0,172894	89,19411	136,2	107,701	20,9
2	2,1	0,059345	97,17404	156,3	57,692	63,1
3	2,4	0,050043	97,91489	149,4	134,431	10,1
4	0,084	0,023576	71,93359	34,47	20,213	41,4
5	1,8	0,159767	91,12403	80,2	101,04	-25,9

Велика різниця в порівняльних показниках сили прокатки показують вплив зовнішніх факторів на розрахунок сили прокатки, яка представлена у літературі, таких як форма калібру та різниця в окружній швидкості валків. Порівняння значень моменту прокатки для результатів отриманих комп'ютерним моделюванням та розрахунків показують велику схожимість, але в деяких випадках і зворотню картину. Це пов'язано з тим, що може бути задані не точні граничні умови при моделюванні, або при розрахунку були застосовані імперичні данні які не враховують усі ключові фактори прокатки, такі як: коефіцієнт тертя, форма калібру, температура повітря і т.д.

Фактичні данні формозміни профілю для кожного калібру дають змогу отримати знання о заповненні самого калібру, та виконання геометричних умов, які пред'явленні до самого профілю.

Отримані фактичні данні формозміни профілю для кожного калібру дають змогу отримати знання о заповненні самого калібру, та виконання геометричних умов, які пред'явленні до самого профілю. Результати роботи можуть бути використані при розробці нових методики визначення енергосилових параметрів прокатки та розробці калібровок інструменту.

## ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШУВАННЯ МАТРИЦІ ПРИ ПРЯМОМУ ПРЕСУВАННЯ ТРУБ ІЗ СТАЛІ 08X18H10T

Пінчук В. Л., керівник проф. Фролов Я. В.

Український державний університет науки і технологій

Трубопресовий інструмент піддається інтенсивному зношуванню. За умовами експлуатації прес-голки і матриці відносяться до важко навантаженого інструменту, оскільки контактують з металом, що пресується. Процес пресування відбувається при високих температурах, тисках та інтенсивному терті.

В роботі виконано теоретичні, з використанням ПП QForm 10 UK, дослідження впливу коефіцієнту витяжки, початкової температури заготовки та швидкості руху прес-штемпеля на зношування матричного кільця та силу пресування під час процесу пресування труб ( $d_1 \times s_1$ ) 60×14 мм та 60×8 мм зі сталі 08X18H10T. Дослідження проведено за методикою повнофакторного експерименту  $2^3$ .

Отримано регресійні залежності максимальних значень параметрів зношування матриці та сили пресування від вищезазначених факторів:

- максимальна температура на контакті заготовки та матриці:

$$T_{max} = 1285 + 35,5 \cdot \frac{\lambda - 14,645}{2,805} + 17,25 \cdot \frac{T - 1150}{50} + 15,5 \cdot \frac{V - 275}{46}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

- максимальний тиск на контакті заготовки та матриці:

$$P_{max} = 747,4 + 53,4 \cdot \frac{\lambda - 14,645}{2,805} - 87,9 \cdot \frac{T - 1150}{50}, \text{ МПа} \quad (2)$$

- максимальне значення зношування матриці від тиску:

$$Wp_{max} = 1,38 + 0,35 \cdot \frac{\lambda - 14,645}{2,805} - 0,06 \cdot \frac{T - 1150}{50}, \text{ од. довж.} \quad (3)$$

- максимальне значення зношування матриці від дотичних напружень:

$$Wt_{max} = 0,089 + 0,019 \cdot \frac{\lambda - 14,645}{2,805}, \text{ од. довж.} \quad (4)$$

- максимальне значення сумарного зношування матриці:

$$W_{\Sigma max} = 1,47 + 0,371 \cdot \frac{\lambda - 14,645}{2,805} - 0,067 \cdot \frac{T - 1150}{50}, \text{ од. довж.} \quad (5)$$

- максимальна сила пресування під час стабільного перебігу процесу:

$$P_{max} = 19,8 + 1,3 \cdot \frac{\lambda - 14,645}{2,805} - 2,2 \cdot \frac{T - 1150}{50}, \text{ МН.} \quad (6)$$

На максимальну температуру на контакті заготовки та матриці приблизно однаковий вплив мають всі розглянуті фактори; максимальний тиск на контакті заготовки та матриці суттєво залежить від коефіцієнту витяжки та початкової температури; аналогічну ситуацію спостерігаємо для зношування матриці від тиску та сумарного зношування матриці; зношування матриці від дотичних напружень суттєво залежить лише від зміни коефіцієнту витяжки; сила пресування під час стабільного перебігу процесу залежить від коефіцієнту витяжки та початкової температури заготовки. Суттєвого комплексного впливу факторів на розглянуті параметри не визначено.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ХОЛОДНОЇ ПІЛЬГЕРНОЇ ПРОКАТКИ ТРУБ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

**Ковтун А.В., керівники доц. Бобух О. С., доц. Бояркін В. В.  
Український державний університет науки і технологій**

Холодна пільгерна прокатка дозволяє отримувати високоякісні труби у тому числі підшипникові, котельні, з вуглецевих, легованих, високолегованих сталей,

кольорових металів і сплавів. Такі труби використовуються в машинобудуванні та будівництві. хімічній, нафтовій, авіаційній техніці та в інших галузях.

Використання математичного моделювання з використанням методу скінчених елементів дозволяє зменшити кількість експериментальних дослідження для вдосконалення калібровки робочого інструменту станів холодної пильгерної прокатки труб і, як наслідок, зменшити витрати на впровадження виробництва нових типорозмірів труб на існуючому виробництві. Раціональні калібровки інструменту ведуть до оптимізації енергосилових параметрів процесу прокатки, що впливає на собівартість виготовлення таких труб.

За допомогою програмного пакету QForm 10 UK створено математичну модель формозміни металу в зоні деформації при холодній пильгерній прокатці труб на стані типу ХПТ 55, визначено та імплементовано необхідні граничні умови процесу, використано відповідний опис умов тертя на контакті металу і заготовки. Проведено серію розрахунків з різними параметрами калібрів для труби розміром 57x6 мм. Після перевірки адекватності моделі шляхом порівняння з експериментальними даними модель було вдосконалено і вона може бути використана для подальшого проектування технологічних процесів отримання труб холодною прокаткою.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМОЗМІНИ МЕТАЛУ ЗА УМОВ ФОРМУВАННЯ НА ТРУБОЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНОМУ АГРЕГАТІ**

**Пісоцька К. А., керівник доц. Бобух О. С.  
Український державний університет науки і технологій**

На даний час для подальшої модернізації трубоелектрозварювальних агрегатів (ТЕЗА) необхідно доповнити теоретичні уявлення та експериментальні дослідження цього процесу, що дозволить створити оптимальну конструкцію обладнання і технологію для виробництва труб. Створення математичної моделі дозволить підвищити ефективність виробництва за допомогою удосконалення існуючих способів і технологічних режимів формозміни електрозварювальних труб, за допомогою врахування умов взаємодії інструменту і трубною заготовки в лінії станів ТЕЗА в процесі математичного моделювання в ПП QForm UK.

Для досягнення вказаної мети були поставлені такі задачі: розробити математичну модель для розрахунку основних параметрів процесу формозміни прямошовних зварних; розглянути формозміну та напружено-деформований стану металу і провести оцінку енергосилових параметрів в процесі безперервної формозміни трубною заготовки в клітках формувального стану ТЕЗА.

Було розроблено математичну модель процесу формовки трубною заготовки на агрегаті ТЕЗА проаналізовано основні параметри процесу. Також були зроблені висновки щодо необхідності перерозподілу кутів формовки в 3 ...5 клітках. Також, для покращення отримання біль точних даних в подальшому буде актуальне додавання еджерних клітей. В існуючій моделі роль еджерних клітей виконували спеціальні області.

### **ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ В ГАЛУЗІ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ (на прикладі ChatGPT)**

**Білик М.З., керівник доц. Ступак Ю.О.  
Нікопольський факультет УДУНТ**

Системи штучного інтелекту (СШІ) здатні допомогти в розробці та вдосконаленні технологій обробки металів. Прикладом таких систем може бути ChatGPT, що стала

популярною в останні часи і доступною для ознайомлення широкому колу користувачів. Така система здатна збирати, аналізувати та обробляти великі обсяги даних, що дозволяє отримати оптимальні рішення у галузі обробки металів. Завдяки машинному навчанню та глибокому аналізу даних, СШІ може визначати оптимальні параметри для процесів обробки металів, що дозволяє підвищити ефективність виробничих процесів та знизити витрати на виробництво. Крім того, система може прогнозувати можливі проблеми у процесах обробки металів та рекомендувати шляхи їх вирішення. Прикладом практичного застосування СШІ у сталеплавильному виробництві може бути допомога персоналу в підборі оптимального складу шихти, розкислювачів та легуючих добавок виходячи з їх вартості, питомої витрати та наявності на складі підприємства. При цьому використання СШІ не замінює існуючих методик та систем для розрахунку шихти, що використовуються, а лише доповнює в якості експерта-помічника. Застосування СШІ для пошуку оптимальних рішень у галузі обробки металів має великий потенціал для підвищення ефективності та якості виробництва, що потребує подальшого їх розвитку та вдосконалення, в тому числі – навчання персоналу роботі з подібними системами, а також методам «навчання» подібних систем.

*ПІДСЕКЦІЯ «ТЕОРІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ  
МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ»*

**РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ДОВІДНИКА З ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
РОЗРАХУНКІВ ОПРАВОЧНОГО ВОЛОЧІННЯ ТРУБ ПІДВИЩЕНОЇ  
ТОЧНОСТІ З ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ**

**Смирнов В.Г., Гавришко А.М, Гращенко С.В., керівники: доц. Соловйова І.А., ст.  
викл. Ю.М. Николаєнко**  
**Український державний університет науки і технологій**

Співробітниками та студентами кафедри ТТтаАМП НФ проведено аналіз технології виробництва труб на оправках, розроблені математичні моделі допустимих параметрів деформації з урахуванням точності для технологічних розрахунків маршрутів оправочного волочіння труб з вуглецевих та легованих сталей. За обраними методиками розроблено програмне забезпечення технологічного проектування процесів оправочного волочіння.

Програмне забезпечення розроблено, як електронний довідник з питань технологічного проектування ділянок оправочного волочіння труб. В якості програмного середовища обрано MS Project, що дає змогу об'єднати технологічний цикл виробництва від заготовки до готової продукції з технологічними інструкціями та розрахунками, які впроваджені в середовище MS Project.

Технологічні розрахунки розроблені в VBA MS Excel і мають розрахунки маршрутів та технологічних карт виробництва, інструменту, напруження в трубі, що вийшла з волюки і необхідне тягове зусилля стана. На підставі розрахованого необхідного тягового зусилля стана і таблиці основних волочильних станів, програма повідомляє, який стан слід пропонувати для здійснення процесу. Розроблені тривимірні моделі інструменту та обладнання.

Результати дослідження та комп'ютерну програму можна рекомендувати для впровадження в проектні установи та підприємства металургійної галузі.

## **АНАЛІЗ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ КАЛІБРОВОК РОБОЧОГО ІНСТРУМЕНТА ПРИ ХОЛОДНІЙ ПРОКАТЦІ ТРУБ, РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

**Дорошенко В.С., Медведський О.С., Чепелєв І.С., керівники: доц. Соловйова І.А.,  
ст. викл. Николаєнко Ю.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Калібрування профілю - це метод визначення форми і розмірів послідовного ряду перехідних перерізів труби яку прокатують, починаючи від вихідної заготовки до готового профілю. Завдання калібрування полягає в визначенні найбільш раціональної форми розкату в кожному перехідному перерізі, визначенні мінімального числа проходів, за який можна отримати готовий профіль, в забезпеченні простоти налаштування прокатних клітей, мінімальних простоїв стана, пов'язаних з перевалками, переходами з одного профілю на інший, високої продуктивності стану.

В роботах проаналізовані найбільш відомі методики розрахунку калібрування. Розроблена комп'ютерна програма для розрахунку калібрувань прокатного інструменту, в якій застосовані всі проаналізовані методики, які діють в сучасному виробництві і які спрямовані на спрощення роботи калібрувальника і покращення точності та більш продуктивної роботи стану. Комплексна програма розроблена в середовищі VBA MS Excel, має методики розрахунку, форми для вводу даних, форму для вибору типу калібрування (по назвам авторів або інститутів), форму розрахунків.

Розроблена програма має стати корисною як до співробітникам цеху, так і для студентів при вивченні технології виробництва холоднодеформованих труб.

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ, ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНОК ВИРОБНИЦТВА ХОЛОДНОКАТАНИХ ТРУБ**

**Бобух Є.О., Чечелєв Р.В., Шимаєв О.М., керівники: доц. Соловйова І.А., ст. викл.  
Николаєнко Ю.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Трубне виробництво є однією з найважливіших підгалузей чорної металургії – визначної галузі народного хазяйства, тому розробка ефективної технології виробництва труб при проектуванні технологічних ліній, ділянок з новим обладнанням, впровадження нових технологій з сучасними типами основного та допоміжного обладнання є важливим етапом при проектуванні та трубного виробництва.

Результатом наукової роботи є: розробка програми для знаходження найбільш ефективної та економічно вигідної технології виробництва холоднодеформованих труб, яка відповідає передовому рівню розвитку виробництва труб.

Для виконання даної роботи використовувалася наступна інформація: технології виробництва (шлях від заготовки до готової труби), типи обладнання основного (нові стани ХПТ та КРВ) та допоміжного, продуктивність обладнання, час зайнятості обладнання по технології, використовувались різні методики розрахунків навантаження обладнання.

Розроблені програми є електронним довідником з технологічного проектування ділянок холодної прокатки на станах ХПТ 2-40Б, ХПТ 40-8, ХПТ 6-20, КРВ, який пов'язує питання організації робіт, розподіл навантаження з питаннями технологічного проектування, тобто з технологією, технологічними розрахунками маршрутів, калібрування, інструкціями виробництва. В роботі пропонується в якості програмного середовища використовувати MS Project та MS Excel.

Розроблений довідник має стати корисним як до співробітникам цеху, так і для студентів при вивченні технології виробництва холоднодеформованих труб.

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНОК ХПТР**

**Устінова К.Г., Бойко І.Г., керівники: доц. Соловйова І.А., ст. викл.**

**Николаєнко Ю.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Проведено аналіз методик розрахунку маршрутів та технологічних карт, технології, основного та допоміжного обладнання для виробництва труб на станах холодної прокатки труб роликками (ХПТР). На підставі цих даних внесені уточнення та доповнення в алгоритми розрахунку маршрутів та технологічних карт для виробництва труб на станах ХПТР та розроблено відповідний програмний комплекс.

Проаналізовано маршрути прокатки холоднодеформованих труб на станах ХПТР, які використовуються на трубних заводах України. Аналіз маршрутів та технологічних карт виробництва труб привели до об'єднання сортаменту холоднодеформованих труб у декілька груп зі спільними параметрами допустимих деформацій. Визначено максимально допустимі обтискання діаметром для труб широкого сортаменту з нержавіючих, вуглецевих сталей. Отримано математичні моделі розрахунку розмірів заготовки: діаметра та товщини стінки. Розроблено відповідний алгоритм визначення розмірів заготовки, який впроваджено в програмний комплекс.

Розроблено базу даних допоміжного обладнання, яка використовується при проектуванні технологічних карт виробництва холоднодеформованих труб роликовою прокаткою.

## **АНАЛІЗ МАСТИЛ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ ПРОКАТЦІ НА БЕЗПЕРЕРВНИХ ОПРАВОЧНИХ СТАНАХ**

**Бобух М.М., Дєєв Д.Р., керівники: ст. викл. Николаєнко Ю.М., доц. Соловйова І.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Правильний вибір складу технологічного мастила сприяє збільшенню продуктивності прокатних станів і поліпшенню якості продукції. На нових безперервних станах гарячої прокатки типу 30-102 застосовують мастила, у склад яких входять суперфосфат 45-50%, куховарська сіль 25-50%, вода 25-30%.

На безперервних оправочних станах України застосовується фосфатне мастило з добавками неорганічних або органічних речовин. Добавки до мастила забезпечують необхідну рівномірність нанесення шару на поверхню оправок, зниження температури плавлення змащувальної композиції і інші фізичні властивості. Деякі добавки знижують коефіцієнт тертя на контактні метали з оправкою, що приводить до зменшення поверхневого зносу оправок.

При гарячій безперервній прокатці труб на оправці застосовують мастила, що працюють в особливих умовах високотемпературного фрикційного контакту, який відбувається при температурі металу 950-1200°C, а в місці контакту 700-1000°C. Оправка при цьому піддається інтенсивній тепловій дії, джерелами якої є перенесення тепла від розігрітого металу і місцеве розігрівання від роботи сил тертя на контактні метал-оправка. Величина розігрівання від роботи сил тертя залежить, в основному, від трьох факторів:

- величини тиску металу на поверхню оправки;
- швидкості ковзання металу по її поверхні;

- коефіцієнта тертя в парі тертя метал-оправка.

На підставі аналізу можна зазначити, що технологічне мастило повинно володіти високими теплоізолюючими і антифрикційними властивостями в умовах високих робочих температур і високою змащувальною здатністю.

### **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНИХ ТРУБ**

**Семенов В.О., Самодуров Д.А., керівники: ст. викл. Николаєнко Ю.М., доц. Соловйова І.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Проблема якості поверхні труб актуальна в цілому.

Якість поверхні є обов'язковою вимогою нормативно-технічної документації.

У даний час при прокатці труб на станах ХПТ використовують технологічні мастила - рослинні. Такі мастила мають суттєві недоліки, що призводять до погіршення якості прокатаних труб і порушенню ритмічності роботи станів.

Плюси, що досягаються при зміні мастила:

- через зменшення коефіцієнта тертя зменшується руйнівна дія деформації на поверхню робочого інструменту, що дозволяє підвищити зносостійкість інструменту, тим самим, зменшивши витрати на його ремонт або виготовлення;
- зменшення коефіцієнта тертя дозволяє збільшити обтиснення по діаметру трубної заготовки, відповідно до цього, є можливість подачі більшої заготовки на обробку, що дозволяє збільшити обтиснення за прохід;
- зі збільшенням значення обтиснення за прохід можливо виключення одного з проходів, тим самим збільшити годинну продуктивність стана, що в річному вираженні дасть значний економічний ефект;
- у зв'язку зі збільшенням коефіцієнта витяжки, зі збільшенням ступеня обтиснення по діаметру, з більш великої заготовки можна виготовляти труби більшої довжини, що так само вплине на годинну продуктивність стана підвищить ефективність встановленого обладнання.

Для обґрунтування заміни технологічного мастила, на мастило, що зменшує коефіцієнт тертя в процесі прокатки в програмному середовищі MS Excel розроблена програма, яка визначає коефіцієнт тертя та розрахунок впливу його на процес прокатки.

### **РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОКАТКИ**

**Хохлова А.М., Шеремет В.В., керівники: ст. викл. Николаєнко Ю.М., доц. Соловйова І.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Одним із найменш витратних напрямів підвищення та стабілізації якості продукції є автоматизація технологічних процесів. У той самий час показники якості арматурного прокату під час технологічного процесу не спостерігаються і контролюються після завершення його виробництва, а сам контроль носить вибіркового характеру. Таке з'єднання масового характеру виробництва на безперервних прокатних станах із впливом на нього численних випадкових факторів потребує забезпечення статистично стабільних якісних показників.

Принципові передумови для успішного вирішення цієї проблеми відкривають нові інформаційно-керуючі технології, що дозволяють побудувати стратегію контролю на основі аналізу процесу виробництва, а стратегію управління – на досягненні певних характеристик контрольованих параметрів.

Таким чином, одним із основних напрямків підвищення якості арматурного прокату на основі автоматизації процесу виробництва є прогнозування основних технологічних параметрів прокатки по клітях стана в залежності від зміни вхідних параметрів.

Програма прогнозування основних параметрів прокатки в залежності від технологічних умов реалізована за допомогою програми MS Excel. Перевірку надійності програми проведено на контрольному прикладі - розрахунку шести клітей чорнової групи стана 250-4 в умовах прокатки без підпору та натягу.

### **ДУПЛЕКС ПРОЦЕС «ЕЛЕКТРОПІЧ-КОНВЕРТЕР» ОТРИМАННЯ МАРГАНЦЯ Занько А.С., Слюсар В.Ю., Старостенко В.А., керівник доц. Водін І.Й. Український державний університет науки і технологій**

Одним із суттєвих недоліків традиційної та нової тристадійної технологічної схеми отримання металевого марганцю силікотермічним способом є низьке наскрізне вилучення марганцю з шихти в товарний металевий марганець не перевищує 50% (традиційна схема). Тому ефективним способом покращення техніко-економічних показників виробництва металевого марганцю може бути комбінований дуплекс-процес «електропеч-конвертер».

Технологічна стадія одержання металевого марганцю передбачає заливання в конвертер ємністю 1 т рідкого малофосфористого шлаку, отриманого в дуговій електропечі, з часткою вапна та передільного силікомарганцю при постійному перемішуванні конвертерної ванни нейтральним газом. Заміна електропечної плавки марганцю з графітованими електродами (три стадії за традиційною та новою схемою) конвертерним переділом дозволяє знизити вміст вуглецю в марганці на 20%, а також зменшити питому витрату електроенергії. При конвертерному процесі підвищується використання кремнію на 20%, а вилучення марганцю досягає 66% (проти 60-62%).

Місткість конвертера повинна визначатися потужністю електропечі, що виплавляє МФШ. Один конвертер може переробити малофосфористий шлак, який виробляється кількома електропечами. Тривалість плавки у конвертері може бути скорочена за рахунок підвищення інтенсивності дугтя.

### **ТЕРМОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИВ РАФІНУВАННЯ ЧОРНОВОГО ФЕРОНІКЕЛЮ**

**Шрам Д.В., Штукерт Е.С., Поліщук Р.Л., керівник доц. Водін І.Й.  
Український державний університет науки і технологій**

Товарний феронікель виробництва ТОВ «ПФК» за своїм хімічним складом задовольняє ТУ У27.3-31076956-009: 2005.

З метою поліпшення якості феронікелю та підвищення його конкурентоспроможності на міжнародному ринку в даний час на комбінаті проведено системні розробки по поліпшенню технології, електротермічного устаткування, що дозволило підвищити його якість до рівня, передбаченого проектом розробляемого галузевого стандарту (таблиця).

Таблиця - Вимоги до хімічного складу феронікелю, одержуваного способом рудовідновної плавки в електропечах (проект галузевого стандарту на феронікель).

Марка	Масова частка елементів , %							
	Ni	Co	Cu	Si	Cr	C	S	P
				Не більш				
ФН-5М	4,6...50,0	Co: Ni Не більш 1:30	Не більш 0,3	2,0	1,5	1,5	0,08	0,04
ФН-5К	14,0...20,0	1,5...8,0	1,0...3,0	0,05	0,08	0,03	0,3	0,05
ФН-6	Не більш 5,0	0,1...0,4	Не менш 0,01	6,0	3,0	3,0	0,1	0,15

Примітка. Решта - залізо.

Феронікель, одержуваний способом руднотермічної відновної електроплавки імпортової руди (Нова Каледонія і Індонезія) (2,2 ... 2,5% Ni), має наступний хімічний склад, мас. %: 15...17 Ni; 0,3...0,4 Co; 0,5...5,0 Si; 0,5...2,0 Cr; 1,8...2,5 C; 0,013...0,020 Si; 0,2...0,4 S; 0,01...0,02 P, інше залізо. Для зниження кількості домішкових елементів електропечної (чорновий) феронікель піддається трьохстадійному рафінуванню: десульфурації содою в ковші; окислювальному рафінуванню в конвертері з кислотою (динасовою) футеровкою з метою зниження вмісту хрому і кремнію; окислювальному рафінуванню в конвертері з основою (періклазовуглецевій або періклазохромітової) футеровкою для дефосфорації, зневуглецюванню і остаточного окислення кремнію і хрому під основним шлаком.

## МАШИНОБУДУВАННЯ

### *ПІДСЕКЦІЯ «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»*

#### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ В ЕЛЕМЕНТАХ ОПОРНОЇ СИСТЕМИ ПЕЧІ З КРОКУЮЧИМИ БАЛКАМИ**

**Щербінін М.О., керівник проф. Білодіденко С.В.  
Український державний університет науки і технологій**

Печі з крокуючими балками відносяться до найбільш сучасних за типом конвеєру печей прокатного виробництва. Вони слугують, як для деформаційного нагріву, так і для термообробки прокату. Такий конвеєр дозволяє позбутися на заготовках таких дефектів, як холодні плями і лінії ковзання. Опорна система таких печей являє собою раму з ортогонально розташованими балками. До рами закріплюються вертикальні стойки, які зв'язані безпосередньо крокуючими балками. Стойки і балки виготовлені з труб і є водоохолоджуваними. Це потрібно, оскільки балки і стойки працюють в нагрівальному просторі печі. Опорна система є статично невизначеною. Тому для її вирішення варто застосувати метод скінченних елементів.

В роботі для печі масою садки 300 тон розрахована міцність опорної системи, як аналітичним, так і численним способом. Знайдено коефіцієнт нерівномірності навантаження стоек і ділянок крокуючих балок.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛАНЦЮГОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ ТРУБНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Осадчук К.М., керівник доц. Єрмократьєв В.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Ефективність роботи трубопрокатного агрегату залежить від чіткої безперебійної роботи всіх складових його обладнання, яка забезпечується комплексом допоміжних машин і механізмів. Перш за все до такого обладнання відносяться різноманітні транспортуючі передавальні машини, які на всіх етапах прокатки повинні з необхідною точністю і своєчасно доправити заготовку чи трубу до відповідної технологічної ділянки.

Особливе місце серед транспортерів для гарячих труб займають ланцюгові транспортери, які є вагомою складовою обладнання майже всіх трубопрокатних агрегатів завдяки якісному виконанню вимог технології у поєднанні з відносною простотою конструкції і достатньою надійністю при довготривалій експлуатації.

Підвищення довговічності деталей транспортеру і оперативності його налаштування та обслуговування вимагають проведення досліджень основних параметрів ланцюгової передачі та їх змінень в процесі експлуатації.

При спрацюванні ланцюгової передачі погіршуються в різній ступені її основні кінематичні характеристики, якими є коефіцієнти нерівномірності руху ланцюга по переміщеннях та швидкості обертання і куту веденої системи. При спрацюванні ланцюга до 2% вказані показники погіршуються суттєво, але для транспортеру безперервного стану їх зміна суттєво не впливає на показники його роботи.

Критерії працездатності ланцюгової передачі перевіряються головним чином розрахунками за питомим тиском в шарнірах, за питомою роботою тертя в шарнірах, розрахунками витривалості деталей ланцюга та його статичної міцності. Перевірка вказаних критеріїв для транспортера вказує на їх відповідність вимогам і відсутність необхідності корегування.

Невелика швидкість ланцюга (до 1,5 м/с) та достатня жорсткість деталей знімають необхідність розгляду передачі транспортеру як динамічної системи.

Найбільш істотно для транспортеру на роботу ланцюгової передачі впливає збільшення при спрацюванні середнього кроку ланцюга, яке сягає 1,5-2,0%. При кількості ланок ланцюга 42-46 абсолютне значення «витягування» ланцюга складає 130-150 мм.

Існуюча конструкція вузла регулювання загальної осі захватів має низку суттєвих недоліків, що потребує її удосконалення з метою підвищення зручності та оперативності налаштування.

Запропоновано удосконалені варіанти конструктивної схеми регулювання кута розташування зірочок щодо осі пазів шпонок трансмісійного вала приводу та варіант конструкції захвату, який зменшує час на заміну положення захвату, покращує зручність і оперативність регулювання.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ГІДРОСИСТЕМИ МЕХАНІЗМУ ЗАТИСКАННЯ ШТАБИ РОЗМОТУВАЧА РУЛОНІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТРУБ СЕРЕДНЬОГО ДІАМЕТРА**

**Кобильський Д.С., керівник доц. Мазур І.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Робота присвячена дослідженню динамічних навантажень, що виникають у гідросистемі механізму затискання штаби двоконусного розмотувача рулонів ТЕЗА 159-529. В гідросистемі механізму затискання рулону двоконусного розмотувача рулонів застосовуються трьохпозиційні золотникові гідророзподільники з електрогідравлічним керуванням, час спрацьовування котрих складає 0,32 с та практично не підлягають регулюванню. Компоновка гідросистеми двоконусного розмотувача рулонів виконана з конструктивних та технологічних міркувань, без урахування впливу довжин трубопроводів на характер динамічних процесів у гідросистемі. Досвід експлуатації двоконусного розмотувача показав, що одним з його недоліків є незадовільна робота гідросистеми затискання штаби, у якій спостерігаються підвищені динамічні навантаження.

Запропоновано математичну модель дослідження динамічних процесів у гідросистемі затискання штаби з урахуванням хвильових властивостей довгих гідромагістралей. В ході реалізації математичної моделі у програмному середовищі Simulink MATLAB виконано дослідження режимів роботи гідросистеми механізму затискання штаби. Було показано, що у гідросистемі механізму затискання штаби двоконусного розмотувача виникають динамічні навантаження на при кінці зворотного ходу. При цьому коефіцієнт динамічності гідросистеми складає  $8,6/6,3=1,36$ , що значно перевищує гранично допустиме значення.

За результатами теоретичних досліджень режимів роботи гідросистеми механізму пересування каретки та затискання рулону двоконусного розмотувача при робочому та зворотному ході можливо рекомендувати наступні заходи з удосконалення гідросистеми.

Для цього пропонується. По-перше, замість гідророзподільників з часом спрацьовування у 0,32 сек застосувати сучасні гідророзподільники фірми BOSCH REXROTH які мають час спрацьовування 0,16 сек. По-друге, змінити порядок спрацьовування нових гідророзподільників наступним чином: на початку робочого і зворотного ходу гідроциліндра починає відкривається 1 гідророзподільник а 2 гідророзподільник починає відкриватися через 0,10 сек після початку відкриття 1 гідророзподільника; на при кінці робочого і зворотного ходу 1 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні поршня на 0,330 м, а 2 гідророзподільник починає закриватися при переміщенні поршня на 0,350 м.

Це дозволяє суттєво знизити динамічні навантаження у гідросистемі механізму затискання штаби за рахунок зниження швидкості переміщення гідроциліндрів на при кінці зворотного ходу каретки.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІДРОСИСТЕМІ ЗАТИСКАННЯ ЗАГОТОВКИ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ МАШИНИ КІЛЬЦЕВОЇ НАГРІВАЛЬНОЇ ПЕЧІ ТПА 140**

**Карлов А.І., керівник доц. Мазур І.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Завантажувальна машина кільцевої нагрівальної печі виконує перші операції підготовки трубної заготовки до прокатки в потоці ТПА 140, робота якої суттєво

впливає на роботу всього агрегату в цілому. Досвід експлуатації завантажувальної машини показав, що одним з основних його недоліків є низька надійність та незадовільна робота її гідросистем. Зокрема, у гідросистемі затискання трубної заготовки спостерігаються підвищені динамічні навантаження, які призводять до виходу з ладу вузлів та елементів гідросистеми. В гідросистемі застосовується золотниковий гідророзподільник з електрогідравлічним керуванням, час спрацьовування якого практично не підлягає регулюванню. Окрім цього, компоновка гідросистеми затискання трубної заготовки завантажувальної машини кільцевої нагрівальної печі виконана з конструктивних та технологічних міркувань, без урахування впливу довжин трубопроводів на характер динамічних процесів у гідросистемі.

Метою роботи є дослідження динамічних навантажень, які виникають в гідросистемі механізму затискання трубної заготовки завантажувальної машини кільцевої нагрівальної печі ТПА 140 та розробка заходів по їх зниженню.

Розроблено математичну модель дослідження динамічних процесів, що відбуваються у гідросистемі механізму затискання трубної заготовки яка враховує хвильові процеси у довгих гідромагістралях. Відмінною рисою розробленої математичної моделі є можливість вибору раціонального шагу дискретизації на основі аналізу динамічної реакції гідромагістралі на вплив збурення, характерний для даного гідроприводу, для ефективного врахування хвильових властивостей гідромагістралей.

З використанням розробленої моделі, яка реалізована у програмному середовищі Simulink MATLAB, досліджено динамічні процеси, які відбуваються у гідросистемі механізму затискання трубної заготовки. Встановлено, що коефіцієнт динамічності гідросистеми складає 1,39, який значно перевищує припустиме значення, рівне 1,2.

Запропоновані технічні рішення для зниження небезпечних динамічних навантажень у гідросистемі полягають у тому, що необхідно зменшити час спрацьовування гідророзподільника з 0,30 сек до 0,15 сек, та використовувати у гідроциліндрі гальмівний пристрій з довжиною камери гальмування у 15 мм.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗНЕВОДНЕННЯ ВУГІЛЬНОЇ ПУЛЬПИ В БАРАБАННОМУ ГРОХОТІ**

**Діброва А.Є., керівник доц. Кононов Д.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Об'єкт дослідження – збагачувальна машина, задіяна для відділення рідкої фази з пульпоподібної суміші (зневоднення) на просіючій гумовій поверхні - динамічно активному стрічковому ситі, с можливим використанням системи примусової очистки.

Розроблено програму і методику проведення технологічних і експериментальних досліджень процесу зневоднення вугільної суміші на лабораторному барабанному грохоті, обладнаному динамічно активним стрічковим ситом.

Визначено залежності вологості надрешітного продукту від технологічного навантаження і частоти обертання робочої просіючої поверхні в крутопохилому лабораторному барабанному грохоті.

Розроблені та розраховані математичні моделі на підставі традиційних методів аналізу, використовуючи класичний регресійний метод.

В результаті розрахунків було отримано рівняння множинної регресії зміни зневоднення вологості матеріалу. (Y, %):

$$Y = 28,584 + 0,5023X_1 - 0,2481X_2 + 0,09988X_3$$

де  $X_1$  – кут нахилу осі барабана до горизонту, градус;  $X_2$  – частота обертання барабана, рад/с;  $X_3$  – продуктивність живлення, т/год.

Встановлено також, що параметри моделі статистично значущі. За максимальним коефіцієнтом еластичності  $E_1=0,3$  встановлено, що найбільший вплив на вологість має кут нахилу осі барабана до горизонту.

Проведено порівняння результатів моделювання з експериментальними даними. Максимальна помилка становить 16,2%.

### **РОБОЧА КЛІТЬ СТАНУ ХПТ – 55 З ДВОМА ВАЛКОВИМИ УСТАНОВКАМИ**

**Титаренко В.С., керівник доц. Толстіков Г.І.**

**Український державний університет науки і технологій**

Одним з найбільш важливих технологічних параметрів при холодній періодичній прокатці труб є довжина робочої частини калібрів. Теоретичні і експериментальні дослідження показують, що збільшення довжини робочої частини калібрів при інших рівних умовах дозволяє приблизно в такій же мірі збільшити лінійне зміщення металу за подвійний хід кліті, а отже і продуктивність, а також підвищити разові деформації за період, що дозволить скоротити циклічність дорогого холодного переділу.

Збільшення довжини робочої частини калібрів в 1,75 рази пропонується шляхом послідовної установки в кліті двох пар валків.

У процесі прокатки перша (вхідна) пара валків зменшує діаметр і товщину стінки заготовки до деяких проміжних значень, а друга (вихідна) доводить їх до розмірів готової труби. Тому середні глибини струмків, а значить і середні радіуси, що катають, першої та другої пар валків неоднакові.

Конструкція запропонованої кліті передбачає індивідуальні приводи обертання валків кожної пари з незалежним регулюванням кожної приводної рейки вздовж осі прокатки та по висоті і дозволить збільшити лінійне зміщення при прокатці труб з вуглецевої і низьколегованої сталі та сплавів – до 60-70 мм. При  $n = 80-85$  подвійних ходів кліті в хвилину і коефіцієнті використання часу роботи стану 0,85-0,9 цьому відповідає годинна продуктивність 350-365 і 280-300 м. При цьому коефіцієнти витяжки за прохід можуть досягати відповідно 7-8 і 6-7.

### **ЗАСОБИ ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ В ДЕТАЛЯХ МАШИН УЛЬТРАЗВУКОВИМ МЕТОДОМ**

**Мацюк Х.В., керівник ас. Біліченко Г.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

При ультразвуковому методі контролю про розмір дефекту судять за амплітудою відбитого сигналу і оцінюють не реальний, а «еквівалентний» розмір дефекту, тобто розмір моделі дефекту простої форми, що дає сигнал, рівний за амплітудою сигналу від реального дефекту, або оцінюють «умовний» розмір, який дуже наближено характеризує проєкцію дефекту на поверхню, з боку якої проводиться контроль. Ці параметри корелюють з реальними розмірами дефектів тільки в простих випадках (акустичний контроль труб, листів), а при контролі лиття, зварних швів, поковок кореляція настільки слабка (внаслідок різної орієнтації та форми дефектів), що оцінити реальні розміри дефектів неможливо. У цьому випадку бракувальні норми задаються значеннями еквівалентних і умовних розмірів неприпустимих дефектів.

Лише невеликий відсоток підшипників відпрацьовують сповна закладений в них ресурс. Причини можуть бути різні: неправильний монтаж, неналежне обслуговування, погане змащування тощо. Іноді проблеми виникають майже відразу після монтажу - в зв'язку з неправильною установкою обладнання. Але при цьому багато машин все ще

обслуговуються на основі планово-попереджувального ремонту, а деякі - працюють до відмови. Обидві стратегії неефективні і марнотратні.

Без регулярних перевірок і моніторингу стану неможливо оцінити точний стан вашого обладнання. Але без цього ви не зможете передбачити і попередити поломки, які можуть загрожувати не тільки вашому виробничому процесу, але також навколишньому середовищу і, що найгірше, безпеці працівників.

Час простою коштує дорого. Час незапланованого простою - ще дорожче. Програма моніторингу стану покликана відстежувати і аналізувати стан обладнання, щоб розпізнати потенційні поломки і запланувати ремонтні роботи.

Обізнаність про стан вашого обладнання - єдиний спосіб звести до нуля кількість незапланованих простоїв і забезпечити ефективну і безпечну роботу обладнання на вашому підприємстві.

### **ДИНАМІКА ЛИВАРНОЇ МАШИНИ РОТОРНОГО ТИПУ НА ПРУЖНІЙ ПІДВІСЦІ**

**Володін Р. С., керівник доц. Анофрієв П.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Широкий попит мають відливання втулок, гільз і інших заготовок, що мають форму тіла обертання, що вироблені на відцентрових ливарних машинах. По своїй структурі будь-яка відцентрова машина містить форму, опорні вузли, привод і литниковий пристрій. При обертанні неврівноваженої форми машини виникають відцентрові сили і момент, що діють на опори і фундамент. Величини цих сил пропорційні квадрату кутової швидкості форми, тому для захисту фундаменту машина повинна мати пружну підвіску. Від характеристик пружної підвіски машини залежить вибір робочих діапазонів частоти обертання ливарної форми і значення динамічного коефіцієнта, який відображає навантаження на фундамент.

В роботі побудована математична модель коливань машини і на ній досліджені коливання форми, що обертається і має п'ять ступенів свободи. За допомогою системи Matlab побудовані амплітудно-частотні характеристики машини у сталому режимі роботи. Машина має дві власні (резонансні) частоти на яких спостерігаються зростання лінійних і кутових коливань форми. Між власними і за другою власною частотами відбувається самоцентрування форма. Стійке зниження коливань форми з ростом швидкості її обертання встановлено за другою – вищою власною частотою.

Отримано частотне рівняння машини, розроблено m-файли, які дозволи розрахувати власні частоти машини і побудувати графіки їх залежності від пружно-масових параметрів конструкції машини. Запропоновано діапазон раціональних значень пружних характеристик опор машини, динаміка якої була досліджена.

### **S-МОДЕЛІ КОЛИВАНЬ МОСТОВОГО КРАНУ ПІД ЧАС ПІДЙОМУ ВАНТАЖІВ**

**Дяченко І. М., керівник доц. Анофрієв П.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Швидкість досліджень на основі математичних моделей (лінійних, нелінійних), що описують коливання мостових кранів і вантажу під час перехідних режимів підйому вантажів, суттєво зростає із застосуванням чисельних методів та імітаційних моделей, що створені інструментами візуального програмування. Метою роботи було розробка та оцінка запропонованих імітаційних моделей динаміки мостових кранів, створених засобами візуального програмування.

На основі відомих математичних моделей розроблені імітаційні моделі коливань системи «мостовий кран (візок) - вантаж на гнучкому підвісі». Імітаційні моделі створені за допомогою інструментів візуального програмування додатка Simulink, який працює під управлінням системи Matlab. При моделюванні були використані компоненти бібліотек *Simulink* і *DSP System Toolbox*. Розроблені та налагоджені s-моделі коливань вантажу під час підйому вантажів мостовим краном. Виконано порівняльний аналіз запропонованих моделей.

За допомогою інструментів візуального програмування SIMULINK, отримано імітаційні моделі коливань вантажу під час довідривної і післявідривної стадій підйому вантажів для лінійної постановки задачі. Запропоновані s-моделі дозволяють автоматизувати та візуалізувати дослідження динаміки мостових кранів, з метою визначення їх раціональних кінематичних і динамічних характеристик. Моделі забезпечені контрольними прикладами розрахунку підйому вантажів.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ МАЛОЇ ВІДЦЕНТРОВОЇ ЛИВАРНОЇ МАШИНИ** **Пилипчук Я. Д., керівник доц. Анофрієв П.Г.** **Український державний університет науки і технологій**

Завдяки відцентровому способу лиття і машинам, що його забезпечують отримують щільно литво з добрими фізико-механічними характеристиками, які вище ніж у відливок отриманих традиційними методами у землю або у металевий кокіль.

У робот розглянуті коливання ливарної форми відцентрової машини з вертикальною віссю обертання. Завдяки відносно малим розмірам відливки, форма має два підшипникових вузла кочення, що спираються на пакети пружних елементів.

Для дослідження руху форми машини була створена плоска математична модель коливальної системи машини у лінійній постановці, що складається з системи двох диференціальних рівнянь другого порядку. За допомогою інструментів візуального програмування системи MATLAB+Simulink було створено та налагоджено дві S-моделі.

Перша S-модель визначає власні частоти системи і будує частотні графіки в залежності пружно-масових і геометричних параметрів машини. Друга S-модель розраховує у сталому режимі амплітуди коливань ливарної форми в залежності від частоти сил і моментів, що збурюють. Тобто будує амплітудно-частотну характеристику машини, яка відображає динаміку коливань форми у робочому діапазоні швидкостей обертання форми.

Отримані результати досліджень дозволяють обрати раціональні характеристики пружних деталей відцентрової машини

### **ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРИВОДУ В** **СКЛАДСЬКОМУ НАВАНТАЖУВАЧІ**

**Даценко В. В., керівник ас. Брильова М. Г.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Розробкою конструкцій та виробництвом навантажувачів зайнято понад 250 фірм, з них близько 100 у Європі. Більшість фірм пропонує різні моделі та типи навантажувачів по виконанням висот підйому, вибухозахищеності, типам двигунів (карбюраторні, дизельні, скраплений газ, дизель-електричні), видам трансмісій (гідромеханічні, гідростатичні, механічні), імпульсний та контакторний системи керування електроприводом, пневматичні та напів-пневматичні), видам вантажозахоплювальних пристроїв та інше.

У всіх галузях здійснюється послідовний перехід від створення та впровадження окремих машин, обладнання, приладів з використанням енергозберігаючих технологій.

Основна частина розробок проекту спрямована на визначення зусиль та параметрів вантажопідйомного обладнання.

Цілі та завдання, які вирішується, спрямовані на підвищення техніко-економічних показників навантажувальних робіт в складських приміщеннях, шляхом реалізації кращих рішень та оптимізації розрахункових параметрів.

Поставлена мета досягається використанням триопорного електронавантажувача, з системою живлення від змінної електричної батареї, це поєднує високу маневреність і зменшення витрат на паливо.

Можливо застосовувати при завантаженні критичних залізничних вагонів, контейнерів, автомашин та для роботи в обмежених умовах складів та цехів промислових підприємств, імпульсні схеми управління тяговими двигунами покращують ходові якості електронавантажувача, збільшують величину і довжину ухилів, що долаються, і сприяють збереженню енергоємності акумуляторної батареї.

### **РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВІДВАЛА БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Калита О.І., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Експериментальні натурні і лабораторні дослідження суттєво прискорюють процес пошуку і апробації нових технічних рішень, пов'язаних, зокрема, з удосконаленням робочих органів машин для земляних робіт. Оскільки натурні дослідження супроводжуються значними матеріальними витратами, то вони виконуються після ґрунтовно виконаних лабораторних на відповідних моделях.

Актуальність роботи пояснюється подальшим розвитком нових технічних рішень енергоефективних бульдозерів. Підвищення продуктивності та зниження енергоємності копання ґрунту можливі за рахунок удосконалення існуючих та розробки нових конструктивних рішень бульдозерного обладнання і їх робочих органів.

Мета роботи – створення фізичної моделі багатофункціонального відвала бульдозера, яка дозволить досліджувати процес копання ґрунту у широкому спектрі характеристичних параметрів і вихідних даних.

Особливостями запропонованої фізичної моделі бульдозерного відвала є простота, надійність, технологічність, безпечність, низька собівартість конструкції, багатофункціональність якої забезпечується зручним її налаштуванням на заданий режим копання ґрунту. Фізична масштабна модель повинна забезпечувати її налаштування на копання ґрунту як традиційним неповоротним чи поворотним відвалом, так і новими видами відвалів, що реалізують можливість застосування просторових ножових систем, за рахунок використання яких можливе досягнення енергоефективної роботи бульдозера.

### **ПІДВИЩЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ МОСТОВОГО КРАНА ТА РОЗРОБКА КОМПЛЕКТУ ТРАВЕРС**

**Колісніченко О.О., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Актуальність роботи у тому, що більшість металоконструкцій механізмів і машин розроблено без урахування їх оптимізації, насамперед з погляду напружено-деформованого стану, що виникає в них. Тобто вони мають значні запаси міцності, які

пояснюються тим, що при їх проектуванні не ставилися жорсткі умови дотримання їхньої мінімальної маси та рівномірності конструкції.

Мета дослідження – проектування рівномірної чи близької до рівномірної конструкції траверси, шляхом дослідження її напружено-деформованого стану з урахуванням технологічних особливостей отримання її елементів.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлено та вирішено низку завдань, серед яких: огляд конструкцій траверс; вибір базової конструкції траверси на дослідження; розрахунок основних параметрів; створення кінцево-елементної моделі траверси; аналіз напружено-деформованого стану траверси; рекомендації щодо вдосконалення металоконструкції траверси; визначення напрямку подальших досліджень, що передбачає розробку нових металоконструкцій.

При виконанні роботи прийнято такі обмеження: елементи траверси виконані зі стандартного прокатного листа та профілю; запас міцності – мінімально достатній; прийнято мінімальну кількість матеріалів, товщин листів та різновидів профілів; враховано технологічність конструкції; спосіб з'єднання елементів – зварювання.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕДУКТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЧНИХ ТРАНСМІСІЙ ТА МЕТОДИКА ЙОГО РОЗРАХУНКУ**

**Ладчук В.С., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Автоматичні трансмісії набули широкого розповсюдження в автотранспортних машинах, оскільки мають ряд переваг перед звичайними механічними: збільшують моторесурс привідного двигуна, дозволяють найбільш раціонально використовувати його потужність, виконують зміну крутного моменту без розриву останнього і т. ін.

Сучасна автоматична трансмісія – це найчастіше гідродинамічний трансформатор крутного моменту у поєднанні з механічною (шестеренною) коробкою передач, або фрикційна передача (клиноремінний чи торовий варіатор). Керування трансмісією здійснюється за допомогою одного з видів приводів: гідравлічного, пневматичного, електричного.

Тенденції щодо поліпшення конструкцій і технічних характеристик автоматичних трансмісій спрямовані на створення агрегатів з мікропроцесорним керуванням процесу перетворення крутного моменту (наприклад, застосування спеціальних електричних блоків керування). Також ведуться роботи щодо розробки більш потужних фрикційних редукторів, оскільки автоматичні трансмісії на їх основі мають ряд переваг порівняно з гідромеханічними (високий ККД, менші розміри і вагу), але на жаль не можуть працювати з великими навантаженнями в силу своїх конструктивних особливостей.

Розглянуто принцип дії, методи розрахунку та виконано аналіз двох принципово різних конструкцій редукторів: гідротрансформатора і клинопасового варіатора; запропонована нова схема редуктора з автоматичним керуванням зміною передач.

## **РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ БУРОУЩІЛЬНЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ УТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОРОЖНИН У ГРУНТІ**

**Майстренко Д.С., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Певні технологічні процеси проведення земляних робіт передбачають утворення технологічних порожнин в ґрунті (ТПГ) для прокладання комунікацій і влаштування різноманітних фундаментів. Утворення ТПГ можливе бурінням, ущільненням

(трамбуванням, проколом) чи комбінованим способом, кожен із яких має свої переваги і недоліки. З точки зору утворення заданого ущільненого об'єму ґрунту навколо ТПГ доцільно максимально використати для цього частково чи повністю ґрунт з ТПГ, тобто перемістити його в бічні сторони відносно її подовжньої осі. При цьому ступінь і об'єм ущільненої зони залежатиме від розмірів і об'єму ТПГ.

Актуальною задачею при цьому є розробка ефективних, багатофункціональних, простих, компактних і технологічних схем робочого обладнання та робочих органів, а на їх основі – відповідних конструктивних рішень модульного типу на базі існуючих шасі будівельних чи дорожніх машин.

Для цього необхідною умовою є експериментальне дослідження процесу ущільнення ґрунту без його виїмки у бічні сторони ТПГ з мінімальними енерговитратами при умові досягнення максимально можливої чи мінімально достатньої щільності ґрунту. При цьому слід врахувати, що розмір ТПГ у ґрунті в загальному випадку може складатися з двох об'ємів, а саме: з об'єму видаленого і ущільненого ґрунту.

Автором запропоновані принципові схеми ґрунтоущільнюючого робочого органа, робоча поверхня якого виконана ступеневою з циліндричних і конічних поверхонь.

## **РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВІБРАЦІЙНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН**

**Марунін О.В., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Актуальність роботи у необхідності підвищення ефективності вібраційних систем будівельних машин (ВСМ) в сучасних умовах в результаті поліпшення їх енергоефективності, продуктивності, багатофункціональності, тощо. Цьому сприятиме і вибір раціональної форми дебалансів для створення максимальної збурюючої сили.

Метою є розробка устаткування для дослідження фізичних моделей елементів ВСМ, зокрема дебалансів і їх блоків.

Перспективним напрямком удосконалення є створення високоефективних вібросистем, в яких передбачається можливість регулювання вектора збурюючої сили за допомогою різних її складових (маса та ексцентриситет дебалансу, кутова швидкість, взаємне відносне розташування дебалансів і т. ін.).

В результаті теоретичних досліджень встановлено, що максимальної збурюючої сили можна досягти, використовуючи п'ятигранний дебаланс, а мінімальна маса дебалансу, при заданих однакових умовах, буде при круговому дебалансі. На даному етапі досліджень ведеться розробка та аналіз варіантів принципових технічних рішень віброблоків та віброконтурів, які містять симетрично і асиметрично встановлену парну і непарну кількість дебалансів однакових рівнопропорційних і різнопропорційних мас, мають синхронні і асинхронні кутові швидкості обертання у одному і різних напрямках, а також здатність адаптуватися до заданих умов роботи за рахунок виконання механізмів їх налаштування на заданий режим роботи, з урахуванням уніфікації елементів ВСМ.

## **РОЗРОБКА НОЖОВОЇ СИСТЕМИ З КОСИМ КОПАННЯМ ҐРУНТУ ДЛЯ БУЛЬДОЗЕРА З НЕПОВОРОТНИМ ВІДВАЛОМ**

**Бурлаков І. Є., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Ножові системи (НС) машин для земляних робіт (МЗР) вирішують ряд задач стосовно ефективного різання чи копання ґрунту, а також його ущільнення та планування. Зокрема, НС бульдозерів забезпечують ефективне відділення певного шару ґрунту від основного масиву, зрізання дрібних чагарників, часткове руйнування міцного ґрунту та ряд інших робіт у складі відвала бульдозерного обладнання.

Актуальність досліджень НС обумовлена стратегічним напрямком розвитку і удосконалення вітчизняного машинобудування в частині МЗР, який передбачає зниження питомої енергоємності процесу розробки ґрунту, тобто максимально ефективного використання потужності базового силового агрегату машини, її маси і інших техніко-економічних показників, а також зменшення номенклатури завдяки змінному навісному обладнанню.

На основі аналізу вихідної інформації стосовно проведених досліджень пропонується розробити та дослідити просторові ножові системи (ПНС) з ВН і БК, виконаними у поперечному перерізі трапецеподібного і трикутного профілю та ріжучі краї яких розміщені у одній чи у різних площинах та дослідити напружено-деформований стан ПНС. Критерієм пошуку раціональних параметрів НС є мінімальних питомий опір копанню ґрунту.

Визначними параметрами ПНС прийняті: площа вирізаної стружки, кути різання, кількість ВН і БК, подовжнє, вертикальне і кутове розміщення складових елементів НС, статистичні дослідження, опір копання, опір тертя, коефіцієнт запасу міцності.

## **РОЗРОБКА ПРОСТОРОВОЇ НОЖОВОЇ СИСТЕМИ БУЛЬДОЗЕРА**

**Варакута І. В., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Актуальність роботи полягає у підвищенні ефективності та продуктивності використання бульдозерного відвала за рахунок використання у ньому просторової ножової системи (ПНС) нового типу.

Метою роботи є розробка ефективної конструкції ПНС для бульдозерного відвала на основі комбінованого застосування косоного різання і копання ґрунту.

Технічна задача, що вирішується ПНС, спрямована на зниження енергоємності копання ґрунту бульдозерним відвалом, поліпшення нагромадження та переміщення ґрунту по відвалу і зменшення втрат ґрунту в бокові валики – є використання виключно косоного копання ґрунту, створення умов спрямування відділеної від масиву ґрунтової стружки всередину призми ґрунту перед відвалом, заміна блокованого копання ґрунту напіввільним чи вільним і утворення плоскої чи неплоскої поверхні ґрунту бульдозерним відвалом.

Суть ПНС полягає в тому, що відвал бульдозера містить традиційний неповоротний відвал і ріжучі ножі. Новим є те, що ріжучі ножі виконані з окремих пластин і з'єднані між собою попарно і з відвалом так, що ріжучі краї можуть знаходитися в одній чи в різних площинах, розташовані симетрично відносно подовжньої вертикальної площини симетрії відвала під заданим кутом між собою у фронтальній і вертикальній проекції, можуть бути прямими, ламаними чи криволінійними, кількість пар може бути задана, а кут нахилу пластин ножів до горизонталі задається розміщенням ножової системи в межах максимальної глибини

копання традиційного ножа, або дорівнює його раціональному значенню для бульдозерів.

## **РОЗРОБКА ЩЕЛЕПНОГО КОВША ОДНОКІВШЕВОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО ЕКСКАВАТОРА**

**Коновал А.С., керівник доц. Главацький К.Ц.  
Український державний університет науки і технологій**

Удосконалення робочого обладнання одноківшевих гідравлічних екскаваторів ведеться в напрямку інтенсифікації їх робочих процесів, у тому числі за рахунок збільшення кількості видів змінного робочого устаткування і робочих органів, а також зміни зони дії основних видів робочого устаткування і його силових параметрів.

Більшість гідравлічних екскаваторів має шарнірно зчленоване робоче устаткування, що дозволяє при незначному переустаткуванні або заміні робочого органа робити різноманітні екскаваційні й навантажувальні роботи.

Зміна параметрів такого робочого устаткування, основні елементи якого (стріла, рукоять і ківш) виконуються складеними з кількох частин або змінними, може здійснюватися безупинно в процесі виконання робочих операцій або дискретно.

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи гідравлічного екскаватора за рахунок розширення технологічних можливостей його робочого органа.

Для досягнення даної мети виконаний огляд і аналіз шарнірно-зчленованого робочого устаткування загального призначення гідравлічних екскаваторів з акцентом на види ківшів; запропоноване конструктивне рішення робочого органа гідравлічного екскаватора, що забезпечує розширення його технологічних можливостей; визначені геометричні, кінематичні й силові параметри робочого устаткування; виконаний міцносний розрахунок основних вузлів і металоконструкції проектного робочого устаткування; рекомендовані напрямки подальшого поліпшення робочого устаткування.

## **РОЗРОБКА РОБОЧОГО ОРГАНУ МАНІПУЛЯТОРА НА БАЗІ ОДНОКІВШЕВОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО ЕКСКАВАТОРА**

**Харитюк Є.В., керівник доц. Главацький К.Ц.  
Український державний університет науки і технологій**

Універсальні одноківшеві екскаватори призначені для виконання широкого спектру земляних і супутніх робіт завдяки змінному робочому обладнанню і робочим органам.

Зміна параметрів робочого устаткування, а саме: встановлення основного і додаткового робочого органа на рукоять чи розширення технологічних можливостей традиційних робочих органів, основні елементи яких виконуються зіставними або змінними, може здійснюватися безупинно в процесі виконання робочих операцій або дискретно. У першому випадку встановлюються додаткові гідромеханізми, у другому - використовуються різні технічні рішення, що дозволяють без застосування складних пристроїв змінювати лінійні і кутові характеристики обладнання.

Метою розробки є підвищення ефективності роботи гідравлічного екскаватора.

Для досягнення даної мети в вирішені наступні завдання: виконаний огляд і аналіз аналогів робочого устаткування загального призначення гідравлічних екскаваторів; запропоноване конструктивне рішення робочого устаткування гідравлічного екскаватора, що забезпечує збільшення параметрів його робочої зони; визначені геометричні, кінематичні й силові параметри робочого устаткування; виконаний міцносний розрахунок основних вузлів і металоконструкції проектного робочого

устаткування; виконаний розрахунок механізмів обертання платформи та привода гусеничного рушія; визначена стійкість екскаватора; за розрахунковими параметрами екскаватора зроблений розрахунок продуктивності і собівартості розробки ґрунту, а також запропоновані напрямки поліпшення конструкції.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА**

**Грибова О.Р., керівник доц. Главацький К.Ц.  
Український державний університет науки і технологій**

Фронтальні навантажувачі широко застосовуються при перевантажувальних і інших супутніх роботах з сипкими та штучними вантажами і ґрунтом.

Результатом огляду аналогічних рішень є запропонована конструкція робочого обладнання фронтального навантажувача з двощелепним двосекційним ковшем із загальним описом її структури і можливостей.

Виконане дослідження раціональних схем роботи навантажувача на різних технологічних режимах.

Проаналізовані технологічні схеми виконання робіт навантажувачем.

При цьому виконані розрахунки величини маси вантажу в ковші і захопленого щелепами з точки зору стійкості навантажувача, як при транспортуванні вантажу в штатному режимі експлуатації, так і при виконанні окремих видів робіт при нерухомій машині в межах робочої зони робочого обладнання.

На основі результатів, отриманих в дипломному проекті, запропоновані такі наступні етапи поліпшення конструкції навантажувача: удосконалення механізму регулювання вирівнювання ковша в процесі вантажних робіт для уникнення просипання ґрунту, а також розробку механізму, який забезпечить автоматичне регулювання положення ковша з мінімальним опором його заглибленню в матеріал, що навантажується і оптимізація металоконструкцій робочого обладнання з метою зменшення її маси; збільшення кутів повороту ковша та модернізація його щелепи додатковими елементами для розширення її можливостей; розробка систем автоматичного слідкування за роботою навантажувача на оптимальних режимах.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЕКСКАВАТОРА-НАВАНТАЖУВАЧА**

**Недбаєвська М.І., керівник доц. Главацький К.Ц.  
Український державний університет науки і технологій**

У сучасних умовах ведення земляних робіт одноковшовими екскаваторами актуальним є завдання зведення до мінімуму витрат часу на переналагодження робочого устаткування, пов'язаного зі зміною робочого органа, оскільки всі сучасні одноковшові екскаватори забезпечуються комплектом змінних робочих органів.

Розроблена конструкція робочого устаткування одноковшового екскаватора з вилковим фронтальним навантажувальним робочим органом щелепного типу, що враховує його технологічне призначення. Особлива увага при цьому приділяється розробці автоматичного пристрою з дистанційним керуванням, призначеного для швидкої адаптації робочого органа до конкретних умов експлуатації. Серед безлічі систем керування таким пристроєм, перевага віддається гідроприводу, за допомогою гідроциліндра, що компактна й дозволяє розвивати більші зусилля в механізмі захоплення. Для більш ефективного використання гідроциліндра рекомендується використовувати комбінування різних важільних гідромеханізмів.

Проаналізовані варіанти виконання змінного робочого устаткування та використання гідроприводу для від'єднання змінного робочого органа від робочого устаткування. У перспективі ж можлива доробка даної конструкції з метою використання гідроприводу для автоматичного приєднання робочих органів.

Як базовий варіант доцільно приймати найпоширеніші типи одноковшевих екскаваторів і особливо ті, які оснащені морально застарілим робочим обладнанням, з метою більш повного використання залишкового ресурсу базових машин.

## **РОЗРОБКА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО НАЧПНОГО РОЗПУШУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ**

**Барташ В.В., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Бульдозери-розпушники використовують при: копанні котлованів, траншей, будівництві та ремонті доріг, розробці корисних копалин відкритим способом, веденні земляних робіт як на будівельних майданчиках при веденні нового будівництва, так і в межах міської інфраструктури.

Розпушники найбільш частіше кріпляться до картера головної передачі трактора триланковою, паралелограмною, паралелограмною із зйомними ланками підвіскою.

Триланкова підвіска відрізняється простою конструкцією, але не забезпечує постійного кута розпушення при підйомі і заглибленні зубця.

При паралелограмному підвішуванні розпушник встановлений на чотириланнику і зберігає постійний кут розпушення в процесі роботи.

Бульдозери-розпушники руйнують мерзлі і міцні ґрунти під дією двох сил: стиснення зубцем і розриву масиву наконечником і стояком. Краще за все розпушувати цими машинами шаруваті породи: вапняки, сланці, буре і кам'яне вугілля.

Метою роботи є розширення технологічних можливостей розпушника та збільшення його продуктивності за рахунок розробки тризубцевого розпушувального модуля. Для досягнення поставленої мети в роботі поставлені і вирішені такі задачі: огляд і аналіз технологічних рішень аналогів; силовий розрахунок та визначення реакцій в елементах навіски; конструктивний розрахунок елементів робочої балки; розрахунок гідроприводу; технологічний процес виконання робіт бульдозером-розпушником; рекомендації щодо напрямків подальшого можливого удосконалення запропонованого технічного рішення.

## **ВАГОВА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИВОДУ ЗІ ШКІВОМ ЗМІННОГО МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ**

**Шарапов М. Ю., керівник доц. Куроп'ятник О. С.**

**Український державний університет науки і технологій**

При виконанні бакалаврської роботи основна увага приділялася проектуванню шківу змінного моменту інерції, тому геометричні розміри деяких деталей приводу канатної дороги були прийняті довільно із дотриманням умови міцності. Це призвело до завищення мінімального коефіцієнта запасу міцності деталей і, як наслідок, збільшення маси. Метою роботи є обґрунтування геометричних параметрів приводу зі шківом змінного моменту інерції, за яких може бути зменшено його масу та матеріаломісткість. Тому пропонується підібрати оптимальні розміри за допомогою системи автоматизованого моделювання та проектування SolidWorks із застосуванням додатку SW Simulation. Для однієї деталі, мінімальний коефіцієнт запасу міцності якої складав 22,8, було проведена оптимізація геометричних розмірів. Це дало змогу

зменшити мінімальний коефіцієнт запасу міцності в шість разів та зменшити масу деталі на 35 %. Таке моделювання буде проведено і для інших деталей приводу. Буде оцінено на скільки відсотків зменшиться маса приводу в цілому, що призведе до здешевлення виготовлення деталей цього приводу та облегшить його монтаж.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ БІЧНОЇ ПОВЕРХНІ РОБОЧОГО  
ОРГАНУ ПРИ ФОРМУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОРОЖНИНИ У ҐРУНТІ**  
**Мальцев Д.О., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Значне зношування комунікацій, а також потреба у підсиленні існуючих мереж вимагають капіталовкладень в будівництво, реконструкцію і ремонт підземних комунікацій найширшого призначення.

Сучасне містобудування передбачає заміну традиційних технологій прокладання підземних комунікацій безтраншейними, що в свою чергу вимагає нових машин, обладнання та робочих органів. У зв'язку з цим перспективним є дослідження та зростання капіталовкладень в розробку нових способів прокладання комунікацій та машин, що при цьому застосовуються.

Стислі умови міста та наявність розгалуженої мережі підземних комунікацій вимагає від виконавців використання нових робочих органів, що дають змогу прокласти комунікацію і при цьому не зруйнувати існуючі з мінімальним впливом на довкілля.

Основним способом отримання безтраншейних порожнин є статичне проколювання малогабаритними установками з гідравлічним приводом, що дає змогу отримати отвір та протягнути там комунікації.

Метою роботи є підвищення ефективності способу статичного проколювання ґрунту, за рахунок зміни форми робочого органу з традиційної циліндричної до плоскої форми, з різною формою стінок. При цьому дослідження попередників довели, що деформації ґрунту при цьому мають різне значення у різних напрямках, що в свою чергу дає можливість комбінувати.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ОТВОРІВ У  
ПЕРЕУЩІЛЬНЕНИХ ҐРУНТАХ МЕТОДОМ СТАТИЧНОГО ПРОКОЛУ**  
**Хапаль Є.В., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Безтраншейні способи отримання горизонтальних отворів у ґрунті останнім часом набувають популярності оскільки вони не руйнують дороги та прибудинкову територію.

Найдешевшим та найпростішим способом отримання технологічних порожнин невеликого та середнього розміру (до 400 мм в діаметрі) для прокладання пучків кабелів та футлярів під дорогами є спосіб проколювання ґрунту. Основним недоліком такого способу є значне ущільнення та радіальне переміщення ґрунту навколо порожнини. З іншого боку ґрунт у стінках отвору значно ущільнюється, що, з точки зору стійкості стінок, запобігає засмічуванню отвору і сприяє його довговічності.

Особливістю прокладання порожнин під дорогами є підвищена ущільненість земляного полотна при спорудженні автомобільних та залізничних колій, що значно обмежує спосіб статичного проколювання.

Проведений огляд патентної літератури дає нам можливість стверджувати, що можна значно зменшити зони ущільнення навколо отворів за рахунок зміни вологості ґрунту в

плотному отворі, що дасть змогу отримати порожнини необхідного розміру з мінімальними деформаціями, тіла насипу, та зусиллями на робочих органах. Планується провести ряд дослідів на стенді з візуалізацією процесу проколювання ґрунту в умовах лабораторії кафедри прикладної механіки УДУНТ, з фіксацією зусилля проколювання, деформації ґрунту, випучування ґрунту, впливу вологості та швидкості.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТУ НА СУСІДНІ КОМУНІКАЦІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФОРМИ РОБОЧОГО ОРГАНУ**

**Плітка Є.І., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Безтраншейні технології спрощують будівництво та ремонт підземних комунікацій в сучасному містобудуванні за рахунок зменшення впливу на навколишнє середовище, пішоходів та автомобілістів, та зменшення довжин комунікацій за рахунок підземного проходження перепон у вигляді штучних озер, річок тощо.

Насиченість міської території різноманітними комунікаціями потребує вивчення можливості сусідства існуючих мереж з новими за умови недопустимості руйнування.

Метою роботи є дослідження форми робочого органу та його положення в просторі, на деформацію ґрунтового масиву, зони розповсюдження деформацій, зміна зони деформації в залежності від послідовності проколювання та розширення отворів і вплив на сусідні комунікації, що розташовані поруч або на поверхні ґрунту, наприклад асфальтованого покриття доріг.

Передбачається провести серію дослідів, на базі стенду лабораторії кафедри прикладної механіки УДУНТ, де буде порівнюватись вплив розташування робочого органу від горизонтального до вертикального, а також комбінація використання плоских та циліндричних робочих органів.

### **ПРОЕКТ ДІЛЯНКИ ДЛЯ РЕМОНТУ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ**

**Калмацуй Р.С., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Ефективність використання автотранспортних засобів залежить від досконалості організації транспортного процесу та властивостей автомобілів зберігати у певних межах значення параметрів, що характеризують їхню здатність виконувати необхідні функції. У процесі експлуатації автомобіля його функціональні властивості поступово погіршуються внаслідок зношування, корозії, пошкодження деталей, втоми матеріалу, з якого вони виготовлені та ін. В автомобілі &#39;являються різні несправності, які знижують ефективність його використання. Для попередження появи дефектів та своєчасного їх усунення автомобіль піддають технічному обслуговуванню (ТО) та ремонту.

Метою роботи є запропонувати проект ремонтного підприємства з ділянкою по ремонту паливної апаратури. Найбільш відповідальною та високотехнологічною є робота по обслуговуванню і ремонту саме паливної апаратури, тому з метою вдосконалення організації та структури управління технічної служби планується впровадження централізованої системи управління процесом ТО та ремонту.

Поставлена мета досягається запровадженням централізованої системи управління виробництвом, сутність якого у тому, що у основі формування виробничих підрозділів лежать закінчені технологічні процеси технічних впливів на рухомий склад.

Для зручності управління, операції поділяють на однорідні види впливу, які об'єднуються у виробничі комплекси.

В результаті виконання роботи було спроектовано ділянка для ремонту паливної апаратури автомобіля МАЗ-64221, з річним об'ємом обслуговування 306 автомобілей.

### **РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ ТА РОЗРАХУНОК МОБІЛЬНОГО ПІДЙОМНИКА ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ**

**Наконечний Б.М., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Війна в Україні призвела до появи великої кількості каліцтв та людей з обмеженими можливостями. Для їх адаптації та переміщення по місту промисловість виготовляє візки з приводом чи без, але це дає можливість збільшити мобільність в межах двору або вулиці, але зовсім не вирішує проблему в межах міст або країни. Цю проблему вирішує спеціалізоване таксі – автомобіль обладнаний підйомником для візків та кріпленням візка в машині. Суттєвим недоліком такого є мала кількість таких автомобілів, що породжує появу черги на послугу на декілька тижнів або місяців.

Розробка мобільного, розбірного, переносного підйомника з електромеханічним приводом, які б використовувались в звичайних автомобілях або таксі для пересаджування людини з візка на переднє сидіння, дасть змогу використовувати непереобладнані авто для перевезень таких людей по місту або країні, а це в свою чергу дозволить соціалізувати їх в суспільстві.

Задача проекту полягає в розробці 3D-моделі підйомника з електричним актуатором, який працює від бортової мережі, визначення діючих сил у вузлах, статичного розрахунку підйомника, та перевірку працездатності діючої моделі.

У даній роботі розглядається процес створення 3D-моделі, статичного та динамічного розрахунку мобільного розбірного підйомника, перевірка міцності окремих деталей підйомника, розглядаємо можливості подальшого удосконалення та оптимізації форми та розмірів, а також дослідимо важливість таких проектів для нашої спільноти.

### **РОЗРОБКА ВАЖКОНАВАНТАЖЕНОГО РЕДУКТОРА ПРИВОДУ СТАВУ БУРОВИХ ШТАНГ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАПРАВЛЕНОГО БУРІННЯ**

**Гриненчук Є.М., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сучасне містобудування вимагає використання безтраншейних технологій в умовах щільної забудови, наявності доріг та дуже складними ґрунтовими умовами, що зумовлене наслідками роботи будівельників минулих поколінь, що закопали залишки будівельних відходів без належної утилізації. Наявність твердих включень, або деревини веде до появи значних зусиль на робочих органах. Оскільки найбільш прийнятним типом приводу для бурових машин, що працюють в умовах перезвожених або пилуватих ґрунтів є гідравлічний, то для обертання бурових робочих органів використаємо редуктор з гідромотором.

Основним завданням проекту є розрахунок двоступеневого редуктора з приводом від аксіального регульованого гідромотора, проекту зварного корпусу, складових редуктора та деталей закріплення редуктора до рами бурової машини. Особливістю редуктора є зварна конструкція корпусу та обмеження по габаритних розмірах та місцях встановлення складових редуктора, що зумовлено наявною

конструкцією рами установки та конструкції робочої траверси з вузлом подачі бурового розчину.

Особливістю конструкції приводу бурових робочих органів є наскрізний тихохідний вал редуктора, через який проходить привідний вал бурової машини, та за допомогою шпонкового з'єднання передає крутний момент на робочі органи. Всі деталі редуктора проектується з можливістю легкого виготовлення та монтажу в умовах виробничої бази замовника.

## **РОЗРОБКА ДВОМОТОРНОГО РЕДУКТОРА ПРИВОДУ БУРОВИХ ШТАНГ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАПРАВЛЕНОГО БУРІННЯ**

**Тацко М.Г., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Інфраструктура сучасних мегаполісів та маленьких містечок містить велику кількість підземних комунікацій до яких відносяться водопостачання та водовідведення, газопостачання електричні, телефонні та Інтернет мережі. І більша частина їх знаходиться під землею.

Ремонт, заміна та аварійне відновлення пов'язані з розкопкою ґрунту та подальшим відновленням ландшафту або асфальтного покриття. Альтернативним способом виконання робіт є безтраншейні технології.

Метою проекту є створення редуктора приводу бурових штанг малогабаритної установки горизонтально-направленого буріння для безтраншейного прокладання підземних комунікацій в умовах міста.

Оскільки гідравлічний привід має найбільшу потужність на одиницю маси, а використання високого тиску приводу вимагає використання більш дорого вартісних гідронасосів, гідромоторів та елементів гідроприводів, то прийнято рішення використати 2 мотори для отримання необхідного моменту на робочих органах. Окрім того слід відмітити, що симетричне розташування гідромоторів зменшує навантаження на тихохідний вал, та його підшипники, а також подовжує термін служби ущільнення вихідного валу. Передбачено використання швидкохідних вал шестерень з власними підшипниковими опорами, що зменшать радіальне навантаження на вал двигуна, а це в свою чергу подовжить його строк служби.

## **РОЗРОБКА ПРИВОДУ ОБЕРТАННЯ ШНЕКІВ МАШИНИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ШНЕКОВОГО БУРІННЯ**

**Антонов В.Г., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Бурові машини використовують для утворення вертикальних, нахилених або горизонтальних каналів у ґрунті. При діаметрі до 75 мм ці канали називаються шпурами, понад 75 мм – свердловинами. Застосовують бурові машини при геологічному розвідуванні ґрунтів, буро підривній розробці скельних та мерзлих ґрунтів, водозниженні, влаштуванні опор лінії зв'язку й електропередачі, а також для прокладання сталевих футлярів при безтраншейному прокладанні комунікацій тощо. Процес буріння включає руйнування ґрунту та його вилучення із свердловини.

На коротких ділянках зі щільним заляганням сусідніх комунікацій та неможливості використання способу статичного ущільнення ґрунту через його переущільнення використовують горизонтально шнекове буріння. Оскільки процес роботи передбачає роботу з приямків та високу вологість використання електроприводу є недопустима, а особливості будови шнекових робочих органів не дає можливість використання

стандартизованих редукторів поставлено задачу розробити редуктор з гідроприводом, в зварному корпусі з можливістю передавання значних осьових зусиль та крутних моментів.

Метою роботи створення одноступеневого редуктора з гідромотором, й робочим моментом на вихідному валу 1200 Нм і частотою обертання до 200 об/хв, що розташований внизу зварного корпусу, що опирається на 2 гідроциліндри, горизонтального переміщення робочих шнеків з ходом у межах 1м та тяговим зусиллям 10 т. Спроекувати та перевірити на довговічність тихохідного валу редуктора й вузла передачі робочих зусиль на бурові шнеки.

### **РОЗРОБКА РЕДУКТОРА ЗІ ЗМІННИМ ПЕРЕДАТОЧНИМ ЧИСЛОМ ДЛЯ ПРИВОДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

**Андрушко О.Б., керівник ст. викл. Посмітюха О.П.  
Український державний університет науки і технологій**

Для приводу механізмів, що потребують зміни швидкості обертання вихідного валу та синхронізації з робочою швидкістю машини, наприклад висівні апарати сівалок, є потреба в розробці редуктора зі змінним передаточним числом. На сьогоднішній день це виконують ланцюгові редуктори, але основним недоліком є відкрита ланцюгова передача та велика тривалість зміни передаточного числа редуктора через складність виконання даної операції. Окремо слід відзначити можливість попадання сторонніх предметів в деталі редуктора та його руйнування.

В роботі передбачено розробити схему двоступеневого редуктора зі змінним передаточним числом швидкохідної та тихохідної передачі. Максимальна кількість передач становить 9. Розташування валів в спільному корпусі перешкоджає потрапляння води та бруду, а ручки з фіксацією робочого положення дає можливість швидкої зміни передаточного числа редуктора.

Корпус має бути легким і дешевим, що передбачає отримання деталі шляхом литва з алюмінієвих сплавів

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ ПОРТОВИХ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ**

**Вусик Я. В., керівник ст. викл. Черкудінов В. Е.  
Український державний університет науки і технологій**

Успішне виконання перевантажувальних робіт в порту можливе за чіткої їх організації з урахуванням заздалегідь розробленої технології, визначальною порядок і послідовність виконання всіх операцій та використання технічних засобів і робочої сили.

Організація перевантажувальних робіт визначає структуру та взаємодію підрозділів порту, раціональне використання його обладнання та трудових ресурсів.

Схема механізації має відповідати загальним вимогам:

- відповідати раціональній структурі перевантажувального процесу, що визначає кількість, послідовність, зміст основних та допоміжних операцій, типи та характеристики машин, пристроїв, їх розміщення;
- забезпечувати необхідну пропускну спроможність портів, складів та залізничних колій, що дозволяють переробити заданий вантажообіг у строки;
- враховувати нерівномірність подач суден та вагонів під обробку, передбачаючи резерв пропускну спроможності причалу.

На основі порівняння техніко-економічних показників, які дозволяють об'єктивно оцінити кожен варіант проведено аналіз та оцінку варіантів механізації. До основних техніко-економічних показників додали питомі капітальні вкладення у портові споруди, вантажна техніка, транспортні засоби, собівартість перевантажувальних робіт та питомі експлуатаційні витрати.

Таким чином можна зробити висновок, що кращою виявилася схема з використанням мостового крану при якій питомі сумарні наведені витрати нижче на 15% чим при використанні інших схем.

## **ОГЛЯД МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ УДАРНОГО РУЙНУВАННЯ НЕГАБАРИТНИХ КУСКІВ ГІРНИЧОЇ МАСИ**

**Кіт О.В., керівник ст. викл. Черкудінов В. Е.**

**Український державний університет науки і технологій**

Руйнування куска гірської породи ударними навантаженнями відбувається, як правило, при нанесенні по ньому кількох ударів, причому кількість їх, частота нанесення, енергія удару, швидкість програми навантаження та інші параметри залежать від конструктивних особливостей машини. Деякі науковці вважають, що зі збільшенням швидкості прикладання навантаження питома енергоємність процесу руйнування гірських порід повинна зменшуватися. Інші ж дослідники дотримуються прямо протилежної думки.

Встановлено, що при збільшенні енергії удару межі питомої енергоємності руйнування росте.

У частині опису фізичної сутності одним з головних питань є правомірність затвердження аналогії в процесах, що відбуваються в об'єкті при повільному статичному зростанні навантаження и при навантаженні зі значними швидкостями, які мають місце при ударі. Відомо також, що об'ємне руйнування негабаритних шматків гірських порід відбувається при відносно великій енергії удару і малій частоті ударів. При малій енергії удару і великій частоті ударів відбувається поверхневе руйнування.

Результати аналізу цього питання показують, що машина з великою силою удару при малій частоті ударів в кілька разів продуктивність руйнування негабаритів більш ефективна, ніж машина тієї ж потужності, але з малою енергією одиничного удару і більшої частоті ударів. У зв'язку з цим запропоновано розмежити машини ударної дії для руйнування гірської маси на молоти об'ємного руйнування - це молоти з великою енергією одиничного удару і малою частотою ударів і молоти поверхневого руйнування - молоти з малою силою удару і великою частотою ударів.

### *ПІДСЕКЦІЯ «КОЛІСНІ ТА ГУСЕНИЧНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»*

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОБУСІВ «БОГДАН»**

**Кайрюкштіс В.П., керівник доц. Маліч М.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Об'єкт розробки – гальмівна система автобусів «Богдан» та її технічне обслуговування.

Мета роботи – підвищення надійності гальмівної системи автобусів «Богдан» шляхом удосконалення, поліпшення умов та якості проведення технічного обслуговування.

Метод дослідження – статистичний аналіз показників надійності автобуса «Богдан», математичне моделювання гальмівних сил, розподілу гальмівних сил при різному навантаженні автобуса.

В роботі проаналізовано гальмівну систему автобуса «Богдан», поставлені задачі дослідження, проведено аналіз надійності елементів гальмівної системи, розглянуті критерії оцінки гальмівних механізмів, проведено математичне моделювання гальмівних сил, розподілу гальмівних сил при різному навантаженні автобуса. Запропонована нова конструкція стенду для ремонту та гальмівних вузлів.

### **ПІДВИЩЕННЯ РЕМОНТНОПРИДАТНОСТІ АГРЕГАТІВ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ ДЛЯ УМОВ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Баклан О. В., керівник доц. Мельянов П.Т.**

**Український державний університет науки і технологій**

На мобільних машинах широке застосування знайшли гідроприводи трансмісії ГСТ-90, основними агрегатами яких являються аксіально-поршневі насос і мотор. Відновлення роботоздатного стану аксіально-поршневих агрегатів відбувається на спеціалізованих підприємствах. При цьому, трудомісткість ремонтних робіт та їх собівартість будуть обумовлюватися ремонтнопридатністю агрегатів, яка виражається в пристосованості до відновлення справного стану, кількісно оцінюється трудомісткістю відновлення і визначається витратами праці і засобів для усунення відказу.

Для зниження трудомісткості ремонту агрегатів трансмісії необхідно виявляти резерви зменшення затрат праці на основних операціях технологічного процесу. До них відносяться операції з передремонтного діагностування, розбирально - складальні, з відновлення деталей, обкатки та випробування. Передбачається впровадження передремонтного діагностування агрегатів в дві стадії (комплексне), що дає можливість уникнути необґрунтованих розбирань агрегатів, які в справному стані поступили до ремонту (близько 10%). Зниження трудомісткості розбирально-складальних робіт передбачається за рахунок розроблення конструкції стенда, яка забезпечує збільшення продуктивності робіт (до 15%). Близько 50% деталей качаючих вузлів агрегатів відновлюється притиранням робочих поверхонь на притирочних плитах з застосуванням притирочних паст. Зниження трудомісткості даних робіт (до 20%) забезпечується механізацією обертання деталі та притирочного столу одночасно в розробленій конструкції стенду.

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

**Івашенко В.О., керівник ст. викл. Лосіков О.М.**

**Український державний університет науки та технологій**

Автотранспорт є вагомим джерелом забруднення довкілля. Частка автомобільного транспорту у викидах шкідливих речовин становить 90%, у тому числі: 94% – у викидах оксиду азоту, 92% – у викидах оксиду вуглецю, 90% сажі, 75% викидів метану та неметанових органічних сполук, 70% викидів діоксиду сірки, 62–65% викидів діоксиду азоту.

Одним з заходів що до зниження негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення економічних показників роботи двигунів внутрішнього згоряння є удосконалення конструкції системи живлення.

Зниження витрат палива та викидів шкідливих речовин, в газах що відробили, може бути вирішено завдяки удосконаленню форсунки для подання дизельного пального. Конструкція форсунки має можливість одночасно подавати у камеру згоряння дизельне та альтернативне пальне, тобто форсунка споряджена додатковою голкою для впорскування альтернативного палива. В якості приводу голок форсунки застосовуються пакети з п'єзокристалів, які взаємодіють з голками за допомогою клапанів. Передача руху п'єзокристалами здійснюється завдяки ефекту розширення п'єзокристалів в електричному полі.

Економічність роботи двигуна підвищується за рахунок того, що в приводі дозуючого пристрою форсунки немає механічних деталей (відсутнє тертя). Завдяки чому паливо розпилюється більш рівномірно (за рахунок чого відбувається найбільш повне згоряння палива), та підвищується швидкодійність голки розпилювача, що сприяє зменшенню інтервалу між послідовними впорскуваннями і оптимізує процес управління впорскуванням. Все це дає змогу для здійснення зонального сумішоутворення, що покращить згоряння суміші і призведе до зниження витрат палива та викидів шкідливих речовин.

## **ОСНОВНІ НАПРЯМКИ СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В УКРАЇНІ**

**Гамага Г.І., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сьогодні напрямок розвитку автотранспорту держави визначається складним комплексом соціальних, економічних і природних факторів. На першому місці це фактори, які пов'язані з військовою агресією російської федерації проти України. Державна цільова економічна програма розвитку автомобільного транспорту на період до 2030 року визначає основні стратегічні напрями розвитку транспортних засобів і передбачає вдосконалення системи державного управління в галузі автомобільного транспорту, підвищення якості надання послуг з перевезення пасажирів і вантажів а також удосконалення системи технічної експлуатації автотранспорту. Крім того, буде вдосконалена система цінового і податкового регулювання діяльності автомобільних перевізників, система технічного регулювання допуску до експлуатації транспортних засобів і надання послуг з перевезення пасажирів і вантажів. Програма також передбачає інноваційний і інвестиційний розвиток галузі автомобільного транспорту і підвищення рівня безпеки перевезень пасажирів і вантажів. Передбачається створення умов для підвищення ефективності проведення технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, конкурентоспроможності вітчизняного автотранспорту на європейському транспортному просторі, зменшення рівня техногенного навантаження на навколишнє природне середовище.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

**Кочут С.С., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.**

**Український державний університет науки і технологій**

Автомобільний транспорт в Україні є великим споживачем ряду найважливіших ресурсів. Тому подальший розвиток транспортних засобів та сфера технічної експлуатації автомобілів буде активно задіяна в реалізації основних заходів, направлених на економію паливно-енергетичних ресурсів. Виникає необхідність

збільшити можливості власної нафтопереробної промисловості по створенню і виробництву високоякісних палив і змащувальних матеріалів а також застосування альтернативних видів палива. Також потреба зниження витрати палива є одним з головних напрямів вдосконалення систем автомобіля. Витрата палива в значній мірі залежить від конструкції двигуна і коробки зміни передач. Сучасні системи управління двигуном забезпечують регулювання двигуна відповідно до навантаження і оптимізацію процесів згорання. Зниження витрат на паливно-енергетичні ресурси і доцільність захисту навколишнього середовища підсилить вимоги до технічного стану автомобілів і стимулюватиме ширше застосування комп'ютерних засобів управління робочими процесами двигуна і автомобіля, а також діагностичних засобів.

Вирішення актуальних інженерно-технічних і наукових завдань в області якості, експлуатаційних властивостей і використання паливних матеріалів а також їх зберігання має велике значення для отримання максимального технічного, економічного і соціального ефекту в Україні.

## **БРОНЬОВАНІ ТЯГАЧІ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

**Шульга Д. М., керівник доц. Нестеренко Г. І.**

**Український державний університет науки і технологій**

Броньовані тягачі – це дуже важлива частина бронетанкових військ, тому що саме броньовані тягачі здійснюють буксирування пошкодженої бронетехніки з поля бою, часто прямо з-під обстрілів, та доставляють їх у безпечне місце для подальшого ремонту і надання допомоги екіпажу. Вони бувають різних видів.

БТС-4 – це радянський броньований тягач, розроблений на базі середнього танка Т-44М. Він призначений для евакуації аварійних танків із зони дії вогню супротивника. У середині корпусу встановлено лебідку з виведенням 200-метрового троса на корму. Тягач отримав сучасне бульдозерне обладнання для розчищення шляхів та обладнання позицій. МТ-ЛБ – це легкоброньований багатоцільовий тягач використовується для транспортування людей та вантажів, а також в ролі артилерійського тягача. У новій МТ-ЛБ посилили протимінну стійкість балістичного захисту корпусу в місцях розміщення екіпажу. Машина обладнується також антикумулятивним захистом – бортові екрани істотно підвищують захищеність екіпажу і десанту. БРЕМ-84 "Атлет" - броньована ремонтно-евакуаційна машина на базі основного бойового танка Т-84У "Оплот". Вона готує до евакуації і буксирування пошкоджені зразки бронетанкового озброєння і техніки, проводить зварювальні та землерийні роботи, перевозить запасні частини і витратні матеріали масою до 1,5 тон. Oshkosh M1070 – надважкий тягач, який є найбільшим танковим тягачем у світі. Oshkosh M1070 створений та заточений під перевезення надважкої бронетехніки. Експлуатується разом зі спеціальним напівприцепом M1000, який має 40 коліс, що мінімізує тиск на ґрунт і зменшує ймовірність того, що машина застрягне. Тягачі перевозитимуть німецькі САУ Pzh 2000, які важать майже 56 тонн.

В цілому потреба української армії в модернізації броньованих тягачів постійно зростає. Але модернізація радянської бронетехніки, у якої до наших днів не застарів хіба що броньований корпус, є тимчасовим рішенням – поки не буде налагоджено масове серійне виробництво сучасних зразків.

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЕРЖСПЕЦТРАНССЛУЖБИ МЕТОДОМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО РЕЗЕРВУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ**

**Пономаренко Д.А., керівник доц. Щека І.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Завдання забезпечення працездатності автомобільної техніки Державної спеціальної служби транспорту на об'єктах відновлення та будівництва національної транспортної системи дуже актуальне. Пропонується вирішувати це завдання за рахунок застосування методу експлуатаційного резервування заснованого на розробці та використанні ремонтних комплектів. За результатами аналізу відмов автомобільної техніки на об'єктах виконання завдань та аналізу існуючої системи створення, стратегій поповнення та статистичних даних про фактичну витрату запасних частин з комплектів, пропонується методика корегування існуючих ремонтних комплектів. Кількісний склад запасних частин ремонтного комплексу визначається з урахуванням вірогідності відмови (напрацювання на відмову) при експлуатації в несприятливих умовах. Остаточне рішення про необхідну комплектацію ремонтних комплектів може прийняти користувач з врахуванням реальних вимог до надійності автомобільної техніки і обмежень вартості.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ЕКСКАВАТОРА**

**Шевченко Я.І., керівник доц. Щека І.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Екскаватор самохідна землерийна машина для виймання та переміщення ґрунту. Актуально оцінити вплив умов експлуатації на ефективність роботи екскаватора. Розглядаються такі умови експлуатації:

обсяг робіт, глибина і ширина котловану;  
категорія ґрунту, що розробляється;  
вартість перебазування;  
час використання екскаватора протягом зміни.

Категорія ґрунту визначає технічну продуктивність екскаватора, коефіцієнт використання змінного часу визначає змінну продуктивність, глибина і ширина котловану також впливають на змінну продуктивність. Володіючи певною продуктивністю, екскаватор виконує обсяг робіт деякої величини за деякий час. Далі настає момент перебазування, що вимагає певних витрат. Тобто всі досліджувані умови експлуатації, знаходяться у взаємозв'язку. Сукупність цих умов визначає величину питомих приведених витрат. Дослідження доцільно проводити варіюванням окремої умови для різних комбінацій всіх інших умов. В залежно від комбінації цих умов мінімум питомих приведених витрат може належати різним машинам, що дає можливість визначити екскаватори з кращими експлуатаційними показниками.

## **ВПЛИВ ТИПУ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ НА ДИНАМІКУ ЙОГО РУХУ**

**Бачурін А.В., керівник доц. Главацький К.Ц.**

**Український державний університет науки і технологій**

Автомобільний транспорт є одним з найбільш важливих способів переміщення вантажу на наш час, тому дослідження впливу різноманітних факторів в тому числі і

гальмівної системи самого транспортного засобу на його динамічні і економічні якості, буде актуальним доти, доки існує такий спосіб переміщення та транспортування, як автомобільні перевезення. В нашому випадку особливу увагу приділяють гальмівній системі автомобіля.

Різноманіття принципів, технічних, конструктивних і технологічних рішень гальмівних систем і їх конструктивних елементів дає підстави вивчити відомі дослідження у цьому напрямку і продовжувати дослідження стосовно поліпшення параметрів основних і допоміжних елементів конкретної гальмівної системи на рівні принципів рішень, структурних схем, математичного і фізичного моделювання з виходом на поліпшені характеристики гальмівної системи порівняно з її прототипом.

Метою роботи є визначення характеристичних параметрів конструктивних елементів гальмівної системи, що чинять найбільший вплив на динаміку його руху.

Основними задачами роботи вважається дослідження факторів, які впливають на динамічні і економічні показники і які пов'язані з функціонуванням гальмівної системи автомобіля. Аналіз досліджень проведений з метою оптимізації та покращення самої методики оптимізації гальмівної системи з впровадженням ЕОМ. На основі аналізу зроблені висновки та рекомендації щодо подальшого розвитку цієї системи.

### **3D МОДЕЛЬ СТАЦІОНАРНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ПІДЙОМНИКА ДЛЯ ВОДІЯ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ**

**Григоренко О.В. керівник ст. викл. Посмітюха О.П.  
Український державний університет науки і технологій**

На сьогоднішній день в Україні в результаті бойових дій з'явилась велика кількість людей з обмеженими можливостями, що не можуть вільно переміщатись по місту, а використання спецавтомобілів сильно обмежене через їх недостатню кількість. Щоб соціалізувати та дати людині займатись роботою і вести активне життя, можна дообладнати автомобіль системою ручного керування та механізмом пересаджування з крісла на сидіння автомобіля.

Розробка підйомника з електромеханічним приводом для дообладнання автомобіля з ручним керуванням, що дасть можливість людям з обмеженими можливостями соціалізуватись - це важливий крок до створення більш інклюзивного суспільства.

Цей проект полягає в розробці 3D-моделі та статичного розрахунку підйомника з електричним актуатором, який працює від бортової мережі, дозволить людям з обмеженими можливостями самостійно без сторонньої допомоги, легко та безпечно виконувати посадку та висадку з легкового автомобіля.

У даній роботі розглядається процес створення 3D-моделі, та статичного розрахунку переносного підйомника, розрахунку зусиль, що діють на шарніри та складові частини підйомника, а також дослідимо важливість таких проектів для нашої спільноти.

### **ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НАФТОПРОДУКТІВ**

**Медведь В. Ю., керівник ст. викл. Черкудінов В. Е.  
Український державний університет науки і технологій**

Автотранспорт широко використовується при перевезеннях нафтопродуктів з розподільних нафтобаз безпосередньо споживачеві. Найбільш ефективно у районах,

куди неможливо доставити нафтопродукти залізничним або водним шляхами сполучення.

Основне призначення автотранспорту – доставка готових нафтопродуктів з великих нафтобаз на більш дрібні й далі до споживача. Нафтопродукти доставляються автоцистернами і паливозаправниками. На частку автомобільного транспорту припадає близько 20 % перевезень нафтовантажів.

Метою роботи є удосконалення організації транспортного процесу перевезення нафтопродуктів та визначення основних техніко-експлуатаційних показників.

Було поставлено та вирішено наступні завдання: проаналізовано організацію перевезення нафтопродуктів і виконано аналіз техніко-експлуатаційних показників, обґрунтовано вплив різних експлуатаційних факторів на ефективність перевезень.

Для забезпечення більш продуктивної праці та взаємовигідного співробітництва доречно удосконалити систему змішаних перевезень між автомобільним та залізничним транспортом.

В результаті аналізу досліджень, автомобільний транспорт найбільш доцільно використовувати при перевезенні в прямому проходженні в основному на короткі відстані (100..350 км), а для окремих вантажів і на середні відстані, перевезення всередині центрів і сільських районах, підвезення вантажів до залізничних станцій і портів, а також доставка від станцій нафтовантажів одержувачам.

## **S-МОДЕЛЬ КОЛИВАНЬ СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ОСЕЙ КОЛІСНИХ ПАР РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Антонов Д. І., керівник доц. Анофрієв П.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Осі колісних пар є відповідальними деталями залізничного і шахтного рейкового рухомого складу. Для втомних випробувань осей розробляються різноманітні стенди, які реалізують циклічні навантаження. Ефективність досліджень коливань стендів зростає із застосуванням чисельних методів і імітаційних моделей, створених інструментами візуального програмування.

У роботі дано опис двох запропонованих імітаційних моделей коливань ланок випробувального стенду, створених засобами візуального програмування. На основі математичних моделей розроблені імітаційні моделі коливань системи важелів стенду. Імітаційні моделі створені за допомогою інструментів візуального програмування додатка *Simulink*, яке працює під управлінням системи *Matlab*. При моделюванні використані компоненти бібліотек *Simulink*, *SimMechanics* і *DSP System Toolbox*. Виконано порівняльний аналіз запропонованих моделей. За допомогою інструментів візуального програмування *Simulink*, отримано імітаційні моделі коливань стенду, під час сталих і перехідних режимів руху для лінійної постановки завдання.

Запропоновані S-моделі дозволяють автоматизувати і візуалізувати дослідження динаміки руху ланок стенду з метою визначення їх раціональних пружно-масових, кінематичних і динамічних характеристик. Моделювання коливань було виконано з використанням проектних параметрів металоконструкції стенду.

## MERKMALEDES HOCHGESCHWINDIGKEITSSCHIENENVERKEHRS IN SPANIEN

**A.W.Gluskow, Betr. M.L.Smyrnowa**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Das Projekt einer neuen Verbindungsstrecke zwischen Kastilien und Andalusien, die die stagnierende Wirtschaft Südspaniens wiederbeleben sollte, erhielt den Namen NAFA (spanisch für Nuevo Acceso Ferroviario Andalusia – Neue Eisenbahnverbindung mit Andalusien). Die Linie wurde am 14. April 1992 anlässlich der Ausstellung Expo 92 in Sevilla eröffnet. Sieben Tage später, am 21. April 1992, begann der kommerzielle Betrieb der Linie mit Flügen von Madrid nach Sevilla und zurück mit Zwischenstopps in Córdoba, Puertollano und Ciudad Real. Im Oktober 1992 startete RENFE AVE Lanzadera-Züge zwischen Madrid, Puertollano und Ciudad Real.

Am 23. April 1993 erreichte der AVE-Zug der Baureihe 100 bei einer Testfahrt eine Rekordgeschwindigkeit von 356,8 km/h, was 1994 die Umstellung auf den Betrieb der Strecke mit einer Geschwindigkeit von 300 km/h ermöglichte. 1999 begann die Planung der Ausfahrt der AVE-Linie zur Küste der Costa del Sol mit dem Bau der Linie Cordoba - Malaga. Der erste Abschnitt des Baus der europäischen Gleisstrecke von Madrid bis zur französischen Grenze Madrid - Saragossa - Lleida wurde 2003 mit dem Start von AVE-Fernzügen abgeschlossen, die diese Städte am 11. Oktober mit den Städten Jebes, Guadalajara und Calatayud verbinden, 2003. Aufgrund der mangelnden Vorbereitung der Strecke und der Ausrüstung für die Signalanlage in den ersten Jahren war der Verkehr auf der Strecke auf eine Geschwindigkeit von 200 km/h begrenzt. Diese Linie ist die erste in Spanien, die mit Wechselstrom 50 Hz 25 kV elektrifiziert ist.

Ab Dezember 2004 wurden Züge der Serie 104 unter der Marke Avant für Mittelstreckenreisen auf Spaniens Hochgeschwindigkeitsstrecken auf den Strecken Sevilla - Córdoba, Madrid - Ciudad - Real - Puertollano eingeführt (anstelle der AVE-Shuttle-Züge). Der Bau einer 21 km langen Hochgeschwindigkeitsstrecke nach Toledo und die Eröffnung der Avant-Züge im November 2005 ermöglichen es Ihnen, Madrid in 30 Minuten zu erreichen. Im Mai 2006 wurde die Geschwindigkeit der AVE-Züge der Serie 102 auf der Strecke Madrid - Saragossa - Lleida von 200 km/h auf 250 km/h erhöht, dank der Inbetriebnahme von Level 1 des kompatiblen ERTMS-Signalisierungs- und automatischen Zugsteuerungssystems mit den Systemen Frankreichs und des restlichen Europas. Ab dem 17. Oktober desselben Jahres wurde die Geschwindigkeit auf 280 km/h erhöht, im August 2007 auf 300 km/h, um eine Geschwindigkeit von 350 km/h zu erreichen, ist ERTMS der 2. Stufe erforderlich. Am 16. Dezember 2006 wurde der Abschnitt Córdoba – Antequera der künftigen Strecke Madrid – Córdoba – Málaga einschließlich der Bahnhöfe Puente Genil – Herrera und Antequera Santa Ana eröffnet. Dadurch konnte die Fahrzeit des Zuges zwischen Madrid und Algeciras verkürzt und eine neue Strecke nach Granada eröffnet werden. Zwei Tage später wurde der Abschnitt Camp de Tarragona - Lleida der Strecke Madrid - Barcelona bis zur französischen Grenze eröffnet. Am 22. Dezember 2007 wurde die Linie Madrid - Segovia - Valladolid eröffnet, und am nächsten Tag wurde ein Abschnitt der Linie Córdoba - Malaga eröffnet. Die geplante Eröffnung der Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Madrid und Barcelona am 21. Dezember 2007 konnte nicht realisiert werden, daher wurde die Strecke am 20. Februar 2008 eröffnet – die Fahrzeit beträgt 2 Stunden und 38 Minuten. Am 7. Januar 2013 wurde die Linie Barcelona-Girona-Figueres eröffnet. Dadurch wurde es möglich, das spanische Hochgeschwindigkeitszugnetz mit dem französischen TGV-Hochgeschwindigkeitszugnetz zu verbinden.

## **TRANSPORT IN DEUTSCHLAND**

**K.V. Osadtschy, Betr. M.L. Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Der Verkehr in Deutschland wird ständig modernisiert. Es gilt als das am weitesten entwickelte unter den europäischen Ländern. Die führende Position nimmt der Straßenverkehr ein. Trotz der hohen Benzin- und Dieselpreise gilt das Auto als beliebtestes Verkehrsmittel.

Alle Marktbeziehungen implizieren die Nutzung des Transports, da dies zu einer Steigerung des Handelsumfangs beiträgt. In der Antike war der Rhein das Hauptverkehrssystem in Deutschland. Der moderne Verkehr des Landes ist ein intersektoraler Komplex.

Die wichtigsten Verkehrsträger in Deutschland: Wasser, Automobil, Eisenbahn, Luft. Ein anderer Typ ist das Rohrleitungssystem. Aber es macht etwa 4 % des deutschen Frachturnschlags aus.

Ende des 20. Jahrhunderts verfügte Deutschland bereits über ein gut ausgebautes Straßennetz von fast 13.000 km Autobahnen und mehr als 40.000 km Bundesstraßen. Damals stellte der Verkehrsfluss bis zu 90 % des Personen- und 60 % des Güterverkehrs im Land bereit. Die Gesamtzahl der Fahrzeuge nähert sich derzeit der 60-Millionen-Einheit. In den meisten Städten ist es Fahrzeugen verboten, in die zentralen Bereiche einzufahren.

Bis jetzt bleibt das Hauptproblem mit den Parkplätzen. Interessanterweise hat die Regierung Parkplätze für behinderte Fahrer sowie für von Frauen gefahrene Autos bereitgestellt. Die Höchstgeschwindigkeit auf deutschen Straßen beträgt 100 km / h. In Siedlungen - 50 km / h und auf Autobahnen gibt es keine Einschränkungen (empfohlen werden jedoch 130 km / h).

Der erste Bahnverkehr wurde 1935 in Bayern eröffnet. Zweimal täglich lieferte die Dampflok Fracht mit Fahrgästen von Fürth nach Nürnberg. Jetzt beträgt die Länge der deutschen Eisenbahn ca. 44.000 km. Das Land liegt bei diesem Indikator weltweit an sechster Stelle. Etwa 50 % der Bahnstraßen sind elektrifiziert.

Die Deutsche Bundesbahn (DB) gilt als Spitzenreiter unter den Transportunternehmen. Er vereinigte die Autobahnen des Westens und des Ostens. Der Konzern besteht aus drei Geschäftsbereichen: Personenverkehr - Mobilität; Wartung von Infrastruktur und Diensten - Netzwerke; Logistik und Güterverkehr – Logistik.

Ein wichtiger Teil des Schienenverkehrs des Landes konzentriert sich auf den Personenverkehr. Jetzt haben ICE-Hochgeschwindigkeitszüge begonnen, sich aktiv zu entwickeln. Der Fahrpreis ist recht hoch, er beträgt 0,41 Euro/km in einem Wagen der 1. Klasse, 0,27 Euro/km in einem Wagen der 2. Klasse. Für touristische Strecken sind mehrere Linien mit Retro-Wagen und Lokomotiven erhalten geblieben.

### *ПІДСЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА»*

#### **АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ЗНИЖЕННЯ ВІСЬОВИХ СИЛ НА СТАНАХ ХПТ**

**Мозолевський Д.Д., керівник Сьомічев А.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Аналіз можливостей зниження вісьових сил на станах ХПТ.

Існуючі уявлення про вісьові сили засновані на експериментальних дослідженнях, мають емпіричний характер і не дають можливості провести розрахунок з урахуванням комплексу факторів, що впливають на параметри холодної пільгерної прокатки труб. Найбільше впливає режим деформування і сили тертя, що залежать від швидкості течії металу відносно інструменту. Однак існуючі закономірності для визначення вісьових

сил не враховують режим деформування та не дають можливості провести розрахунок, якщо умови прокатки відрізняються від умов, за яких встановлювався зв'язок між факторами впливу на процес прокатки. Наслідком високого рівня вісьових сил є гофроутворення, стикування, врізання торців, вигин стрижня оправки, а також поломка деталей обладнання. Суттєво зменшити вісьові сили можливо лише за умов використання ефективних механізмів приводу з можливістю регулювання швидкості обертання валків.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ ПРИ НАДЗВУКОВИХ УДАРАХ ЧАСТИНОК, ПРИСКОРЕНИХ ПОВІТРЯМ**

**Рибін В.С., керівник доц. Каряченко Н.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

У машинобудівній галузі при ремонті деталей машин і верстатів використовують технологію по нанесенню металевих покриттів за рахунок надзвуків ударів металевих частинок на сам виріб. Використання цього методу дозволяє відновити ресурси підшипників машин і уникнути складної процедури по його повній перезаливці або заміні.

Відновлення посадкового місця підшипника за допомогою спеціального обладнання дає змогу полегшити стандартну технологію ремонту. Технологія дозволяє наносити високоефективні алюмінієві, бабітові, цинкові, нікелєві та мідні покриття зі збільшеною адгезією та зменшеною пористістю будь-якої товщини. Покриття наносять безпосередньо на необхідну поверхню, цей процес уніфікується через те, що покриття може наноситися на будь-який метал, з якого виготовлені щити підшипників. Крім цього, ефективне використання технології та спеціального обладнання запобігає «схоплюванню» у силовому різьбовому з'єднанні, наприклад, у насосно-компресорній трубі, для захисту від високотемпературних корозій та ін.

Технологія формування металевих покриттів при надзвуків ударах частинок, прискорених повітрям, отримала назву ДІМЕТ. Таку саму назву має і обладнання, за допомогою якого такі покриття можна наносити. Покриття, що створюються таким способом, мають хороші експлуатаційні властивості: високу адгезію (40 – 60 МПа), низьку пористість (1 – 3 %) і необмежену товщину. Однією з ключових особливостей технології є відсутність значного нагріву виробів, що обробляються – деталі в зоні нанесення покриттів не нагріваються вище 100-150 ° С, тобто не виникають деформації та напруження. Спектр матеріалів, що наносяться, включає: алюміній, цинк, мідь, нікель, олово, свинець, бабіти. В даний час технологія ДІМЕТ знайшла застосування в ремонтних та виробничих процесах на підприємствах машинобудування, металургії, аерокосмічної та нафтогазової промисловості, суднобудування, атомної енергетики, електротехнічної промисловості, точного приладобудування, автомобілебудування та авторемонту та інших галузей. Використання цього обладнання дає значний економічний ефект та сприяє заощадженню матеріальних та енергетичних ресурсів.

## **ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ЛЕГКИХ ТОНКОСТІННИХ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Мозолєвський Д.Д., керівник доц. Каряченко Н.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

В Україні зароджується нова галузь будівельної індустрії, де представлено розробку, виготовлення та монтаж конструкцій із застосуванням тонкостінних гнутих профілів з оцинкованої сталі. Завдяки введенню в будівельну індустрію

машинобудівних методів, які відкрили нові можливості щодо підвищення якості та точності будівництва, зниження витрат та скорочення термінів, забезпечена висока ефективність цієї технології, що дозволило перенести більшу частину будівельних проблем у заводські умови. Завдяки цьому обсяг робіт на будівельному майданчику скорочується до мінімуму, а відповідно різко зростає швидкість будівництва без шкоди для якості.

Споруди, засновані на технології легких тонкостінних сталевих конструкцій – це збірно-розбірні споруди, що складаються з таких основних елементів як: фундамент та металевий каркас, а також інженерні комунікації. Фундамент – це основа будь-якої будови та будівлі. Від міцності фундаменту залежить довговічність та надійність усієї споруди. Однією з особливостей будівництва будівель з легких тонкостінних сталевих конструкцій є закладка фундаменту. Завдяки дрібно заглибленому фундаменту заощаджуються гроші. Металевий каркас – остов будівлі складається з будівельних металоконструкцій. Він являє собою набір паралельних плоских металевих рам, об'єднаних металевими поздовжніми і горизонтальними зв'язками. Можливість розміщувати комунікації всередині каркасних стін та перекриттів дозволяють архітекторам максимально використовувати внутрішній простір, створювати оригінальні планування. Основними елементами легких тонкостінних сталевих конструкцій є: тонкі сталеві оцинковані профілі, утеплювачі (мінераловолокнисті плити або пінопласти), гіпсокартонні, гіпсоволокнисті або цементно-стружкові листи.

## **СКЛАДАННЯ ТА МОНТАЖ ЛЕГКИХ ТОНКОСТІННИХ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Лисенко Д.О., керівник доц. Каряченко Н.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Технологія метало-каркасного будівництва дозволяє ефективно розв'язати проблему відновлення та реконструкції існуючого фонду житла. Усі переваги нової технології будівництва – результат комплексного підходу до будівництва – від проекту до здавання об'єктів "під ключ". Швидкість зведення споруди та економія трудовитрат у співвідношенні з якістю будівель, що швидко зводяться, дають такий результат, який недосяжний при використанні традиційних способів будівництва.

При використанні системи у будівництві можна виділити три основні способи виготовлення та монтажу конструкцій за ступенем завершеності (готовності) конструктивних елементів: 1) складання на будівельному майданчику, куди елементи будівлі доставляються у вигляді нарізаних із маркованих профілів; 2) "міні-завод" на будівельному майданчику; 3) повна заводська готовність панелей. Монтаж будівель дуже швидкий, якість складання панелей гарантована технологією конвеєрного "автомобільного" виробництва. Проблеми логістики, транспортування, застосування вантажопідйомних механізмів повинні бути враховані під час будівельного планування. Процес складання простий і швидкий, не вимагає висококваліфікованих монтажників, оскільки нагадує процес складання дитячого конструктора.

## THE USAGE OF ENERGY-SAVING LAMPS

**Oleksandra Chernyavska, research supervisor PhD, Assos. Professor Andrii Pularia, language supervisor PhD, Assos. Professor Iryna Koliieva**  
**Ukrainian State University of Science and Technologies**

Today, the issue of energy saving is very relevant, because we can not only save our own money, but also electricity resources. An effective way to save money is to install energy-saving lamps.

There are the following types of lamps: light bulb or incandescent lamp; halogen lamps; xenon lamps; luminescent (fluorescent) lamp; LED lamps.

**Incandescent lamps** use the heating effect of the filament when an electric current flows through it. The main advantages of such a light bulb are simplicity, low price, and the disadvantages are rapid heating, short service life, and fragility.

A **halogen lamp** is an incandescent lamp with buffer gas added to its cylinder. The electric current that passes through the incandescent body heats it to a high temperature. As it heats up, the incandescent body begins to glow. The so-called IRC-halogen lamps are a new direction in the development of lamps. A special coating is applied to the bulb of such lamps, which transmits visible light, but traps infrared (thermal) radiation and reflects it in the opposite direction, towards the spiral. Due to this, heat loss is reduced and, as a result, the efficiency of the lamp increases. The main advantages are a low price, a relatively low level of energy consumption, and the disadvantages are a short operational period, strong heating, sensitivity to vibration.

A **xenon lamp** is a high-pressure gas-discharge lamp filled with xenon, which emits practically white light and is used in lighting installations to illuminate large open spaces. Such lamps are used in car headlights. The main advantages are a service life of up to 4,000 hours, such lamps do not overheat and are not afraid of vibration, the xenon light is very bright, and the disadvantages are high price, high energy consumption, it cannot be used on fog lights.

A **fluorescent lamp** is a gas-discharge light source, the luminous flux of which is mainly determined by the glow of phosphors under the influence of ultraviolet radiation of an electric discharge in mercury vapor. Its main advantages are increased economy compared to traditional incandescent bulbs, high light output, which allows you to illuminate large areas, a long service life, they are not subject to strong heating, and the disadvantages are that the mercury contained in the bulb is a dangerous substance, over time the properties of the phosphor are lost and its efficiency drops, there is a stroboscopic effect, which is very harmful to vision.

**LED lamps** are a set of LEDs and a power circuit for converting mains energy into low-voltage direct current. They are used for household, industrial and street lighting. *DIP* is the first and most popular type of LEDs today. It is used mainly in light boards, in various holiday light decorations. *SLED* – these LEDs have a similar design as their predecessors. The main difference is the presence of four contacts instead of two. This design is currently the most common in lighting and is used in almost all types of light sources.

## **ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА**

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ НА ВСІХ ЕТАПАХ ЇХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ В КОНТЕКСТІ ІV ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ (CALS-ТЕХНОЛОГІЇ)**

**Марченко Б.В., Кучеренко М.М., Чечельник О.В., керівник проф. Анісімов В.М.  
Український державний університет науки і технологій**

Сучасний розвиток світової економіки характеризується підсиленням конкуренції і становить перед промисловцями у якості основної задачі економію матеріально-технічних, інтелектуальних, інформаційних та ін. ресурсів, які використовуються для реалізації виробничих програм на всіх стадіях життєвого циклу виробів від розробки до утилізації. Від ефективного використання ресурсів залежить не тільки рентабельність і конкурентоспроможність машинобудівного підприємства, але й швидкість випуску нової продукції на ринок, що є визначальним у досягненні конкурентної переваги. Однією із таких стратегій у світі є CALS – технологія, яка дозволяє побудувати бізнес-процеси так, щоб виробничий ланцюжок був гнучким і мав прозору і чітку структуру. Знання сукупності методів і засобів CALS – технології дають можливість організувати паралельне проектування, широкомасштабну кооперацію, раціональну спеціалізацію, стандартизацію проектної, виробничої та експлуатаційної документації.

Особливе місце в системі життєвого циклу товарів і виробів відводиться системам автоматизованого проектування та інженерного аналізу з використанням методів обчислювальної математики, статистики, програмування, штучного інтелекту тощо (наприклад спеціалізовані додатки CAD/CAM/CAE).

Автоматизація проектування стала необхідною складовою підготовки майбутніх інженерів з технології машинобудування в Українському державному університеті науки і технологій. Студенти отримують практичні знання за дисциплінами, серед яких: «Індустрія 4.0: Інтегровані технології у машинобудуванні», «Інформаційно-вимірювальні й керуючі системи в машинобудуванні», «Технологічні процеси з використанням систем автоматизованого проектування» та ін., що дає можливість їм успішно інтегруватись у виробничий процес.

### **УНІВЕРСАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ВИМІРЮВАННЯ ЗУСИЛЬ РІЗАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ**

**Яковенко О.П., керівник проф. Анісімов В.М.  
Український державний університет науки і технологій**

Зусилля різання, які виникають в процесі механічного оброблення, є визначальними параметрами процесу різання. Від їх значень залежать величини навантаження на елементи технологічної системи, ефективна потужність, температура в зоні різання, інтенсивність зношування інструмента, рівень вібрацій, точність і якість обробленої поверхні. Крім того, зусилля різання є вихідними даними при розрахунках на міцність і жорсткість різальних інструментів, елементів технологічного оснащення, вузлів і деталей металорізальних верстатів. Тому знання величин зусилля різання, які виникають під час оброблення, вміння їх вимірювати в реальному часі, є актуальним і має велике практичне значення.

Проаналізовано основні шляхи визначення зусилля різання: теоретичний, безпосередній. Надана оцінка гідравлічним, механічним та електричним приладам вимірювання (індуктивним, магнітопружним, п'єзоелектричним), відзначено їх

позитивні якості та недоліки. Встановлено, що найбільш перспективним для подальшого використання є електричний тензометричний динамометр. Тому за основу було взято універсальний тензометричний динамометр СУР 600, за допомогою якого можна одночасно вимірювати три взаємоперпендикулярні складові зусилля різання, а також крутний момент. Сигнал від тензодатчиків підсилюється за допомогою спеціально сконструйованого багатокаскадного тензометричного підсилювача, фіксується аналогово-цифровим перетворювачем і передається до комп'ютера, де із сигналу формуються таблиці даних, а отримані результати обробляються за допомогою MathCAD статистичними методами.

Таким чином, в результаті проведеної роботи створено чотириканальний комплекс по вимірюванню зусиль різання динамічних процесів в реальному часі, який можна рекомендувати для проведення лабораторних і науково-дослідних робіт на кафедрі технології машинобудування Українського державного університету науки і технологій.

### **РІЗАННЯ З ОБМЕЖЕНИМ ВИКОРИСТАННЯМ МОТС ПРИ ШЛІФУВАННІ**

**Кривуля Д.С., керівник доц. Негруб С.Л.  
Український державний університет науки і технологій**

У процесі механічної обробки поверхневі шари заготовки та інструменту знаходяться в стані активного фізико-хімічної взаємодії з навколишнім повітряним або штучним середовищем, що вводиться в зону обробки у вигляді так званих МОТС. Високі експлуатаційні витрати на МОТС є однією з основних причин відмови від її використання на металорізальних верстатах. Другою не менш важливою в сучасних умовах причиною відмови є всі зростаючі вимоги до екологічної та медичної безпеки експлуатації усіх видів виробничого устаткування. Альтернативами процесу різання на верстатах з рясним використанням МОТС є «сухе» різання з мінімальним використанням мастильних матеріалів. Воно викликає наклеп при обробці ряду матеріалів, не дозволяє добитися високої якості поверхні при чистовій обробці, тому з'явилося різання з мінімальним використанням змащувальної речовини MMS (Minimal mengen Schmierung). За даними фірм капітальні витрати при використанні MMS на верстатах на 21,3% менше, ніж при звичайній подачі МОТС, оскільки відсутні установки для очищення стружки, для підготовки та подачі МОТС. Важливо, що застосування MMS дозволяє підвищити швидкість різання і робочу подачу без зниження стійкості інструментів. Застосування централізованої системи підготовки МОТС з використанням проточних або роторних гідродинамічних кавітаторів забезпечує тривале та ефективне використання МОТС в процесах металообробки. Застосування індивідуальної системи підготовки МОТС на шліфувальних верстатах, з використанням запропонованого модуля, що забезпечує інтенсифікацію хіміко-фізичних процесів, що відбуваються в МОТС, сприяє активній очищенню поверхні абразивного елемента від засолювання, покращує умови правки шліфувального круга, підвищує охолоджувальне, змазує, змочувальну та інші впливи при різанні, що в цілому призводить до підвищення продуктивності, якості обробки і стійкості ріжучого інструменту.

## **РОЗГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ВІБРАЦІЙНО-АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ РОБОЧОГО КОЛЕСА З АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ**

**Петренко Б.О., Негруб М.С., керівник доц. Негруб С.Л.  
Український державний університет науки і технологій**

Розв'язання проблеми підвищення економічної ефективності процесів абразивної обробки великої кількості деталей з поверхнями складних форм являється актуальною задачею та важливим для машинобудування України. Підвищення продуктивності та ефективності процесів фінішної абразивної обробки можливо за рахунок використання можливостей вібраційно-абразивної обробки (ВіАО). Аналіз показав, що процеси ВіАО широко досліджувались різними колективами авторів: досліджувались конструкції та їх переваги у різних вібраційних контейнерів, форми та склад гранул – робочих тіл та результати обробки – параметри шорсткості для різних матеріалів. Більш ефективним методом обробки металевих деталей з габаритними розмірами до 300 мм є ВіАО. Процес виконується в контейнерах, що містять суміш робочих тіл (абразивних гранул) та оброблюваних деталей. Коливання контейнера призводять до циркуляції робочої суміші з гранул і деталей, в результаті чого видаляються задирки і знижується висота мікронерівностей на оброблених поверхнях. Перевагою даного методу обробки є отримання радіусних кромek, а також придатність до деталей будь-якої форми і складності геометрії. Так літературні джерела рекомендують використовувати для алюмінієвих деталей гранули на полімерній зв'язці RKV25K. Обробка рекомендується виконувати протягом 40 хвилин з проміжними вимірами радіусів оброблених кромek профілографом Hommelwerke T8000. Для досягнення відповідних результатів пропонується застосувати ці пропозиції у технологічному процесі виготовлення робочого колеса відцентрового насоса з ВАЛ10

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ГЛУХИХ ШПОНКОВИХ ПАЗІВ НА ВАЛАХ**

**Кропив'янський Є.С., керівник ст. викл. Карабут В.М.  
Український державний університет науки і технологій**

При обробці глухих шпонкових пазів на валах на горизонтально-фрезерних, вертикально-фрезерних та універсально-фрезерних верстатах за допомогою кінцевих фрез виникають:

- а) налагоджувальні несприятливі чинники: кінцева фреза встановлена зі зміщенням щодо осі деталі;
- б) технологічні несприятливі чинники: не забезпечується отримання точності за шириною шпонкового пазу.

У зв'язку із виникненням цих несприятливих чинників виникають труднощі із забезпеченням точності шпонкових з'єднань.

Мета роботи: вивчення методів обробки глухих шпонкових пазів на валах, вибір більш точної конструкції та високої продуктивності ріжучого інструменту згідно креслення деталі.

Проведено аналіз методів обробки глухих шпонкових пазів на валах. Вибрано більш точний та продуктивний метод обробки глухих шпонкових пазів на валах – метод маятникової подачі. Вибір, якого залежить від конструктивних параметрів (конфігурація шпонкового паза, ширина паза) і технічних вимог (точність і шорсткість шпонкового паза, марка матеріалу, що обробляється) креслення деталі.

У проєктованому технологічному процесі передбачена шпонково-фрезерна операція, на якій шпонковою фрезою буде оброблений глухий шпонковий паз на валу відповідно до вимог креслення.

Висновок: в результаті аналізу розглянутих методів обробки глухих шпонкових пазів на валах обраний – метод маятникової подачі, який використовується в шпонково-фрезерному верстаті за допомогою шпонкової фрези, обраної згідно з кресленням деталі та запропонованої для обробки шпонкового паза на шпонково-фрезерній операції в проєктованому технологічному процесі.

## **ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ПРИЧІПНОГО ВУЗЛА В ДРІБНОСЕРІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Карманов Б.В., керівник к.т.н., ас. Бондаренко С.В.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Тенденції розвитку сфери механічної обробки деталей пов'язані зі спрямованим забезпеченням отримання максимального результату з мінімальними витратами. При цьому головним фактором є врахування того, що експлуатаційні властивості виробів, виражені через показники їх якості, технологічно успадковуються від попередніх операцій до наступних. Таким чином розробка нових технологічних процесів обробки або їх вдосконалення повинна забезпечувати зниження витрат на виробництво корпусу деталей з одночасним підвищенням або збереженням їх якості.

Спираючись на вищенаведене в даній роботі розглянуто питання розробки технологічного процесу виготовлення корпусу причіпного вузла, який є складовою одиницею причіпного вузла і служить для забезпечення рухомого з'єднання корпусу тролейбуса з причепом. Корпусні деталі мають основні базуючі поверхні, як правило, у вигляді площин, якими вони приєднуються до станини і інших корпусів. Розробка технологічного процесу виконувалась з врахуванням сучасного стану розвитку технологій обробки деталей та сучасних підходів.

## **ПРОЄКТУВАННЯ ТА СКЛАДАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ У СИСТЕМІ SOLIDWORKS МЕТОДОМ ЗГОРИ ДОНИЗУ**

**Карпенко А.Р., керівник ст. викл. Бончук С.В.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Складання у системі SolidWorks можливо створювати, використовуючи проєктування знизу вгору, проєктування згори донизу або комбінацію цих методів.

Традиційним є метод проєктування знизу нагору. Спершу моделюються деталі, потім поступово їх вставляють у дерево складання та застосовують сполучення для розташування цих деталей в загальному складанні. Щоб змінити деталі, необхідно редагувати їх окремо. Потім ці зміни можна переглянути у загальному складанні. Проєктування знизу нагору є ефективним для заздалегідь сконструйованих деталей або стандартних пристроїв.

У проєктуванні зверху донизу форми, розміри та розташування деталей можуть бути задані в самому складанні на етапі проєктування та розробки. Наприклад, спроектуємо пристосування для закріплення корпусу гідророзподільника. Проєкт конструкції пристосування буде створено в ескізі компоновки, складовими якого є плита, планки, опора та інші компоненти пристосування. Тривимірні деталі складання створюються відповідно до цього ескізу за допомогою функції перетворення об'єктів. При переміщенні або зміні розміру елементів SolidWorks автоматично переміщує або змінює розміри тривимірних компонентів у складанні. Швидкодія та гнучкість ескізу

компонування дозволяє проаналізувати кілька варіантів проекту перед побудовою остаточної тривимірної моделі та вибрати раціональну конструкцію.

Перевага складання згори донизу полягає в тому, що проектування відбувається у двовимірній або тривимірній системах, деталі та компоненти зумовлені асоціативними зв'язками або загальними розмірами складання, а внесення змін до проекту не потребує послідовних змін усіх деталей. Деталі знають, як провести оновлення на основі того, як вони були створені або змінені у загальному складанні.

## **ANALYSE VON STAHLBETONBRÜCKEN: VON DER PLANUNG BIS ZUR NUTZUNG**

**I.M. Stortscheus, Betr. M.L. Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Die Aufgabe, die Ressource Brücken zu bewerten, wie in der Phase Design und im Betrieb - wurde in der Theorie der Strukturen immer am wenigsten und andererseits am meisten untersucht. Angesichts der sehr begrenzten Finanzierung des derzeitigen Systems sollte die strategische Planung der Industriefinanzierung heute auf der realistischsten Prognose des technischen Zustands der Brücke basieren.

Stahlbetonbrücken sind wichtige Elemente der Verkehrsinfrastruktur, daher ist die Analyse ihrer Konstruktionen ein wichtiger Schritt zur Sicherstellung der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Straßenverkehrs.

Der Prozess der Planung von Stahlbetonbrücken hat zum Ziel, Brücken zu schaffen, die den Anforderungen von Sicherheits- und Zuverlässigkeitsstandards entsprechen. Die Phasen der Planung von Stahlbetonbrücken umfassen die Berechnung von Lasten, die Entwicklung von konstruktiven Lösungen und die Auswahl optimaler Materialien.

Beim Bau von Stahlbetonbrücken ist es wichtig, die Anforderungen der Bauverfahrenstechnik zu beachten, um die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der Konstruktionen zu gewährleisten. Nach dem Bau einer Stahlbetonbrücke werden Tests durchgeführt, um die Einhaltung der Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit zu überprüfen.

Die Nutzung einer Stahlbetonbrücke erfordert regelmäßige Überprüfungen und Reparaturen, um ihre Sicherheit und Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Zur effektiven Verwaltung von Stahlbetonbrücken werden Überwachungs- und Diagnosesysteme eingesetzt, die Schäden und Risiken von Konstruktionsfehlern rechtzeitig erkennen können.

Der Zustand einer Stahlbetonbrücke sollte regelmäßig analysiert werden, um Schäden zu identifizieren und Entscheidungen über Reparatur- oder Modernisierungsmaßnahmen zu treffen. Bei der Identifizierung von Schäden oder Risiken müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stahlbetonbrücke zu gewährleisten.

Die Analyse von Stahlbetonbrücken erfordert ein hohes Maß an Fachwissen und Erfahrung, daher ist es wichtig, dass qualifizierte Fachleute in Planung, Bau und Wartung von Brücken eingesetzt werden.

## **МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**

### *ПІДСЕКЦІЯ «ПРИКЛАДНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»*

#### **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТА РАЦІОНАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛОКОМОТИВНИХ БАНДАЖІВ**

**Голуб А.В., керівник проф. Узлов К.І.**

**Український державний університет науки та технологій**

Широке впровадження восьми-вісних електровозів на магістральних лініях і дванадцяти-вісних тягових агрегатів з навантаженням від вісі на рейку 304 кН на кар'єрному транспорті, підвищення ступеню використання локомотивів спонукали передумови для підвищення інтенсивності зносу бандажів. Тому, у якості об'єкта аналізу були обрані процеси структуроутворення при термічному зміцненні об'ємним гартуванням вуглецевих та мікролегованих бандажних сталей та їх вплив на властивості і експлуатаційні характеристики залізничних бандажів.

В роботі ретельно досліджена технологія виробництва залізничних бандажів в умовах кільце-бандажної лінії ПАТ НТЗ. Вона складається з наступних промислових процедур: надрізання і ламання вилки на вихідні заготовки, огляд і ремонт заготовок, нагрівання заготовки в кільцевій печі, гідро збив окалини, ковка, зважування, штамповка та закрита прошивка, прошивка, прокатка, маркування, гаряча правка, термічна обробка (гартування з відпуском, нормалізація), неруйнівний контроль (твердість, УЗК), відбір проб та проведення здавальних випробувань, огляд та вимірювання, складування та відвантаження.

Проведена загальна оцінка надійності рухомого складу, аналіз причин пошкоджень деталей тягового рухомого складу, фізичних основ руйнування та процесу його гальмування, трибоніки залізничного бандажу. Визначені перспективні технологічні заходи підвищення зносостійкості та експлуатаційної довговічності локомотивних бандажів.

Встановлено, що до найбільш ефективних методів підвищення довговічності бандажів слід віднести зміцнення гребню та поверхні кочення гартуванням, яке забезпечує рівномірність механічних характеристик за перетином бандажу. Для забезпечення підвищеної зносостійкості та експлуатаційної надійності слід обов'язково враховувати нечутливість матеріалу до таких негативних явищ як тріщиноутворення, втомлюваність, вторинні фазові перетворення, що обумовлюють формування небезпечних «аномальних» білих зон. Розглянуті вище явища напряму залежать від вихідних хімічного складу, структурного стану матеріалу виробів та, як наслідок, його механічних властивостей.

#### **ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ МАРКИ СТАЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РІЗЦІВ ВІДРІЗНИХ ДЛЯ ВИСОКИХ ШВИДКОСТЕЙ РІЗАННЯ**

**Заболотня Д.П., керівники доц. Аюпова Т.А., доц. Гребенєва А.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Розглянуто типи, конструкцію, умови експлуатації різців, причини втрати їхньої працездатності та основні вимоги до них: теплостійкість, зносостійкість, міцність, твердість, яка визначає стійкість металу до стирання.

Вивчено основні етапи виготовлення різців відрізних. Опрацьовано хімічний склад сталей, що застосовуються для виготовлення цих виробів та механічні властивості швидкорізальних сталей підвищеної теплостійкості.

Методом порівняльного аналізу комплексу механічних, технологічних властивостей та розрахунку відносної вартості сталі встановили, що найефективнішим матеріалом для виготовлення відрізних різців для високих швидкостей різання, є швидкорізальна сталь Р6М5К5.

Встановлені основні принципи легування сталі Р6М5К5: хімічний склад швидкорізальної сталі Р6М5К5 встановлений таким чином, щоб забезпечити максимальну теплостійкість, для цього у сталь вводять карбідоутворювачі вольфрам, хром, ванадій, кобальт. Вольфрам утворює в сталі карбід  $Me_6C$ , хром –  $Me_{23}C_6$ , а ванадій – карбід  $MeC$ , які при аустенізації частково переходять до твердого розчину, забезпечуючи отримання після гартування легованого вольфрамом та хромом мартенситу. Ці легуючі елементи, утруднюють розпад мартенситу при нагріві, забезпечуючи необхідну теплостійкість. Частина карбідів  $Me_6C$ , що не розчинилася, приводить до підвищення зносостійкості сталі. Кобальт найзначніше підвищує теплостійкість (до  $645...650^{\circ}C$ ) та вторинну твердість ( $67...70HRC$ ). Крім того, кобальт підвищує теплопровідність сталі. Вплив кобальту у швидкорізальних сталях достатньо складний, він відрізняється від впливу інших елементів:

- кобальт посилює стійкість твердого розчину проти знеміцнення при нагріві, підвищуючи температуру  $\alpha \rightarrow \gamma$  перетворення;
- уповільнює сфероїдизацію карбідних часток, що виділяються з мартенситу, це підвищує теплостійкість, проте знижує міцність та в'язкість;
- визиває виділення з мартенситу при відпуску поряд з карбідами також і невеликих кількостей інтерметаліду  $(Co,Fe)_7W_6$  та  $(Co,Fe)_7W_6$ . Зменшення концентрації вольфраму в мартенситі, що відбувається в цьому випадку, підвищує теплопровідність, вторинну твердість, проте знижує міцність та в'язкість;

Проведено аналіз ізотермічної діаграми розпаду переохолодженого аустеніту сталі Р6М5К5. Встановлене розділення областей перлітного та бейнітного перетворень за рахунок наявності у складі сталі карбідоутворювачів – вольфраму, хрому та ванадію. Спостерігається утворення області підвищеної стійкості аустеніту між першою та другою сходинками перетворення аустеніту. Температура початку мартенситного перетворення  $M_n$  для сталі Р6М5К5 дещо підвищується за рахунок наявності у складі сталі кобальту і складає  $180^{\circ}C$ .

Для сталі Р6М5К5 пропонується термічна обробка, яка складається з попередньої, яка проводиться з метою пом'якшення сталі перед обробкою тиском ( сфероїдизуючий відпал при  $820...860^{\circ}C$  з додатковою витримкою при  $720...750^{\circ}C$ ), та завершальної обробки, метою якої є отримання необхідного рівня теплостійкості та твердості (загартування з  $1220-1240^{\circ}C$  в олії до  $500^{\circ}C$ , дали на повітрі, та трикратний відпуск при  $560^{\circ}C$ , що забезпечує високий рівень механічних та експлуатаційних властивостей, зокрема твердості більшої за  $65-66HRC$  та теплостійкості при  $640^{\circ}C$   $58HRC$ ).

В результаті загартування на мартенсит та трикратного відпуску в сталі Р6М5К5 формується структура, яка характеризується наявністю мартенситу відпуску, дрібнодисперсними рівномірно розподіленими карбідами та вмістом залишкового аустеніту в межах  $1...2\%$ .

**ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ МАРКИ СТАЛІ ТА РЕЖИМУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ  
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КАЛІБРІВ ДЛЯ ПРОКАТКИ ТРУБ**  
Стрільцов О.О., керівники доц. Гребенєва А.В., доц. Аюпова Т.А.  
Український державний університет науки і технологій

Розглянуто умови роботи та вимоги, що пред'являються до калібрів для прокатки труб; способи отримання калібрів; хімічний склад сталей, що застосовується для виготовлення цих виробів, а також механічні та експлуатаційні властивості сталей.

Найбільш відповідним матеріалом для виготовлення калібрів для станів холодної прокатки труб є сталь марки 60С2ХФА. По своїм механічним та експлуатаційним властивостям вона перевершує інші розглянуті сталі, що застосовуються для виготовлення калібрів.

У вихідному стані структура сталі марки 60С2ХФА складається з пластинчастого перліту, в якому видно зерна фериту. У відпаленому стані структура сталі складається з зернистого перліту, групи часток цементиту та цементітних пластин. Твердість сталі після відпалу складає 199 НV.

Проведено аналіз ізотермічної діаграми розпаду переохолодженого аустеніту для сталі марки 60С2ХФА. Встановлено, що легуючі елементи сталі марки 60С2ХФА сприяють розділенню С-образної кривої на дві області: перлітну та бейнітну. Область підвищеної стійкості переохолодженого аустеніту між областями перлітного та бейнітного перетворень відсутня. Легуючі елементи, які присутні в сталі забезпечують зсув С-подібної кривої вліво сприяють частковому розділенню областей перлітного та бейнітного перетворень і знижують температуру початку мартенситного перетворення. Аналіз діаграми свідчить про те, що температурний інтервал перлітного перетворення становит 550-790°C, інтервал проміжного перетворення становить 270-550°C. Температура Мп (температура початку мартенситного перетворення) складає 270°C.

Для калібрів для станів холодної прокатки труб зі сталі марки 60С2ХФА визначено оптимальний режим термічної обробки – ізотермічне гартування за режимом: аустенітизація при температурі 880-900°C та ізотермічна витримка при температурі 320°C, що забезпечує високий рівень механічних та експлуатаційних властивостей.

Використання сталі 60С2ХФА зі структурою нижнього бейніту в якості матеріалу для виготовлення калібрів для станів холодної прокатки труб дозволило збільшити їх довговічність, скоротити час на ремонт і переналадку устаткування, збільшити його продуктивність.

**ВИБІР МАРКИ СТАЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ  
ВИГОТОВЛЕННЯ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ**  
Тур Д.О., керівники доц. Аюпова Т.А., доц. Носко О.А.  
Український державний університет науки і технологій

Підшипники є відповідальними деталями машин та механізмів. Вони багато в чому визначають точність та продуктивність металорізальних станків, надійність електродвигунів, економічність, якість автомобілів, тракторів, вагонів і т.д.

Корозійностійкі підшипники використовуються у хімічно активних середовищах. Випускаються підшипники з деталями з нержавіючої сталі, які здатні працювати у агресивних середовищах. Ці підшипники за конструкцією звичайно не відрізняються від підшипників зі сталі ШХ15, проте хімічний склад сталей, з яких вони виготовляються якісно відрізняється. Окрім високої твердості, зносостійкості,

довговічності, втомної стійкості, високого опору контактній втомі ці сталі повинні володіти корозійною стійкістю.

Розглянуто конструкцію, умови експлуатації підшипників кочення, причини втрати їхньої працездатності та основні критерії працездатності корозійностійкого підшипника кочення: зносостійкість поверхонь кочення, опір пластичним деформаціям, довговічність підшипника, корозійна стійкість матеріалу підшипника. Вивчено основні етапи виготовлення кілець підшипників кочення. Опрацьовано хімічний склад сталей, як вітчизняних, так і зарубіжних марок, що застосовуються для виготовлення цих виробів та механічні властивості підшипникових сталей.

Методом порівняльного аналізу комплексу механічних, технологічних властивостей та розрахунку відносної вартості сталі встановили, що найефективнішим матеріалом для виготовлення корозійностійких підшипників, є підшипникова сталь 95X18-Ш.

Вивчено та проаналізовано фазову діаграму системи Fe-Cr-C при вмісті 17% Cr. Встановлені основні принципи легування сталі 95X18-Ш: Висока зносостійкість і одночасно корозійна стійкість підшипникової сталі досягається за рахунок введення вуглецю у кількості 0,95...1,05% та хрому у кількості 17...19. Хром у вказаній кількості забезпечує корозійну стійкість сталі 95X18-Ш. Хром визначає склад карбідної фази, збільшує кількість та твердість карбідів, які є гарантією підвищення зносостійкості сталі.

Проведено аналіз ізотермічної діаграми розпаду переохолодженого аустеніту сталі 95X18-Ш. Встановлено, що на діаграмі є С-подібні криві, які відповідають лише першій сходинці розпаду переохолодженого аустеніту в сталі. Така картина характерна для високолегованих хромистих сталей типу: проміжне перетворення може бути сильно загальмовано та зрушено в область температур мартенситного перетворення, внаслідок чого на діаграмах розпаду аустеніту зображене лише перлітне перетворення, а проміжне відсутнє. С-подібні криві зміщуються вправо. Температура початку мартенситного перетворення  $M_n$  для сталі 95X18-Ш складає 170°C.

Для сталі 95X18-Ш пропонується термічна обробка: сфероїдизуючий відпал при 850...870°C з охолодження до 500°C, далі на повітрі, загартування з 1040...1060°C в олії з попереднім підгрівом при 850...870°C, обробку холодом при -70°C та низький відпуск при 150...160°C, що забезпечує високий рівень механічних та експлуатаційних властивостей та необхідний рівень корозійної стійкості.

Прослідковано формування структури сталі 95X18-Ш для виготовлення корозійностійких підшипників від стану поставки, яка характеризується сорбітоподібним перлітом зі значною карбідною неоднорідністю, ступінь якої залежить від ступень обтиснення сталі, до остаточної, сформованої в результаті загартування на мартенсит, обробки холодом та низького відпуску, яка характеризується наявністю мартенситу відпуску, і рівномірно розподілених первинних та вторинних карбідів типу  $(Fe,Cr)_{23}C_6$  та  $(Fe,Cr)_7C_3$ . Вміст залишкового аустеніту має бути мінімальним.

## **ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ МАРКИ СТАЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПИЛКИ ДЛЯ РІЗАННЯ ДЕРЕВИНИ**

**Яценко Р.В., керівник доц. Аюпова Т.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Весь дереворізальний інструмент підрозділяється на ручний і машинний, за способом кріплення на верстаті - на насадний і хвостовий. Пилка — інструмент з множиною лез (зубів) для різання (розпилювання) твердих матеріалів (деревини,

металу, пластику, каменю тощо). Також пилами називають інструменти, верстати і пристрої, що використовують пилку.

Зазвичай пилку виготовляють у вигляді металевої пластини (чи набору елементів, як то ланцюгова пила), на робочому прюзі якої розташовані зубці. Проте існують пилки, різець яких зроблено на подобу абразивного напилення (наприклад алмазного — для різання каменю).

Метою дослідження є вибір оптимального матеріалу для виготовлення пил для обробки деревини та формування його структури і властивостей.

Розглянуто типи, конструкцію, умови експлуатації пилок для обробки деревини, причини втрати їхньої працездатності та основні критерії працездатності ножівки: зносостійкість, міцність, висока втомна міцність, твердість, яка визначає стійкість металу до стирання, пластичність, необхідна для виконання ряду операцій по підготовці інструменту, наприклад, розлучення, плющення зубів пили.

Вивчено основні етапи виготовлення пилок для обробки деревини. Опрацьовано хімічний склад сталей, що застосовуються для виготовлення цих виробів та механічні властивості вуглецевих та низьколегованих інструментальних сталей.

Методом порівняльного аналізу комплексу механічних, технологічних властивостей та розрахунку відносної вартості сталі встановили, що найефективнішим матеріалом для виготовлення пилок для обробки деревини, є низьколегована інструментальна сталь 9ХФ.

Встановлені основні принципи легування сталі 9ХФ: Хімічний склад низьколегованої сталі 9ХФ встановлений так, щоб збереглися усі переваги вуглецевих сталей (збереження меншої, ніж у легованих сталей, кількості остаточного аустеніту, низька твердість після відпалу, що полегшує виготовлення інструменту пластичною деформацією і т. д. ), та зменшилися їхні недоліки: низька прожарюваність та чутливість до перегріву. Для попередження першого дефекту сталі легують хромом. Другий недолік зменшується також при легуванні хромом і особливо ванадієм.

Проведено аналіз ізотермічної діаграми розпаду переохолодженого аустеніту сталі 9ХФ. Встановлене розділення областей перлітного та бейнітного перетворень за рахунок наявності у складі сталі карбідоутворювачів – хрому та ванадію. Утворення області підвищеної стійкості аустеніту між першою та другою сходинками перетворення аустеніту не спостерігається. . Температура початку мартенситного перетворення  $M_n$  для сталі 9ХФ складає  $215^{\circ}\text{C}$ .

Для сталі 9ХФ пропонується термічна обробка: сфероїдизуючий відпал при  $760...800^{\circ}\text{C}$  з додатковою витримкою при  $670...700^{\circ}\text{C}$ , загартування з  $830...850^{\circ}\text{C}$  в олії та низький відпуск при  $200...250^{\circ}\text{C}$ , що забезпечує високий рівень механічних та експлуатаційних властивостей, зокрема твердості  $58...60\text{HRC}$ .

Прослідковано формування структури сталі 9ХФ для виготовлення пилок для обробки деревини від вихідної, яка характеризується перлітом та розташованими по межах зерен цементитом, до остаточної, сформованої в результаті загартування на мартенсит та низького відпуску, яка характеризується наявністю мартенситу відпуску, дрібнодисперсними рівномірно розподіленими карбідами та мінімальним вмістом залишкового аустеніту.

## **УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬ ДЛЯ ВІДВОДУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА**

**Бутенко А. В., керівник проф. Миронова Т.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

При використанні твердопаливних котлів температура газів, що відходять по димоходу досягає 400-700°C. Виходячи з даних умов, матеріал який буде використовуватись для виготовлення димоходів повинен мати наступні властивості: жаростійкість; стійкість до корозії по межах зерен (до МКК); вогнестійкість; стійкість до агресивних речовин - не загоратися й не руйнуватись під дією високих температур. При конструюванні димоходу може виникнути необхідність до зварювання труб між собою, для цього матеріал повинен бути здатним до зварювання.

Для виготовлення димоходів застосовують сталі аустенітного класу такі, як 08X18H10T, 10X23H18 а також сталі феритного класу 08X17T з вмістом хрому 17% стабілізовану титаном, але без додавання нікелю [1]. Титан виступає в ролі карбідоутворюючого елемента, його вводять для запобігання утворення карбідів на основі хрому, тобто для запобігання виведення хрому з твердого розчину, так як хром основний елемент, який підвищує корозійну стійкість.

З наведених сталей можемо виділити їх недоліки й переваги.

Сталь 10X23H18 – має гарну стійкість до корозії при високих й низьких температурах, але через велику кількість хрому схильна до міжкристалічної корозії, має обмежену зварюємість, та найдорожча з наведених сталей, через великий вміст нікелю.

Сталь 08X17T – найдешевша з наведених сталей, має непогану стійкість до корозії, стабілізована титаном, що підвищує стійкість до МКК, але через відсутність нікелю менш стійка проти корозії при підвищених температурах, та обмежено зварюється.

Сталь 08X18H10T – найпоширеніша сталь (на даний час) для виготовлення корозійностійких труб, які підлягають зварюванню. В своєму складі містить хром та нікель, які дають їй гарні корозійностійкі властивості. Титан має більшу спорідненість до вуглецю, запобігає утворенню карбідів хрому, через що підвищує стійкість до МКК. Дана сталь має середню вартість та здатна до зварювання. Структура даної сталі при збільшенні до x1500 має аустенітну основу, та карбіди титану. При збільшенні до x4000, спостерігаються тонкі кристали карбіду титану і дрібні частки, які можуть бути початком утворення  $\sigma$ -фази, що погіршує властивості сталі. Утворенню  $\sigma$ -фази необхідно запобігати застосуванням відпалу та прискореним охолодженням.

Аналізування особливостей наведених марок сталей дозволяє рекомендувати сталь 08X18H10T для виготовлення труб, по яких відводяться продукти згорання твердопаливного котла.

## **ГАРЯЧКАТНА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА СТАЛЬ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ЛИСТА**

**Глухов А.І., керівник доц. Котова Т.В.**

**Український державний університет науки та технологій**

Загальними вимогами, що пред'являються до магнітом'яких матеріалів, є висока магнітна проникність та низька коерцитивна сила. Для отримання мінімальної коерцитивної сили і високої магнітної проникності феромагнітний матеріал повинен бути чистим від домішок та включень і мати гомогенну структуру. Магнітна проникність зростає, якщо зерно фериту є більш крупним. Навіть слабкий наклеп знижує магнітну проникність і підвищує коерцитивну силу, тому матеріал повинен

бути повністю рекристалізованим для усунення внутрішніх напружень, які викликаються наклепом.

В якості магнітом'якого матеріалу застосовують низьковуглецеві Fe-Si сплави, що містять 0,05-0,005 % вуглецю та 0,8-4,8 % кремнію. Кремній, утворюючи з  $\alpha$ -залізом твердий розчин, збільшує електричний опір, підвищує магнітну проникність, знижує коерцитивну силу та втрати на гістерезис внаслідок зростання зерна, графітуючої дії та кращого розкислення сталей.

Електротехнічну сталь виготовляють у вигляді тонких листів товщиною 0,35 та 0,5 мм, які використовують для виготовлення осердя трансформаторів, магнітопроводів електричних машин і апаратів змінного та постійного струму, а також інших виробів, де необхідно при найменших витратах енергії досягти найбільшої індукції. Для зменшення втрат на вихрові струми в трансформаторах використовують магнітом'які матеріали з підвищеним питомим електричним опором, застосовуючи осердя, зібрані з окремих ізолюваних листів.

Анізотропна електротехнічна сталь використовується в якості магнітного матеріалу, тому для неї найбільш важливі магнітні властивості, основними з яких є максимальна магнітна індукція та магнітні втрати на перемагнічування. Із анізотропної електротехнічної сталі виготовляють вироби, що використовують в нерухомих магнітних полях і намагнічують тільки в одному напрямі. Оскільки кристалічні грати характеризуються анізотропними магнітними властивостями, то для отримання найбільш високих магнітних властивостей в будь-якому напрямі необхідно отримати кристалографічну текстуру в листі.

Формування текстури в листі відбувається на етапі заключного високотемпературного відпалу в ході вторинної рекристалізації за рахунок вибіркового росту зерен с реберним орієнтуванням. На стадії гарячої прокатки в поверхневих шарах штаби утворюються зерна з ребровою текстурою, які є важливими для утворення гострої текстури готового листа. Таким чином, змінюючи режими гарячої прокатки, можна впливати на структуру гарячекатаної штаби та на магнітні властивості готового листа. Встановлення оптимальних температурно-деформаційних режимів гарячої прокатки з метою управління мікроструктурою гарячекатаних штаб анізотропної електротехнічної сталі дозволить змінювати співвідношення рекристалізованих та нерекристалізованих зерен в структурі металу і розмір зерна.

Гарячекатаний лист піддають термічному обробленню з метою усунення карбонітридних фаз та збільшенню розміру зерна. Високі магнітні властивості можуть бути отримані на сплавах Fe-Si високої чистоти, при крупному зерні та текстурованій структурі ( $B_{25} = 1,46$  Т,  $p_{10/50} = 1,4$  Вт/кг.  $B_{25}$  означає індукцію при  $H = 2500$  А/м,  $p_{10/50}$  – питомі втрати при індукції, рівній 10 Т та частоті 50 Гц). Технологія виробництва повинна забезпечити отримання такого стану.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМІЧНОГО ЗМІЦНЕННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС**

**Беспалько О.Р., керівник проф. Узлов К.І.**

**Український державний університет науки та технологій**

Сучасні нормативні вимоги до суцільнокатаних коліс рухомого складу залізниць передумовлюють використання високовуглецевих сталей (до 0,63мас.%С для сталі «Марки 2» за ДСТУ ГОСТ 10791:2006), які при реалізації прийнятих у виробництві технологічних процесів набувають структуру типової доевтектоїдної ферито-перлітної сталі. Такий структурний стан забезпечує твердість виробу  $KP2 \geq 255$  НВ у сполученні

з тимчасовим опором руйнуванню  $910 - 1110 \text{ Н/мм}^2$  та ударною в'язкістю ободу та диску  $\geq 20 \text{ Дж/см}^2$ .

Сполучення мікролегування високовуглецевих сталей з розробкою ефективних технологічних режимів термозміцнення, які сприяють реалізації позитивного впливу мікролегувальної домішки на стабільність аустеніту при аустенізації та на його стійкість при переохолодженні, а також на сукупність процесів фазових перетворень, дозволяє реалізувати технологічний процес, який надійно забезпечує досягнення преференційних характеристик виробу. Результатами досліджень показано, що при ефективному вмісті мікролегувальної домішки до  $0,15 \text{ мас.}\%$  ванадію та при використанні раціонального режиму термозміцнення, колісна сталь «Марки Т» набуває структурного стану, який забезпечує бажану твердість  $\geq 320 \text{ НВ}$  у сполученні з показниками тимчасового опору руйнуванню  $\geq 1020 \text{ Н/мм}^2$  та ударною в'язкістю  $\geq 18 \text{ Дж/см}^2$  за вимогами ДСТУ ГОСТ 10791:2006. Встановлено, що вказана сукупність механічних властивостей забезпечується завдяки структурному стану матеріалу виробів, який характеризується наявністю фериту голчастої морфології та переважно бейнітної складової в тілі зерна.

В роботі ретельно досліджені термограми раціонального процесу термічного зміцнення коліс в умовах колісно-прокатного цеху ПАТ НТЗ. Встановлено, що, після охолодження з оптимальною швидкістю, низько-температурні процедури термічної обробки коліс здійснюються у між критичному інтервалі температур  $M_s \leftrightarrow V_s$  – у проміжній області фазового перетворення аустеніту із закономірним структуроутворенням за зсувно-дифузійним механізмом. Зроблений висновок про те, що, у випадку мікролегування колісних сталей, сукупність виробничих параметрів управління фазовими переходами із формуванням специфічного структурного стану матеріалу виробу слід кваліфікувати як процес аустемперингу.

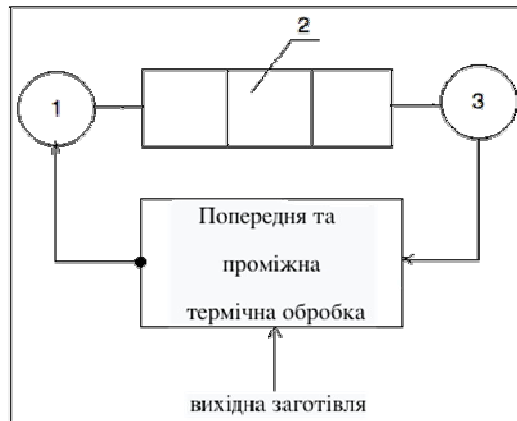
### **ДЕЯКІ ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ОТРИМАННЯ ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНИХ ВИРОБІВ З ВИСОКОМІЦНОЇ АУСТЕНІТНОЇ СТАЛІ**

**Євтушенко Д. В., керівник, ас. Соболенко М.О.**

**Український державний університет науки та технологій**

На сьогодні відомо, що сталь Гадфільда застосовується, як правило, в литому стані. Це пояснюється властивостями сталі – високою швидкістю деформаційного зміцнення шляхом гарячої та холодної обробки. Тому розробка технологічної схеми отримання з високоміцної аустенітної сталі дроту малих перетинів є актуальною задачею.

В роботі, на основі аналізу проведених експериментальних досліджень, показано принципову можливість виготовлення зі сталі 110Г13Л холоднодеформованого дроту діаметром  $2...5 \text{ мм}$  за декілька циклів деформації з проміжними термічними обробками. Схема проведення холодної деформації заготовок волочінням наведено на рисунку.



Технологічна схема отримання дроту зі сталі 110Г13Л холодним волочінням

1 – розмотувальний пристрій, деформувальний пристрій, намотувальний пристрій.

Пропонується отримання холоднодеформованого виробу здійснювати за наступною технологічною схемою:

1. Отримання литих заготовок діаметром 20...30 мм.
2. Проведення примусового охолодження для отримання однорідної аустенітної структури.
3. Гаряча деформація на сортовому стані
4. Наявність на сортовому стані пристроїв для швидкісного нагріву і охолодження заготовки між клітями
5. Холодна деформація проводиться циклічно з термічною обробкою, яка виконується за режимом швидкісного рекристалізаційного відпалу з використанням нагріву внутрішнім теплоносієм.

**Висновок.** Показано принципову можливість отримання зі сталі Гадфільда холоднодеформованого дроту малого розміру при поєднанні гарячої та холодної пластичної деформації з проміжними термічними обробками.

### **ВПЛИВ РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ І СТРУКТУРУ СТАЛІ 60С2А, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРОНКИ БУРОВОЇ КНШ-41,25**

**Говоруха В.А., керівники доц. Романова Н.С., ст. викл. Карпова Т.П.  
Український державний університет науки та технологій**

Сталь 60С2А гартується наскрізь, оскільки повинна витримувати напругу стискування в основному при ударних навантаженнях. А також має крім необхідної міцності в умовах статичного, динамічного або циклічного навантажень, досить гарною пластичністю, високими межами пружності і витривалості та високою релаксаційною стійкістю, а при роботі в агресивних середовищах та корозійною стійкістю. Не менш важливі для сталі 60С2А є технологічні властивості: мала схильність до зростання зерна та знеуглецьовування в процесі термічної обробки, глибока прогартуваність, низька критична швидкість охолодження, мала чутливість до відпускнуї крихкості. У виробничих умовах ТОВ «Техпоставка» було проведено дослідження щодо впливу різних режимів термічної обробки на твердість сталі 60С2А. Дослідження проводились на зразках, вирізаних із прутків діаметром 30мм та висотою 20 мм. Максимальна твердість 43,4HRC отримана на зразках при загартуванні в маслі з температури 870<sup>0</sup>С.

При цьому зразки мали троостомартенситну структуру. Загартування в маслі з наступним відпуском при 4000С, призводить до зниження твердості до рівня 39HRC з формуванням структури трооститу і мартенситу відпуску. Ізотермічне загартування при 2700С з охолодженням на повітрі і подальшим відпуском при 4000С призводить до найнижчого значення твердості 31HRC. Що відповідає структурам перліту та сорбіту відпуску. Ізотермічне загартування з подальшим охолодженням в масло призводить до твердості 39,8HRC зі структурою нижнього бейніту та розпадом залишкового аустеніту на троостосорбіт.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕРМІЧОЇ ОБРОБКИ ЧАВУННИХ ДРІБНИХ ШАРІВ

**Широв Б.В., керівники доц. Романова Н.С., ас. Соколенко М.А.**

**Український державний університет науки та технологій**

В основі моделювання процесів термічної обробки дрібних шарів лежать два закони. Це закон Ньютона-Ріхмана, визначальний тепловий потік тепловіддачі при контакті навколишнього середовища з поверхнею дрібної кулі

$Q = \alpha \cdot |T_f - T_w| \cdot F$ , де  $Q$  – тепловий потік, Вт;  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $T_f$  и  $T_w$  – температура текучого середовища та поверхні кулі відповідно;  $F$  – площа поверхні теплообміну кулі з довкіллям. Та закон теплопровідності Фур’є в диференціальній формі, що визначає зміну температурного поля мелючого чавунного шара при його термічній обробці:

$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ , де  $a$  – коефіцієнт теплопровідності, м<sup>2</sup>/с, котрий розраховується по наступній формулі  $a = \lambda / \rho c$ , де  $c$  – питома масова теплоємність, Дж/(кг·град);  $\lambda$  – питома об’ємна теплоємність, Дж/(м<sup>3</sup>·град);  $\rho$  – щільність, кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності Вт/(м·град);

Враховуючи те, що температурне поле кулі є одномірним, можна використовувати аналітичне рішення одномірного диференціального рівняння теплопровідності з граничними умовами 3-го роду для розрахунку розподілу температури в мелючих чавунних кулях при їх термічній обробці. Це рішення є функцією розподілу температури в залежності від часу  $\tau$  і координати  $r$  вздовж радіусу кулі  $T = f(\tau, r)$ . При переході до критеріальної форми, дана температурна залежність буде мати такий вигляд [1, стр.226]

$$\vartheta = \frac{T(r, \tau) - T_0}{T_c - T_0} = 1 - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_n - \mu_n \cos \mu_n}{\mu_n - \sin \mu_n} \cdot \frac{\sin \left[ \frac{(\mu_n) r}{R} \right]}{\frac{\mu_n r}{R}} e^{-\mu_n^2 F_0}$$

где  $F_0 = \frac{\alpha \tau}{R^2}$  - критерій Фур’є,  $T_0$  – початкова температура кулі,  $\mu_n$  - корні

трансцендентного рівняння для випадку кулі  $\text{tg} \mu_n = -\frac{\mu_n}{Bi - 1}$ , котре вирішується графічним методом. Розглянутий вище алгоритм розрахунку температурного поля мелючих куль реалізується із заданим ступенем точності в пакеті MathCad.

Литература

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности, «Высшая школа», 1967. – 599 с.

## **АНАЛІЗ МІКРОСТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛИВАРНИХ МЕЛЮЧИХ КУЛЬ З ВИСОКОХРОМИСТИХ ЧАВУНІВ**

**Вусатий Д.О., керівник доц. Романова Н.С.**

**Український державний університет науки та технологій**

Помольні кулі використовують для потрібного ступеню подрібнення (до дисперсності від 0,1 до 50 мкм) [1]. Донедавна обсяг українського ринку тіл, що мелють, становив 180–200 тис. т. Сталеві кулі закордонних поставок виробляють з твердістю 62–64 HRC на поверхні і не менше 60 HRC у центрі кулі [4]. Для підвищення якості куль, що мелють, автори [2] пропонують використовувати високохромисті чавуни (12–18 % Cr), які забезпечують наскрізну твердість 62–64 HRC на литих кулях діаметром 30–150 мм. Випробування в цементній промисловості показали, що експлуатаційна стійкість цих куль у 3–5 разів вища за стійкість сталевих катаних куль, при цьому знижується собівартість виробництва основної продукції та підвищується її якість [3]. Основним легуючим елементом, що забезпечує зносостійкість чавунних куль, що мелють, є хром, який перешкоджає утворенню і зростанню аустенітно-графітної евтектики, заміщує в цементиті атоми заліза в міру збільшення кількості хрому в чавуні, при цьому різко підвищується термічна стійкість цементиту. При вмісті хрому більше 7,0 % аустенітно-цементитна евтектика  $A+(Fe, Cr)_3C$  поступово заміщується аустенітно-хромістокарбідною евтектикою  $A+(Cr, Fe)_7C_3$ , яка має іншу структуру та морфологію [4]. Зносостійкість підвищується за рахунок того, що карбідна фаза має більш високу твердість і дисперсність. При вмісті хрому 16,0 %, чавун набуває максимальної зносостійкості. Подальше збільшення вмісту хрому призводить до крихкості через появу заевтектичних карбідів [5], що руйнуються при ударних навантаженнях.

### **Література**

1. Несвижский О. А. Производство мелющих тел для шаровых мельниц. – М.: ГНТИМашгиз, 1961. – 151 с.
2. Стеблов А. Б., Березов С. В., Козлов А. А. Литые чугунные шары для помола материалов // Литье и металлургия. – 2012. – № 3 (66). – С. 45–49.
3. Владимирова А. А., Удовиков В. И., Косогонова Э. И. Применение высокохромистых чугунов для изготовления мелющих шаров // Литейное производство. – 1991. – № 8. – С. 31–32.
4. Таран Ю. Н., Снаговский В. М. Морфология эвтектики в Fe-C-Cr сплавах // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1966. – № 4. – С. 27–30.
5. Гарбер М. Е., Цыпин И. И. Основы подбора состава и структуры износостойких отливок из белого чугуна // Литейное производство. – 1970. – № 2. – С. 2–6.

## **ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ДЛЯ ОБРОБКИ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Шашков Р.О., керівник проф. Погребна Н.Е**

**Український державний університет науки та технологій**

Для виготовлення ріжучих елементів інструментів застосовуються інструментальні сталі (вуглецеві, леговані і швидкорізальні), тверді сплави, мінералокерамічні матеріали, алмази та інші надтверді і абразивні матеріали.

Інструментальний матеріал повинен мати високу твердість, щоб протягом тривалого часу зрізати стружку. Значне перевищення твердості інструментального матеріалу в порівнянні з твердістю оброблюваної заготовки має зберігатися і при

нагріванні інструменту в процесі різання. Здатність матеріалу інструменту зберігати свою твердість при високій температурі нагріву визначає його червоностійкість (теплостійкість). Ріжуча частина інструменту повинна володіти великою зносостійкістю в умовах високих тисків і температур.

Інструментальні матеріали повинні володіти гарними технологічними властивостями, тобто легко оброблятися в процесі виготовлення інструменту і його переточувань, а також бути порівняно дешевими.

Одним з ефективних шляхів підвищення продуктивності праці в машинобудуванні є застосування нових інструментальних матеріалів.

Важливою вимогою є також досить висока міцність інструментального матеріалу, тому що при недостатній міцності відбувається вифарбовування ріжучих крайок або поломка інструменту, особливо при їх невеликих розмірах.

## **ВИБІР МАТЕРІАЛУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ДЛЯ НАФТОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Слюсар Д.С. керівник проф. Погребна Н.Е**

**Український державний університет науки та технологій**

В Україні виготовляють безшовні гарячекатані труби на таких підприємствах, як ВАТ Дніпропетровський трубний завод. Також частину продукції виготовляють акціонерні товариства «Інтерпайп Ніко Тюб», а також найбільш розвинене підприємство «Інтерпайп НТЗ». Дніпропетровський завод бурильного обладнання, якому постачають прутки катаний або кований з підприємства «Запоріжжяспецсталь» і методом глибокого сверлення отримують штанги – труби для нафтової промисловості.

В даній роботі розглянуто бурильні безшовні труби призначені для добування нафти, виявлені вимоги, які потрібні для виготовлення безшовних труб, також обрано матеріал і марку сталі, яку застосовують у нафтодобувній промисловості, визначилися з режимами термічної обробки безшовних труб, структурою та фазовими перетвореннями.

Умови експлуатації труб нафтового сортаменту складні і різні: широкий інтервал робочих температур (від  $-60$  до  $150\div 200^{\circ}\text{C}$ ), знакозмінні навантаження при роботі бурильних і насосо-компресорних труб, імпульсні навантаження при кумулятивній перфорації обсадних труб, корозія під напругою у середовищі сірководню и таке інше. Виходячи з умов експлуатації, труби повинні мати високі механічну міцність і пластичність, опір втомному і крихкому руйнуванню.

Температуру загартування визначають з урахуванням марки сталі, температуру відпуску з урахуванням потрібної групи міцності труб. Калібруванням виправляють викривлення геометрії труб, які виникають при загартуванні і відпуску..

При нормалізації труб температура нагрівання з урахуванням марки сталі становить  $880\text{...}1070^{\circ}\text{C}$ , тобто трішки вища ніж при загартуванні. Нормалізовані труби піддають холодній правці.

## **ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРИ НА ХАРАКТЕР РУЙНУВАННЯ МІКРОЛЕГОВАНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СТАЛІ**

**Повзло Д.В. керівник проф. Погребна Н.Е**

**Український державний університет науки та технологій**

Однією з найважливіших вимог, що висуваються до сучасних будівельних сталей є здатність чинити опір руйнуванню при динамічних навантаженнях зварних металоконструкцій. При цьому опір матеріалу поширенню в ньому тріщин визначається його структурою, а саме розміром структурних складових, дисперсністю і

розподілом неметалевих включень, типом внутрішньофазних та міжфазних границь тощо.

Тому робота, спрямована на підвищення механічних властивостей, а як наслідок розширення областей застосування прокату з низько вуглецевої мікролегованої сталі вітчизняного виробництва на основі вставлення взаємозалежностей між структурою та кінетикою розповсюдження тріщини при динамічних механічних випробуваннях, є актуальною як з наукової так і з економічної точки зору.

Мета роботи - підвищення та стабілізація механічних властивостей зокрема ударної в'язкості товстолистового прокату з низько вуглецевої мікролегованої сталі на основі встановлення взаємозв'язку параметрів структури та поверхні руйнування.

## **ВИБІР МАРКИ СТАЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНОГО МЕТАЛОПРОКАТУ**

**Климович Д.В. керівник проф. Погребна Н.Е**

**Український державний університет науки та технологій**

При експлуатації будівельних металевих конструкцій більшість вузлів і елементів відчуває, в основному, статичні, а в деяких випадках і динамічні напруги, які характеризуються розтягненням, стисканням і згинаючими зусиллями. Основними характеристиками, що визначають несучу здатність матеріалу, є межа пропорційності, умовна границя плинності, тимчасовий опір розриву і твердість, які визначаються на стандартних зразках в лабораторних умовах. Ці характеристики не є константами, а залежать від хімічного складу, структури, розмірів, форми і умов закріплення навантаженого зразка, від зусиль зовнішнього впливу. Єдину характеристику - модуль пружності, який визначається жорсткістю хімічних зв'язків, з достатньою підставою можна віднести до власних характеристик матеріалу. Чорні метали мають більш високі значення модуля пружності, ніж кольорові, що забезпечує чорним металам більш широке застосування як конструкційного матеріалу.

Підвищення міцності конструкційних матеріалів вимагає забезпечення відповідної пластичності. Ця вимога впливає з необхідності створення певної технологічності матеріалу тобто можливості виготовлення з нього виробів. Крім того, здібність матеріалу пластично деформуватися, як відомо, може служити критерієм надійності, так як матеріал, нездатний знімати концентрацію напружень пластичною деформацією, як правило, не витримує місцевих перенапруг і руйнується. Здатність до пластичної деформації набуває ще більшого значення в світлі того, що облік перерозподілу напружень в реальних конструкціях, обумовлено зварюванням, механічною і термічною обробкою, гнучкою правкою, монтажними операціями і т. д, часто буває дуже складним або взагалі практично нездійсненим. Тому можливість конструкції до «самопроекування» залежить від здатності матеріалу до релаксації виникаючої напруги шляхом місцевих пластичних деформацій.

## **ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ КРАНОВИХ КОЛІС**

**Марченко Д.О., керівники ст. викл. Кімстач Т.В., ст. викл. Карпова Т.П.**

**Український державний університет науки і технологій**

Кранові колеса – складова кранової техніки, що несе значне навантаження. Застосовуються у вантажопідйомних кранах і механізмах. Основними вимогами до кранових коліс є достатня твердість і зносостійкість поверхонь кочення. З усіх елементів підйомного крана саме кранові колеса піддаються найбільшому зносу та відповідно до цього потребують більш часті заміни.

На якість і довговічність роботи кранових коліс великий вплив має грамотний вибір режимів і технології термічної обробки. Якість термічної обробки оцінюється, зокрема, ступенем стабільності механічних властивостей.

Для підвищення твердості і зносостійкості робочих поверхонь колеса можливе застосування декількох видів термічної обробки.

1. Об'ємне гартування з відпуском. Метал колеса набуває твердість (у залежності від температури відпуску) в межах 270-380 НВ. Переваги – отримання високої зносостійкості. Недоліки – ускладнення чистової механічної обробки отвору та торців маточини.

2. Гартування робочих поверхонь струмами високої частоти. Переваги – скорочення часу на термічну обробку. Недоліки – мала глибина загартованого шару (5–7 мм) та наявність різкого переходу від загартованого металу до незагартованого.

3. Переривчасте гартування з відпуском або сорбітизація. Сорбітизація дозволяє отримати загартований шар великої товщини (до 50-70 мм) з поступовою плавною зміною твердості металу вглиб колеса. Твердість робочих поверхонь виходить у межах 320-400 НВ.

На даний час найбільш широке застосування при виробництві та ремонті ходових коліс кранів отримала сорбітизація. Цей вид термічної обробки досить простий та дозволяє збільшити термін служби коліс в 8-10 разів у порівнянні з незагартованими і в 4-5 разів – у порівнянні з колесами, загартованими СВЧ.

## **ВИБОР РЕЖИМУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ БУРИЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

**Бурцев Д.А., керівники ст. викл. Кімстач Т.В., ст. викл. Карпова Т.П.  
Український державний університет науки і технологій**

Бурильна коронка — буровий інструмент, призначений для обертального буріння геологорозвідувальних свердловин кільцевим вибоєм з відбором керна.

Українські та закордонні фахівці активно вели і ведуть роботи з поліпшення експлуатаційних характеристик бурильних коронок. В основному, це підвищення якості твердосплавних вставок, їх раціональне використання, оптимізація конструкції коронки, корпусу і т. п. Одним з можливих шляхів підвищення якості і працездатності коронок є грамотний вибір режиму термічної обробки їх складових елементів.

Для підвищення якості і надійності роботи бурильних коронок у роботі були розглянуті можливі варіанти технології термічної обробки коронок зі сталі 35ХГСА: ізотермічне гартування, хіміко-термічна обробка, високо- і низькотемпературна термомеханічна обробка.

На підставі проведеного аналізу, в якості термічної обробки бурильних коронок рекомендовано використовувати ізотермічне гартування при якому по перетину виробу сформувалася структура нижнього бейніту, яка складається з тонких часток  $\epsilon$ -карбіду, розташованих в пластинках перенасиченого вуглецем фериту. Дана структура забезпечує високу твердість і міцність сталі при збереженні високої пластичності.

## **МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ КОМПЛЕКСУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТУ**

**Брюк А.О., керівники ст. викл. Кімстач Т.В.<sup>1</sup>, м.н.с. Сафронова О.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Український державний університет науки і технологій

<sup>2</sup> Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАНУ

Товстолистовий прокат є одним з видів продукції чорної металургії, що виробляється в кількості десятків мільйонів тонн на рік. В даний час товстолистовий прокат широко використовується для виготовлення корпусних конструкцій суден, бронетехніки, елементів броні стаціонарних об'єктів та інших металовиробів відповідального призначення.

Досягнення високого комплексу механічних і експлуатаційних властивостей товстолистового прокату в сучасних умовах можливе за рахунок: раціонального легування сталі основними елементами (Mn, Si, Cr, Ni, Mo); ефективного мікролегування елементами (V, Ti, Nb, Ca, Cu, Al); застосування науково-обґрунтованих режимів термічної обробки. У свою чергу це вимагає чіткого розуміння закономірностей фазових і структурних перетворень, що протікають в сталі при термічній обробці, а також факторів, що впливають на стійкість переохолодженого аустеніту, що зумовлює досягнення високого комплексу властивостей.

Таким чином, роботи, що пов'язані з удосконалення хімічного складу та отримання певного структурного стану високоміцних сталей, які використовуються для виробництва товстого листа з метою підвищення їх механічних і службових характеристик порівняно з існуючими легованими сталями серійного виробництва є актуальними.

## **ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕСОР ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ**

**Бружина І. І. керівники доц. Гребенєва А.В., доц. Аюпова Т.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

В роботі проведений огляд наукових джерел з метою вибору матеріалу для виготовлення свердел для обробки металів. Розглянуто вимоги, що пред'являються до швидкорізальних сталей для виготовлення свердел, які працюють при високих швидкостях різання, умови роботи спіральних гвинтових свердел, способи їх отримання, хімічний склад і властивості, що формуються в сталі в результаті термічної обробки.

Встановлено, що для виробництва свердел для обробки металів твердістю 260-280 НВ доцільно використання швидкорізальної сталі помірної теплостійкості Р6М5, оскільки вона має міцність і в'язкість більшу, ніж у вольфрамових сталях, завдяки меншим розмірам карбідних часток в структурі, а також має хорошу здатність до шліфування. Сталь Р6М5 характеризується твердістю 63-65 HRC і міцністю 3150-3250 МПа.

Проведено аналіз ізотермічної діаграми розпаду переохолодженого аустеніту сталі Р6М5. Легуючі елементи забезпечують розділення перлітного і бейнітного перетворень з формуванням області підвищеної стійкості переохолодженого аустеніту при температурах 350-600°C. Легуючі елементи сприяють зсуванню с-образних кривих ізотермічної діаграми вправо, збільшуючи інкубаційний період. Температури початку мартенситного перетворення сталі Р6М5 складає 150°C.

## **ОЦІНКА РОЗМІРУ ЗЕРНА ФЕРИТУ ЗА АНІЗОТРОПНОЇ СТРУКТУРИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ**

**Кучерук І.А., керівник проф. Вакуленко І.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Визначення середнього розміру основного структурного елемента металевого матеріалу набуває дуже великого значення як для розробки пропозицій по підвищенню комплексу властивостей, так і для оцінки відповідності виконання вимог нормативної документації. Для низьковуглецевих сталей такою характеристикою є розмір зерна фериту. По завершенню структурних перетворень та відсутністю примусової орієнтації, коли форма зерен фериту наближується до поліедричної, а загальна їх кількість не менша 300, розбіжність в оцінці середнього розміру зерна за методиками Джефріса та Салтикова не перебільшує декількох відсотків. Пропорційно ступеня холодної деформації, форма зерен фериту у вигляді багатокутника змінюється. Структура приймає вигляд чіткого спрямування в одному напрямку. За ізотермічного розпаду, або гартування та відпуску, голчаста структура фериту приймає вигляд випадково орієнтованих кристалів. Для таких структур використовують значно спрощену методичку оцінки розміру зерна по двох взаємно перпендикулярних діаметрах в площині кола дослідження. Аналіз застосування різних методик оцінки розміру зерна фериту низьковуглецевої сталі проводили на структурі після ізотермічного розпаду аустеніту при температурі 550°C. Структура мала вигляд випадково орієнтованих кристалів голчастої форми, з широкою зміною розмірів на пів осей. Кількість підрахованих зерен в площині дослідження була декілька меншою рекомендованої. За методикою Джефріса склала 121, а вузлових точок за методикою Салтикова 252. Розбіжність в оцінених розмірах зерна не перебільшила 2%. Застосування методички по двох взаємно перпендикулярних діаметрах в площині кола дослідження, показала розбіжність в 8-12%, з результатами оцінки за методиками Джефріса і Салтикова. Слід очікувати, що збільшення кількості зерен в колі дослідження буде сприяти підвищенню точності вимірювання розміру зерна, за значно простішою і більш прискореною методикою по двох взаємно перпендикулярних діаметрах кола дослідження.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕРІАЛУ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МОЛОЛЬНИХ ТІЛ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ДЛЯ РОЗМЕЛЮВАННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ.**

**Салкуцан А.С , керівник проф. Миронова Т.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

В роботі встановлено умови експлуатації куль, що використовують для розмелювання залізорудного концентрату, а також технічні вимоги до цих виробів. Тіла, що мелють, повинні мати високу твердість і абразивну зносостійкість і, крім того, чинити опір ударам. Сила удару, а, отже, ударостійкість, при однаковій величині підйому пропорційна масі тіла.

На сучасних збагачувальних комбінатах України при виготовленні залізорудного концентрату для подрібнення сировини використовуються як сталеві, так і чавунні тіла. Підвищення якості сталевих куль відбувається за рахунок застосування загартування їх з прокатного нагріву, а також завдяки раціональному легуванню сталей. Сучасні технології виробництва куль, що мелють, досить різноманітні і відбуваються різними способами, а саме: методом гвинтового плющення, кування і об'ємного штампування

сталей, застосуванням легування сталей та термічної обробки, способом литва із зносостійких чавунів.

Найбільш високу експлуатаційну стійкість мають кулі, що виготовляють із зносостійких чавунів. Поряд з високою зносостійкістю, основним недоліком використання чавунів типу «ніхард» крім високої собівартості, є не належний рівень ударостійкості.

Найбільш високу експлуатаційну стійкість має економно легований хромованадієвий чавун типу 320X5Ф2, що містить біля 5% хрому та 1,5...2% ванадію, з якого виготовляють кулі, що мелють, на ливарній машині карусельного типу. Чавунні кулі даного сплаву мають високий рівень стійкості завдяки високому спротиву ударному навантаженню, що забезпечується наявністю метастабільних карбідів  $M_7C_3$ , які залишаються після кристалізації при незавершеності евтектико – перитектичного перетворення.

Крім традиційних способів виготовлення чавунних куль для розмелювання залізної руди розроблені також склади економнолегованих ледебуритних чавунів з підвищеною пластичністю завдяки карбідним перетворенням в легovanому цементиті. Такі сплави підлягають прокатуванню на куле-прокатних станах. При деформуванні подрібнюється евтектична складова і, при збереженні високої зносостійкості в декілька разів, підвищується ударостійкість, а як наслідок і експлуатаційна стійкість.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВИЛИВКІВ ЗІ СТАЛІ 110Г13Л ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛЕЙ ГІРНИЧО- ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ**

**Солодовник В.О., керівник доц. Перчун Г.І.**

**Український державний університет науки і технологій**

Високомарганцева сталь 110Г13Л (сталь Гадфільда) має високу в'язкість і дуже високий опір зносу, особливо при одночасному впливі динамічних навантажень, стирання, а також високих питомих статичних навантажень. Під впливом таких навантажень відбувається самозміцнення сталі 110Г13Л до 600 НВ. Ці властивості сталі і зумовлюють її широке застосування в найрізноманітніших галузях промисловості, особливо в гірничорудній галузі, наприклад, для виготовлення бронефутерування дробильно-розмольного обладнання. Відомо, що сталь Гадфільда набуває цінних і характерних для неї властивостей тільки в загартованому стані. У вихідному стані структура сталі складається з аустеніту з включеннями великих карбідів. Метою термічної обробки є одержання суто аустенітної структури після загартування. При нагріванні сталі під гартування необхідно повністю розчинити карбіди в аустеніті і не допустити їх виділення при охолодженні сталі. Для забезпечення необхідного комплексу властивостей вилівки зі сталі 110Г13Л піддають термічній обробці, яка полягає у загартуванні від 1050-1100°C у воді. Після гартування сталь 110Г13Л має аустенітну структуру з твердістю 250 НВ та високою в'язкістю. На підставі проведеного аналітичного та експериментального дослідження розглянуто можливість зниження тривалості режиму термічної обробки вилівків із сталі марки 110Г13Л за рахунок диференціації температур нагріву вилівків під загартування залежно від вмісту в них вуглецю. Згідно стандарту вміст вуглецю в сталі знаходиться в діапазоні 0,9-1,5%, тому температура нагрівання під загартування вилівків зі сталі 110Г13Л для різних діапазонів вмісту вуглецю може бути різною: чим вище відсоток вуглецю, тим вище температура нагрівання, чим нижче – відповідно - і нижче температура нагріву. Таким чином, температура може бути знижена на 130-180°C, при цьому не потрібно внесення кардинальних змін до ритму роботи цеху, тому що запропонована схема для своєї

реалізації вимагає лише додаткових організаційних заходів. Зниження температури нагріву під загартування зменшує тривалість циклу термічної обробки, призводить до економії енергоносіїв та подовжує ресурс роботи обладнання.

### **ВИБІР РЕЖИМУ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФІНІШНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗУБІВ БОРОНИ ЗІ СТАЛІ 60С2А**

**Ткачук Д.М., керівник проф. Дейнеко Л.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

У роботі визначені умови праці елементів сільгосподарчої техніки для обробки ґрунту, виконано аналіз вимог до властивостей деталей машин для обробки ґрунту та до зносостійких сталей, які використовують для виготовлення зубів шлейфових борон. Розглянуті технологічні та економічні аспекти виготовлення зубів борон за різними технологіями. Проведені дослідження по літературним та патентним джерелам сучасних технологій виготовлення зубів борон в умовах дрібносерійного виробництва, способів та обладнання для їх термічної обробки і визначені раціональні розробки. Запропонована технологічна схема і обладнання для виготовлення зубів борон в умовах малих підприємств з використанням індукційного нагріву металу сортової заготовки під деформацію для отримання заготовки зубу та її подальшої зміцнюючої термічної обробки (загартування) з температури деформаційного нагріву. Досліджені структура та властивості (твердість) металу робочої частини зубу борони зі сталі 60С2А після запропонованого режиму фінішної термічної обробки виробу.

*ПІДСЕКЦІЯ «ПОКРИТТЯ, КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ  
ТА ЗАХИСТ МЕТАЛІВ»*

### **ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ АНТИФРИКЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ НА ПІДШИПНИКИ КОВЗАННЯ**

**Яковенко О.В., керівник ст. викл. Кушнір Ю.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Підшипники відіграють важливу роль у сучасній механіці. Завдання даного механізму – забезпечити рівномірний рух обертального характеру, у свою чергу знизити рівень тертя між поверхнями. Підшипники ковзання працюють завдяки ковзним елементам. Ковзними елементами в підшипниках можуть виступати вали та планки.

Підшипники активно застосовуються для виготовлення різного обладнання, наприклад, залізничної техніки, в автомобілебудуванні, авіаційній промисловості. Особливо популярні радіальні підшипники ковзання. До сфер та областей застосування підшипників ковзання також можна віднести техніку для сільського господарства та будівельну техніку. Такі підшипники активно застосовують у випадках, де існує ймовірність високих ударних навантажень та несприятливих природних умов.

Мета роботи – вибір технологічної схеми нанесення антифрикційного (нікелевого) покриття на робочу поверхню підшипника, опис технологічного процесу нікелювання, вибір електроліту та режимів осадження, визначення впливів технологічних режимів на якість та захисні властивості нікелевого покриття.

Проаналізовано технологічні особливості отримання нікелевого гальванічного покриття на підшипники ковзання, зокрема, вплив технологічних режимів, а саме: температур електролітів, густин струму та концентрацій основних компонентів електролітів на його захисні властивості та корозійну стійкість. Оптимальним є наступний технологічний режим:

- температура .....45 - 55 ° C;
- густина струму .....2 - 6 А/дм<sup>2</sup>;
- рН .....4 – 5.

### **ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРИТТЯ ХІМІЧНИМ СРІБЛЕННЯМ**

**Пророка М.В., керівник ст. викл. Кушнір Ю.О.  
Український державний університет науки і технологій**

Сріблення - це процес нанесення на поверхню тонкого шару срібла. Сріблення застосовують зазвичай до виробів з недорогоцінних металів. Покриття сріблом робиться для того, щоб вироби мали стійкість до корозії та більш естетичний вигляд. Сріблення металів, як процес покриття виробів із різних матеріалів додатковим декоративним та захисним шаром, користується великою популярністю серед майстрів різного рівня. Наприклад, сріблом покривають скло, щоб надати йому відбиваючі (дзеркальні) властивості. Скло, покрите сріблом, чудово виглядає при прикрасі фасадів кухонь, міжкімнатних дверей та різних елементів інтер'єру.

Принцип хімічного способу сріблення полягає у відновленні металевого срібла з водорозчинної хімічної сполуки (розчин нітрату срібла в аміачній воді) різними органічними відновниками, наприклад, глюкозою або формальдегідом. Процес йде дуже повільно та може тривати 20-25 годин. Чим повільніше протікає процес осадження срібла, тим щільнішим і блискучішим виходить покриття.

Для того щоб тонка плівка срібла краще зчепилася зі склом, поверхню скла перед сріблом обробляють тетрахлоридом олова

### **ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ХРОМОВОГО ПОКРИТТЯ НА МЕБЛЕВУ ФУРНІТУРУ**

**Павлюкова Т.М., керівник ст. викл. Кушнір Ю.О.  
Український державний університет науки і технологій**

Однією з причини, що викликають знос фурнітури, є корозія, яка спостерігається на поверхні металевих деталей як наслідок впливу води, повітря, речовин. При протіканні процесів корозії відбувається руйнування металу. Щоб цього уникнути, рекомендується використовувати антикорозійне захисне покриття металів. Наприклад, доволі розповсюдженим є покриття металевих виробів хромом.

Хромове покриття рекомендується наносити за наступною технологією. Наносять двошарове покриття, перший шар осаджують з тетрахроматного електроліту. Цей шар виходить матово-шорстким і безпористим; поверх зазначеного шару осаджують з стандартного електроліту тонке покриття (5-10 мкм) молочно-блискучого хрому. Перший шар осаджують протягом 25-30 хв при густині струму 25-30 А/дм<sup>2</sup> в електроліті кімнатної температури; другий шар - при густині струму 15-20 А/дм<sup>2</sup>, температурі 48-52°С. Тривалість електроосадження другого шару покриття залежить від його товщини та розраховується за законом Фарадея.

Двошарове корозійностійке хромове покриття застосовують в тих випадках, коли необхідно поєднувати властивості високої захисної здатності і зносостійкості покриттів.

## **ОТРИМАННЯ ПОРОШКОВОЇ КАРБІДНОЇ КЕРАМІКИ**

**Яцков М.С., аспірант Сімонов А.В., керівник доц. Головачов А.М.  
Український державний університет науки і технологій**

Протягом двадцятого століття кераміка на основі SiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, почала широко використатись в електротехніці, електроніці, машинобудуванні, де міцність і стійкість до руйнування дуже важливі. Про це свідчить хоча б той факт, що міцність кераміки останні 100 років збільшилася в 3–5 разів.

Інтерес до кераміки, як до конструкційного матеріалу, значно зріс і це пояснюється не тільки тим, що межа її міцності при згинанні досягла 2000 МПа, але і тим, що вона характеризується високою зносостійкістю, твердістю, вогнетривкістю, корозійною стійкістю.

Принциповою особливістю методу отримання таких керамічних матеріалів на основі SiC є використання нанопорошків оксидних евтектичних складів, підготовлених спеціальними хімічними методами (наприклад, хімічне осадження), які піддають тривалому зміщенню і механоактивації спільно з безкисневими з'єднаннями для отримання однорідної високоактивної до спікання суміші порошків. В ролі ультрадисперсної складової застосовували нанопорошок карбіду кремнію з середнім розміром часток 45 - 55 нм.

Встановлено, що властивості кераміки на основі карбідів кремнію і бору, отриманні реакційним спіканням, істотно залежать як від складу шихти, так і параметрів карбідних каркасів, що просочуються кремнієм (загальної і відкритої пористості, форми і розміру пір), а також від міри їх просочення.

Щільність, міцність при вигинанні, твердість кераміки на основі карбіду кремнію і карбіду бору, отримуваною реакційним спіканням, підвищуються з ростом тиску пресування карбідних каркасів. Оптимальною пористістю карбідного каркаса є 25-30 %, розмір пір - 1,0-1,5 мкм.

## **ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС**

**Попко М.В., керівник доц. Біла О.В.  
Український державний університет науки і технологій**

Серед численних процесів нанесення захисних покриттів на сталеві та чавунні вироби цинкування займає одне із провідних місць. Широке застосування цинку для цієї мети обумовлено тим, що цей метал захищає сталевий виріб не тільки чисто механічно (екранування), а й внаслідок електрохімічної (протекторної) дії місцевих мікрогальванопар.

Існують різні методи нанесення покриття – гарячим способом, гальваніка, термодифузійне нанесення, лакофарбові матеріали. Комплексним рішенням довгострокового завдання антикорозійного захисту залізничних коліс є цинкнаповнення – унікальний спосіб оцинкування за допомогою однокомпонентного цинкового складу.

У ході виконання роботи зроблено вибір технологічної схеми процесу нанесення захисного покриття та технологічного обладнання.

## **ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ НІКЕЛЕВОГО ПОКРИТТЯ НА ДИСКИ АВТОМОБІЛІВ**

**Ковтун І.А., керівник доц. Біла О.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Гальванічне покриття мідь-нікель широко застосовується для захисту від корозії сталевих деталей.

Оскільки мідь має більш позитивний потенціал, ніж залізо, то стосовно заліза і його сплавів є катодним покриттям. Тобто може захищати лише за відсутності пір. Пористі мідні покриття, навпаки, призводять до прискорення корозії заліза і його сплавів. Нікель також має більш позитивний потенціал, ніж залізо, тобто захищає лише механічно. Нікелеві покриття мають бути непористими. Тому нікелеві покриття багат шарові (у багат шарових покриттів пори кожного шару зазвичай не збігаються з порами сусідніх шарів). Для отримання багат шарових покриттів нікель осаджують з декількох електролітів або на інший метал (наприклад, мідь). Багат шаровість таких покриттів дозволяє також знизити витрати нікелю шляхом використання більш дешевої міді.

Під час захисно-декоративного нікелювання роллю мідного шару є максимальна економія стратегічного нікелю через перекриття пір, а також зниження трудомісткості операцій механічної підготовки поверхні деталей.

## **ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ УЛЬТРОФІОЛЕТОВЕРДЮЧИХ ПОКРИТТІВ НА МЕТАЛОВИРОБИ**

**Семенов Р.С., керівник доц. Біла О.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Захист природних водойм від забруднень стічними водами лакофарбових виробництв набула особливого значення.

Зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу при виготовленні і застосуванні лакофарбової продукції можна досягти двома шляхами, один з яких передбачає використання інженерно-технічних рішень (оптимізації процесу забарвлення, автоматизації обладнання, модернізації систем рециркуляції та очищення відходів), а другий - впровадження нових типів лакофарбових покриттів і сучасних технологій

В рамках проведення роботи проведені випробування грунт-емалі УФ-затвердіння WG 40-9005 / 0 на поверхні стандартних зразків (5 шт.). Покриття грунт-емалі WG 40-9005 / 0 було нанесено фахівцями фірми «Lankwitzer».

Товщина покриттів визначена за допомогою товщиноміра моделі 456 FNF. Відповідно до ГОСТ 6992-68 «Покриття лакофарбові. Метод випробувань на стійкість до атмосферних умов» визначено вид руйнування покриття і його відсоток поразки.

Аналіз результатів дослідження показують, що стандартні зразки з грунтом-емаллю WG 40-9005 / 0 фірми «Lankwitzer» витримали прискорені випробування в камері соляного туману протягом 120 годин. Корозійних поразок не спостерігається, але руйнування покриття має локальний характер і виражено утворенням пухирів на незначній площі (0,02 - 0,07%) поверхні.

## **ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СПЕЧЕНИХ ЗУБЧАТИХ КОЛІС ПІДВИЩЕНОЇ ЯКОСТІ**

**Рябокобила М.М., керівник доц. Ковзік А.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Технології виробництва спечених виробів конструкційного призначення дозволяють виготовляти різноманітні вироби, наприклад втулки, кулачки, важелі, упори та інші. Серед конструкційних виробів особливо слід відзначити зубчаті колеса які теж можливо виготовляти методами порошкової металургії. Як правило, у зв'язку з особливими вимогами до профілю зубців коліс, їх нарізають механічно після виготовлення заготовки.

Технологією передбачено використання комплексно-легованої сталі ПК60НЗД2Х. У якості сирих матеріалів слід застосовувати наступні порошки:

- залізний марки ПЖР 3.200.30;
- мідний ПМС-1;
- хрому ФХ800;
- нікелю ПНК-2Т1;
- графіто-олівцевого ГК-1.

Технологія включає наступні операції:

- дозування порошків;
- змішування до ступеня неоднорідності менше 1%;
- пресування на спеціалізованих пресах під тиском 600 МПа;
- спікання при температурі 1100 °С в атмосфері водню протягом 1,5 години;
- гаряче штампування при температурі 1100 °С при тиску 800-900 МПа;
- відпал в атмосфері азоту при 1100 °С протягом 1-2 години;
- механічна обробка (нарізання зубців);
- термічна обробка шляхом розігріву до 1200 °С струмом високої частоти протягом 10 хв. та зануренням в мастило.

Така технологія дозволить отримувати зубчаті колеса підвищеної якості з подовженим строком роботи.

## **МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ В АЕРОКОСМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Дрозденко О.С., Тімченко С.І., керівник доц. Носко О.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Порошкова металургія дозволяє ефективно змінити процеси виробництва, отримувати вироби з псевдосплавів, що мають нові властивості, в тому числі в аерокосмічній галузі, яка традиційно залишається показником високотехнологічних технологій в державі.

В роботі розглянуто типи порошкових технологій, представлено результати дослідження аспектів та перспектив використання порошкової металургії в машинобудуванні в частині аерокосмічної техніки. Наведено можливі варіанти виготовлення деталей за технологіями порошкової металургії.

Крім традиційної порошкової технології виготовлення деталей (на прикладі виготовлення антифрикційної втулки), розглянуто самопоширюваний високотемпературний синтез (СВС) у вигляді технології безполум'яного горіння, що є екзотермічним хімічним процесом. Для ракетно-космічної техніки особливе значення має можливість створення псевдосплавів з температурою експлуатації, яка наближається до графіту. І це єдина технологія, яка може забезпечити матеріалами

експлуатацію космічного апарату на поверхні сонця з температурою  $5500 \div 6000$  К. Методом моделювання вже передбачено можливість створення матеріалу  $\text{HfN}_{0,38}\text{C}_{0,51}$ , температура плавлення якого має бути на рівні 4435 К. В роботі розглянуто можливість впровадження вже відомої технології отримання деталей ракетного двигуна з складного карбіду танталу-гафнію  $\text{Ta}_4\text{HfC}_5$  - температура плавлення 4263 К. Практичний інтерес має виготовлення деталі критичного перетину сопла для проєкту рідинного ракетного двигуна тягою 10 тс. Попередньо розглянуто технологічний план, в якому забезпечуються параметри СВС:

- Швидкість горіння  $0,1 \div 20$  см/с;
- Температура горіння в неорганічних системах  $700 \div 3800$  К, технологія удосконалюється, є тенденція зниження температури до 800 К;
- Швидкість нагрівання речовини у хвилі горіння 1 тис.  $\div$  1 млн. град/с;
- Потужність запалювання  $10 \div 200$  кал/см<sup>2</sup>·с;
- Тривалість запалення  $0,2 \div 1,2$  с;
- Температура запалення неорганічних систем  $800 \div 1200^\circ\text{K}$ .

Прекурсори:

- порошок Ta1 (99,7 % танталу), з розміром часток  $5 \div 12$  мкм;
- порошок гафнію ГФМ-1 (99,9% гафнію), з розміром часток  $5 \div 12$  мкм;
- Технічний вуглець типу N-772 ASTM (гранульований, 0-200 мкм).

Досліджена можливість використання для проведення реакції тиглів з вогнетриву (галогеніду кальцію) - фториду кальцію  $\text{CaF}_2$ , що є розробкою вчених Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича.

В роботі проаналізована адитивна технологія 3-D друку PBF-LB/M/Nb для виготовлення космічного ракетного двигуна, з використанням системи адитивного виробництва TruPrint 1000 (Trumpf GmbH & Co. AG; Німеччина). Використовується порошок чистого ніобію з ситовою фракцією від 10 до 63 мкм (AMtrinsic Spherical Niobium, Taniobis GmbH, Німеччина). Технологія запропонована в 2020. В Німеччині отримані такі показники: відносна щільність зразків мала найменше значення  $81,55 \pm 0,37$  % для комбінації параметрів  $P = 110$  Вт,  $v = 1250$  мм/с та  $h = 80$  мкм. Найбільше значення щільності було визначено з  $99,74 \pm 0,05$  % для  $P = 150$  Вт,  $v = 750$  мм/с та  $h = 80$  мкм. 25 % зразків мали щільність 99,9 %. Показники твердості матеріалу  $149 \pm 8$  HV<sub>0,1</sub> за стандартом EN ISO 6507-1:2018, виявилися вищими за твердість ніобієвого листового прокату ( $50$  HV<sub>0,1</sub>). Межі міцності та плинності відповідають показникам для листового прокату ніобію.

## **ВИБІР ТА ОПТИМІЗАЦІЯ МАТЕРІАЛУ ТА ПАРАМЕТРІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ШТАМПІВ ЛИСТОВОЇ ШТАМПОВКИ**

**Рожко В. С., Іщук О. О., керівник доц. Аюпова Т. А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Штampi холодного деформування працюють в умовах високих знакозмінних динамічних навантажень, які супроводжуються зношуванням і значним нагріванням робочих частин. Основні причини виходу з ладу інструменту:

- крихке руйнування від високих і змінних діючих напружень, малоциклова втома.
- зміна форми і розмірів штампів в результаті абразивного, ударно-абразивного зносу.
- зміна форми і розмірів штампів в результаті деформації, зминання.

Метою роботи є обґрунтування вибору матеріалу для пуансонів штампів листової штамповки та формування його структури і властивостей.

Розглянуто типи, конструкцію, умови експлуатації штампів холодного деформування, причини втрати їхньої працездатності та основні вимоги до них: зносостійкість, міцність, твердість, яка визначає стійкість металу до стирання.

Вивчено основні етапи виготовлення пуансонів штампів холодного деформування. Опрацьовано хімічний склад сталей, що застосовуються для виготовлення цих виробів та механічні властивості штампових інструментальних сталей.

Методом порівняльного аналізу комплексу механічних, технологічних властивостей та розрахунку відносної вартості сталі встановили, що найефективнішим матеріалом для виготовлення пуансонів штампів холодного деформування є сталь X12M.

Встановлені основні принципи легування сталі X12M: хімічний склад штампової інструментальної сталі X12M встановлений таким чином, щоб забезпечити максимальну твердість, міцність для цього у сталь вводять карбідоутворювачі хром та молібден. Вміст вуглецю складає 1,45...1,65%. Хром утворює карбід  $Me_{23}C_6$ , а молібден –  $Me_7C_3$  та  $Me_{23}C_6$ , а також утворювати карбіди типу  $Me_2C$  та  $MeC$ , які при аустенізації частково переходять до твердого розчину, забезпечуючи отримання після гартування легованого хромом мартенситу. Ці легуючі елементи, утруднюють розпад мартенситу при нагріві, забезпечуючи необхідну твердість. Роль молібдену стає у додатковому посиленні дисперсійного твердіння при відпустці, сприятливого впливі на зменшення схильності до відпускнуї крихкості. Частина карбідів, що не розчинилася, приводить до підвищення зносостійкості сталі.

Проведено аналіз ізотермічної діаграми розпаду переохолодженого аустеніту сталі X12M. Встановлене розділення областей перлітного та бейнітного перетворень за рахунок наявності у складі сталі карбідоутворювачів – хрому та молібдену. Спостерігається утворення області підвищеної стійкості аустеніту між першою та другою сходинками перетворення аустеніту. Температура початку мартенситного перетворення  $M_p$  для сталі X12M складає 230 °C.

Для сталі X12M пропонується термічна обробка, яка складається з попередньої, яка проводиться одразу після кування з метою отримання оптимальної твердості, що забезпечує хорошу оброблюваність сталі, отримання дрібнозернистої рівномірної структури сталі перед наступним загартуванням інструменту, виправлення дефектної структури (сфероїдизуючий відпал при 830...85 °C з додатковою витримкою при 720...740 °C, витримка 2-3 год., піч 50 °C/с до 550 °C, повітря), та завершальної обробки, метою якої є отримання необхідного рівня твердості (загартування з 1000...1020 °C в олії та відпуск при 160 °C, 1...2 год., що забезпечує високий рівень механічних та експлуатаційних властивостей, зокрема твердості більшої за 61...63HRC).

В результаті термічної обробки отримано структуру, що характеризується наявністю мартенситу відпуску, дрібнодисперсними рівномірно розподіленими карбідами та вмістом залишкового аустеніту в межах 10...12%, який в результаті експлуатації може перетворюватися на мартенсит.

## **ПІДВИЩЕННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ МІЦНОСТІ І ВИТРИВАЛОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ**

**Гальонко І.П., керівник доц. Плітченко С.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Підвищення конструктивної міцності і витривалості під час експлуатації відповідальних елементів конструкцій рухомого складу є одним з актуальних напрямків наукових досліджень і розробок. Наведені властивості залежать від

напружено-деформованого стану конструкційних елементів, структурного стану контактуючих поверхонь та кінетики його зміни під час роботи.

До найбільш ефективних методів підвищення характеристик контактної міцності і витривалості за циклічного навантаження відносять технологічні процеси нанесення покриттів, що спрямовані на утворення поверхневого шару з заданими властивостями. Необхідно зазначити, що традиційні технологічні рішення в основному засновані на отриманні одношарових покриттів. Експлуатація виробів з вказаними поверхневими нашаруваннями свідчить, що за короткий термін роботи в умовах інтенсивних циклічних та динамічних навантажень, необернені структурні зміни в металевому матеріалі приводять до неочікуваного зниження пропонованого ресурсу працездатності.

На сьогоднішній час більш доцільно впроваджувати рішення, що спрямовані на модифікацію поверхневих нашарувань, які подібні об'ємам металу з функціонально-градієнтними структурами. Обумовлене це послідовним розвитком процесів деформаційного зміцнення в об'ємах металевого матеріалу покриття з різним структурним станом. Це дозволить, в залежності від терміну експлуатації враховувати рівень очікуваних змін похідних значень експлуатаційних характеристик елементів рухомого складу.

На підставі цього, актуальною є розробка технології формування поверхневого нашарування, що дозволить врахувати не тільки зміну внутрішньої будови і зв'язаного з нею комплексу властивостей, але і визначити оптимальні вихідні параметри структури металевих матеріалів в площині контактуючих поверхонь елементів рухомого складу.

## **ЕНЕРГЕТИКА**

### **РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ**

**Колісник Д.В., керівник доц. Шишко Ю.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Зменшення споживання викопних видів палив та зниження емісії парникових газів в атмосферу є одними з важливих напрямків енергетичної стратегії України. Існує декілька шляхів досягнення цієї мети, серед яких важливе місце займає впровадження енергоощадних технологій серед споживачів теплової енергії з метою мінімізації необґрунтованих втрат. За даними досліджень, проведених Міністерством розвитку громад та територій України, енергоспоживання у житловому секторі України складає майже третину від загального енергоспоживання у країні і знаходиться на другому місці після промислових споживачів, при цьому потреби в тепловій енергії для опалення житлових багатоповерхових будинків в їх існуючому стані сягають 175-250 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік). Тому розробка заходів з підвищення енергоефективності житлових будівель є важливим кроком для підвищення енергетичної безпеки України. Ідеальним з точки зору енергоспоживання варіантом є збільшення в країні будівель з майже нульовим споживанням енергії (NZEB – nearly zero-energy buildings).

Відповідно до нормативних документів в країнах ЄС, наприклад в Польщі, максимально допустимі значення споживання первинної енергії на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання для багатоквартирних житлових будинків, побудованих після 1 січня 2021 року не повинно перевищувати 65 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік), такі вимоги планується запровадити і в Україні. В даній роботі розглядається можливість підвищення енергетичної ефективності житлового будинку 1988 року забудови,

розташованого в м. Чернігів, до параметрів NZEB. Будівля 9-ти поверхова на 34 квартири, площа забудови складає  $416,6 \text{ м}^2$ , загальний об'єм  $11415,7 \text{ м}^3$ , опалювальна площа  $2843,6 \text{ м}^2$ , опалювальний об'єм –  $7867,4 \text{ м}^3$ . Результати розрахунків за методикою, наведеною в ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання» показали, що фактичне енергоспоживання в даній будівлі складає  $209,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$ , з них майже половина ( $111,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$ ) витрачається у системі опалення. Для зменшення енергоспоживання пропонується впровадження в будівлі наступних заходів з енергозбереження з послідовним визначенням їх енергетичної ефективності: утеплення огорожуючих конструкцій будівлі (зовнішніх стін, перекриття останнього та підлоги першого поверхів), заміна віконних та балконних блоків на сучасні металопластикові 3-х камерні, заміна вхідних дверей у під'їзди на металеві утеплені, встановлення індивідуального теплового пункту, уникнення мостиків холоду та втрат теплоти з інфільтрацією повітря, рекуперация теплоти в системі вентиляції тощо.

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ СОРТОВОГО ПРОКАТУ ПРИ ЕКРАНУВАННІ РОЛЬГАНГА**

**Никитюк І.В., керівник доц. Перерва В.Я.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Процес нагрівання металу в печі перед прокаткою є найбільш енергоємною частиною технології гарячої пластичної деформації. Вибір температури нагріву при гарячій обробці металів тиском сильно впливає на якість продукції. У зв'язку з цим вибір температури деформації повинен забезпечувати якісні параметри одержуваного металу з мінімальними витратами палива та електроенергії.

Для зменшення витрат тепла, при транспортуванні заготовок по рольгангу в прокатному цеху, можна використовувати теплозахисний екран. Змонтована експериментальна установка для дослідження охолодження заготовок на екранованому рольгангу та моделювання роботи теплозахистного екрану.

Результати експериментальних досліджень показали, що використання теплозахистного екрану призводить до зменшення втрат тепла. Температура розкату збільшилася на  $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$  порівняно з природним охолодженням. Температура екрану досягає  $350 - 400 \text{ }^\circ\text{C}$ . У разі стабільної роботи температура екрану зростатиме, що потребуватиме створення конструкції з внутрішньою ізоляцією.

Отримані результати експериментальних досліджень використано для порівняння з чисельним моделюванням процесу охолодження. Математична модель процесу теплообміну у прокатних цехах враховує витрати тепла на тепловипромінювання та конвекцію в навколишнє середовище, теплопровідність до валків, рольгангу та інших деталей стану.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ТЕПЛОВОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

**Попов О.С., керівник доц. Форись С.М.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Енергозбереження є однією з найактуальніших проблем сучасності. З ним значною мірою пов'язані економічні й екологічні проблеми. Велика частка енергетичних ресурсів країни витрачається на теплопостачання житлових будинків і

будівель різного технологічного призначення. Тому цілком закономірним є поява в останні два-три десятиліття нового науково-експериментального напрямку в будівництві, пов'язаного з проблемою енергозбереження.

Проблема створення будинків з ефективним використанням енергії дуже актуальна для України. Щоб вирішити цю проблему, треба насамперед розробити загальну концепцію створення сучасного, екологічно чистого, економічного будинку з ефективним використанням енергії. Треба розробити методики і рекомендації з окремих енергозберігаючих заходів, норм проектування елементів будівельних конструкцій енергоекономічних будівель різного призначення

Прагнення зменшити витрати первісної енергії (споживання палива) без зниження чи навіть зі збільшенням віддачі енергії кінцевому споживачу за рахунок більш раціонального способу її перетворення – головна тенденція сучасної техніки. Це відноситься до систем теплопостачання житлових будинків та промислових об'єктів.

Віддавання у кінцевому вигляді енергію у формі низькотемпературної теплоти (вода нижче  $100^{\circ}\text{C}$  чи повітря нижче  $50^{\circ}\text{C}$ ), ці системи споживають для нагріву високоякісне паливо у котельних з нагрівом продуктів згорання до  $1500^{\circ}\text{C}$ , чи, що ще більш марнотратно, електроенергію.

Масштаби витрат палива на теплопостачання дуже великі – більше половини усього котельно-пічного палива. Термодинамічно раціонально використовується тільки та його частина, яка запалюється на теплоцентралях – тут у максимальній степені використовується вико температурне тепло продуктів згорання для виробітки електроенергії, а для теплопостачання – теплоносій той температури, яка близька до необхідної для опалення.

Однак у багатьох випадках використання ТЕЦ може бути нераціональним. Там, де споживачі тепла розосереджені, де не дозволяють природні умови, основним джерелом залишаються різні котельні та пічки. Тепловий насос покликаний у максимальній степені замінити опалювальні вогневі та електронагрівальні установки.

Зниження припливу холоду в опалювальне приміщення дуже важливе. Якісна теплоізоляція приводить до зменшення витрат енергії на вироблення тепла. У зв'язку з цим при проектуванні доводиться вирішувати проблему вибору оптимальної товщини огорожувальних конструкцій, що задовольняє вимогам економічної рентабельності. До огорожувальних конструкцій належать стіни, підлога, покрівля

В роботі виконано розрахункові дослідження роботи геотермальної теплової установки для житлового будинку. Визначені залежності для теплових навантажень та втрат через стіни, підлогу, покрівлю, їхні сумарні витрати до та після теплової ізоляції будинку. Побудовано графіки ефективності роботи геотермальної установки в залежності від періоду року та об'єму будинку.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОЇ РОБОТИ ПАРОВОГО КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТУ ПІСЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ НИЖНЬОЇ РАДІАЦІЙНОЇ ЧАСТИНИ ТОПКИ**

**Максимчук С.А., керівник доц. Форись С.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сьогодні в Україні існує гостра необхідність у технічному переозброєнні діючої пилувугільної теплоенергетики з урахуванням сучасних технологій паливopідготовки, спалювання, високоефективних способів зниження шкідливих викидів в атмосферу.

Використання вугілля для виробництва електроенергії й тепла пов'язане з екологічними проблемами, що виникають при його згорянні. З 103 енергоблоків ТЕС

України 90 працюють на вугіллях шахтного видобутку з незначною часткою збагачення. Близько 92% енергоблоків ТЕС відробили свій розрахунковий ресурс (100 тис. годин), з яких майже 64% перевищили прийнятий в світовій енергетичній практиці граничний ресурс і межа фізичного зношування (170 тис. й 200 тис. годин, відповідно) і вимагають модернізації або заміни.

Крім того, через підвищеної зольності вугілля відбувається фізичне зношування поверхонь нагрівання котлів й їх допоміжного устаткування. У результаті цього загальна встановлена потужність системи знижується, екологічні показники (питомі викиди на 1 кВт·г виробленої електроенергії) погіршуються.

Виконані дослідження теплової роботи парового котельного агрегату потужністю 200 т/г перегрітої пари. Модернізація нижньої радіаційної частини топочної камери, а саме змінення схеми циркуляції пароводяної суміші дозволила підвищити показники роботи котельного агрегату. Так пропонується змінити з послідовної та паралельну роботи екранів в нижній радіаційній частині (НРЧ) екранів. Це дозволить зменшити нерівномірність прогріву та зменшити пульсації температур між пучками труб в стаціонарному та переходних режимах роботи котла. Після модернізації НРЧ були проведена перевірка ефективності та надійності її роботи.

У результаті проведених випробувань та аналізу експериментальних даних можна зробити такі висновки. Приріст ентальпії в НРЧ становить на номінальному навантаженні ~181 ккал/кг, що близько до розрахункових 187,2 ккал/кг. Максимальна температура металу труб панелей НРЧ в стаціонарному режимі в необігрівальній зоні становить 388 °С, чому відповідає ~448 °С в обігрівальній зоні. Це близько до розрахункового рівня температур і значно нижче ніж у НРЧ старої конструкції (460–480 °С).

Розрив температури між трубами панелей НРЧ в стаціонарних режимах найбільша в НРЧ 4 і не перевищує розрахункових 15°С. Розвірка між потоками в НРЧ корпусу не перевищує 20°С. Вибіги температур окремих труб НРЧ у нестационарних режимах не зафіксовані, що свідчить про надійну гідродинаміку реконструйованої НРЧ. Розрив температури між трубами панелей НРЧ в нестационарних режимах короткочасно досягають 25°С, що значно менше від 60–70 °С, які мали місце при випробуваннях котла зі старою НРЧ.

Таким чином реконструкції НРЧ дозволяє підвищити ефективність та надійність роботи котла. Нова конструкція НРЧ забезпечує тривалішу надійність футеровки, в результаті чого досягається краще вигорання палива (зниження  $q_4$ ), збільшення діапазону навантаження при зниженій частці підсвічування природним газом. Економічна ефективність досягається за рахунок: - зниження  $q_4$  на 0,85 %; - збільшення діапазону навантаження. Ефективність за рахунок зниження пошкоджуваності труб НРЧ, що спричиняє необхідність аварійних зупинок одного корпусу котла, враховується за рахунок економії витрат на пускові операції.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВУГІЛЛЯ РІЗНИХ МАРОК**

**Горовий В.Д., керівник доц. Шарабура Т.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

Протягом декількох десятиліть вугільний сектор є невід'ємною частиною української електроенергетичної системи. Зазвичай в Україні третину електроенергії виробляють вугільні теплоелектростанції, а також паралельно ТЕС і ТЕЦ на вугіллі опалюють українські міста. Для раціонального використання вугілля на енергетичних підприємствах та визначення показників ефективного процесу його подальшої термічної переробки необхідно мати інформацію щодо основних характеристик палива.

Тому в роботі були проведені експериментальні та розрахункові дослідження характеристик різних марок вугілля.

До основних характеристик вугілля, що визначають його цінність та ефективність, належать такі: теплотворна здатність або теплота згоряння (визначає витрату палива і транспортні витрати на одиницю енергії); термопродуктивність (являє собою максимальну температуру, якої можна досягти при спалюванні палива в адіабатичних умовах, а також визначає ефективність палива у високотемпературних процесах); вміст баласту, тобто мінеральної неспаленої маси, а також вологи в твердому паливі (чим вищий вміст баласту, тим нижче теплотворна здатність і термопродуктивність); вихід летких речовин, що визначає легкість його запалювання та доцільність застосування в технологічному процесі.

Дослідження проводилися для бурого і кам'яного вугілля та антрациту. За результатами експериментальних досліджень визначено вміст вологи ( $W^p$ ), мінеральної маси ( $A^c$ ) та виходу летких речовин ( $V^{daf}$ ), а при розрахункових дослідженнях встановлено теплоту згоряння ( $Q_p^h$ ) та адіабатичну температуру горіння ( $t_{ад}$ ) палива. Так, для бурого вугілля:  $W^p = 40 \%$ ,  $A^c = 18 \%$ ,  $V^{daf} = 52 \%$ ,  $Q_p^h = 15$  МДж/кг,  $t_{ад} = 1900^\circ\text{C}$ ; для кам'яного вугілля:  $W^p = 12 \%$ ,  $A^c = 21 \%$ ,  $V^{daf} = 35 \%$ ,  $Q_p^h = 28$  МДж/кг,  $t_{ад} = 2100^\circ\text{C}$ ; для антрациту:  $W^p = 5 \%$ ,  $A^c = 15 \%$ ,  $V^{daf} = 7 \%$ ,  $Q_p^h = 34$  МДж/кг,  $t_{ад} = 2250^\circ\text{C}$ .

Також важливою характеристикою палива є його температура займання, що характеризує найменшу температуру горючої речовини за якої над її поверхнею утворюється пара або газу з такою швидкістю, що після їх запалювання виникає стійке горіння. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що найважливішим фактором, який впливає на температуру займання, є ступінь метаморфізму вугілля. Визначено, що для бурого, кам'яного вугілля та антрациту температура займання становить відповідно  $350^\circ\text{C}$ ,  $470^\circ\text{C}$  та  $700^\circ\text{C}$ .

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СУМІСНОЇ РОБОТИ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ТА СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

**Залужна В.Ю., керівник доц. Усенко А.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій**

Безперервне зростання потреб сучасного суспільства в енергії призводить до збільшення споживання викопних паливно-енергетичних ресурсів і, відповідно, до збільшення викиду в атмосферу продуктів згоряння, в тому числі парникових газів, підвищення концентрації яких в атмосфері є однією з ймовірних причин незворотної зміни клімату.

Одним із головних шляхів зниження шкідливих викидів та економії традиційних видів палива є заміна викопного палива на відновлювані джерела енергії (ВДЕ).

Відомо, що на опалення, гаряче водопостачання та кондиціонування повітря у країнах з помірним кліматом витрачається  $25 \div 30 \%$  загального споживання енергії. З метою економії енергії для виробництва теплової енергії у світі широко використовуються ВДЕ.

Метою цієї роботи є проект спільного використання геліосистеми та теплового насосу для потреб теплопостачання житлових та промислових об'єктів.

У роботі розглянуто такі напрямки:

- підвищення ефективності роботи теплового насосу при попередньому підігріві джерела низькопотенційного тепла за допомогою геліоколектора;
- експлуатація спільної системи сонячного теплопостачання та теплового насосу, що дозволить працювати при більш низьких температурах навколишнього

середовища, та призведе до зменшення поверхні нагріву сонячних колекторів та підвищення загального К.К.Д.

Проведено оцінку ефективності порівняно з традиційними котельнями за такими критеріями:

- витрати традиційного палива;
- сумарні шкідливі викиди;
- капітальні витрати (економічний ефект, термін окупності).

В результаті проведеної роботи встановлено залежність підвищення продуктивності теплового насоса від попереднього підігріву низькопотенційного джерела тепла при використанні геліоустановок. Спільна робота теплового насоса та геліоколектора призведе до зниження навантаження на тепловий насос у періоди активної роботи геліоустановки, що дозволить економити енергію, що споживається теплонасосним обладнанням.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ**

**Полторацька З.А., керівник доц. Усенко А.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій**

У роботі наведено аналіз технологій використання ефективних схем роботи акумуляторів енергії спільно з традиційними та альтернативними джерелами енергії.

Завдяки застосуванню акумуляторів енергії забезпечується не лише стабільне і неперервне енергопостачання, а й зростає коефіцієнт використання альтернативних джерел енергії завдяки акумуляції надлишкової та низькопотенційної енергії, яка безпосередньо не може використовуватися споживачами. При цьому згладжуються коливання в електромережі, з'являється можливість перетворювати один вид енергії в інший, залежно від потреб споживача.

Для стабільного та надійного енергозабезпечення споживачів від альтернативних джерел енергії запропоновано ряд енергетичних систем із використанням різноманітних їх комбінацій і комплексним використанням різних типів акумуляторів електричної та теплової енергії. Комплексний підхід до використання альтернативних джерел та акумуляторів енергії забезпечує найбільш повне використання ресурсу енергетичних установок в альтернативній енергетиці.

Таким чином, можливі варіанти комбінованого використання альтернативних джерел і акумуляторів енергії можуть бути такими: комбінація альтернативного джерела енергії (АДЕ) з традиційним джерелом енергії; комбінація АДЕ з акумулятором енергії; комбінація одночасного використання двох або трьох альтернативних джерел енергії; комплексне використання АДЕ декількох видів і різного роду акумуляторів енергії.

Отже, на основі зазначеного та аналізу робіт можна підсумувати наступне. В якості первинних джерел енергії для існуючих комбінованих систем енергоживлення від традиційних та альтернативних джерел використовують енергію Сонця, вітру, малих річок та геотермальних джерел з послідуочим її накопиченням в акумуляторах різних видів і конструкцій, що обумовлено широким спектром завдань і сфер застосування таких систем. Однак, потенціал названих альтернативних джерел не є рівномірно доступним по всій території України, що накладає певні кліматичні та регіональні обмеження у застосуванні таких комбінованих систем. Зазначене дає підстави для пошуку оптимального варіанту системи енергозабезпечення від джерел

енергії, в тому числі і від альтернативних, які повинні бути доступними для використання по всій території нашої країни.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ ВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ РІЗНИХ СТАДІЙ МЕТАМОРФІЗМУ**

**Тугова О.В., керівник проф. Пінчук В.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Перспективні напрями удосконалення відомих та створення нових технологій термічної переробки вугілля пов'язані з використанням різних методів активації органічної речовини вугілля. Основною метою активації вугілля є отримання палива з характеристиками, які забезпечують високі енергетичні та техніко-економічні показники технологічного процесу. Одними з видів активації є механічна активація вугілля - складний фізико-хімічний процес збільшення потенційної енергії речовини та підвищення її хімічної активності внаслідок збільшення поверхневої енергії та енергії внутрішньої будови.

Для оцінки впливу механічної активації вугілля на енергетичний потенціал палива проведено експериментальні дослідження впливу розміру частинок вугілля на теплоту згорання. Дослідженням піддавалися зразки довгополум'яного та газового вугілля з розміром частинок після механічної активації 3-5 мм та 0-250 мкм. Як показали дослідження, теплота згорання зразків вугілля з розміром частинок 0-250 мкм на 5-15 % вище, ніж зразків вугілля з розміром частинок 3-5 мм, що свідчить про зміни молекулярної структури органічної речовини вугілля, що відбуваються, і, в першу чергу, про розрив зв'язків та зміні складу функціональних груп кисню у вугіллі. В подальшому це призведе до збільшення енергії при спалюванні вугілля, що виділяється безпосередньо в топковому пристрої.

Таким чином, цілеспрямована модифікація органічної речовини вугілля за допомогою його попередньої механічної активації дозволяє впливати на теплотворну і реакційну здатність вугілля, інтенсифікувати процес термічної переробки вугілля і керувати температурним рівнем і, як наслідок, складом продуктів переробки, що утворюються.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ ВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ РІЗНИХ СТАДІЙ МЕТАМОРФІЗМУ**

**Пінчук С.А., керівник доц. Шарабура Т.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

У сучасній ситуації збільшення масштабів використання вугілля в енергетиці та промисловості, шляхом цілеспрямованого впливу на структуру вугільної речовини в процесі переробки і використання, можна максимально реалізувати фізико-хімічний потенціал вугілля України. Дослідження закономірностей фізико-хімічних перетворень у процесі термічної активації вугілля, приготованого з вугілля різних марок, дозволить встановити раціональні параметри термічної обробки, які призведуть до бажаних та контрольованих змін властивостей та структури палива, а зрештою призведуть до підвищення ефективності спалювання палива.

Для встановлення температурної і часової межі попереднього термічного впливу проведено експериментальні дослідження в процесі яких проби вугілля ряду метаморфізму піддавалися нагріванню до певних температур в атмосфері повітря протягом певного часу. Аналіз отриманих даних показав: зміни маси, які відбуваються при температурах 150 і 200 °С пов'язані в основному з видаленням вологи, укладеної у

вугіллі. Активне зниження маси проби відбувається при нагріванні на протязі 15 хвилин; після 30 хвилин нагріву активність зниження маси проби значно зменшується.

Встановлено, що зміни, які відбулися в структурі обробленого вугілля, в порівнянні з необробленим вугіллям, створюють умови для найкращої дифузії кисню всередину частинок, повнішого і швидкого виходу на поверхню частинки горючих компонентів і, як наслідок, більш швидкого запалення і стабільного горіння підготовленого вугілля. Отримані дані показують, що в процесі термічної активації вугілля утворюються проміжні сполуки, які суттєво змінюють механізм реакції займання, і термічно підготовлене вугілля має вдвічі більш високу реакційну здатність, ніж непідготовлене. Отже, попередня термічна активація вугілля дозволяє проводити органічну структуру і реакційну здатність вугілля, отже, інтенсифікувати процес спалювання вугілля.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

**Таловиря Т.О., рук. проф. Пінчук В.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів – найважливіше завдання, яке стоїть перед енергетичним та промисловим сектором України. Вирішення цього завдання дозволить зменшити економічну залежність України від покупного палива; скоротити витрати промисловості на комунально-побутовому секторі; знизити викиди парникових газів. Енергозбереження – це багатоаспектне завдання, яке включає впровадження сучасних технологічних процесів; використання нового, менш витратного технологічного та енергетичного обладнання; покращення якості сировини; зниження втрат енергоносіїв; використання методів економічного стимулювання; найбільш раціональне використання енергоресурсів та застосування заходів економічного впливу на підприємства з підвищеним енергоспоживанням.

Прийняття найдієвіших рішень щодо скорочення енерговитрат і викидів шкідливих речовин у навколишнє природне середовище в цілому по підприємству можливе лише на основі аналізу інформації, що відображає повний та всебічний облік впливу всіх факторів технології виробничих процесів.

Для аналізу енергоспоживання та вибору шляхів підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів розглянуто основні особливості формування енергетичних балансів та балансів передільної та кінцевої продукції у металургійному, коксохімічному та гірничорудному виробництвах. Розглянуто основні види товарної продукції, напівфабрикатів та похідних енергоносіїв, які доцільно включати до балансів та для яких доцільно розраховувати наскрізну енергоемність виробництва металургійної продукції.

## **АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В БУДИНКАХ**

**Черняк К.Г., рук. проф. Пінчук В.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

В теперішній час особлива увага приділяється великим резервам підвищення енергоефективності будівель з урахуванням комфортних умов життєдіяльності людей. На даний момент найактуальнішим є питання, пов'язане із споживанням енергії житловими та громадськими будинками. Аналіз показав, що втрати теплоти в будівлі становлять: 40 ÷ 45 % - за рахунок повітрообміну (через вентиляційні отвори, димохід)

з огляду на інфільтрацію; 25 ÷ 27 % - через зовнішні стіни (зовнішні огорожувальні конструкції); 22 ÷ 24 % - через не утеплені двері та вікна; до 11% - через підвал, перекриття, сходові клітки.

Для існуючих будівель можна запропонувати такі маловитратні заходи: ущільнення стиків будівлі та додаткова теплоізоляція даху; ремонт та ущільнення вікон, дверей, влаштування тамбурів; локальне утеплення ділянок стін, включаючи утеплення ніш під опалювальними приладами; утеплення теплопроводів у теплових вузлах та теплових пунктах.

Значні резерви економії палива є у раціональному архітектурно-будівельному проектуванні нових громадських будівель. Значна економія може бути досягнута відповідним вибором форми та орієнтації будівель; вибором теплозахисних якостей зовнішніх огорож; вибором диференційованих з боків світла стін та розмірів вікон; застосуванням у житлових будинках сучасних утеплених вікон; застосуванням вітрозахисних пристроїв; раціональним розташуванням та управлінням приладами штучного освітлення.

### **ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО КИПЛЯЧОГО ШАРУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ШТУЧНОГО ГРАФІТУ**

**Губинський С.М., керівник доц. Шишко Ю.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Основною світовою тенденцією розвитку світової економіки є її декарбонізація з виконанням зобов'язань щодо зменшення викидів парникових газів. Однією з вагомих складових, що пов'язана з значними витратами енергоносіїв і відповідно викидами парникових газів є процеси отримання високочистих графітованих матеріалів, які використовуються у чорній металургії, виробництві алюмінію та літій-іонних акумуляторів. Тому розробка та впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій на основі електротермічного киплячого шару дозволить зменшити емісію парникових газів при виробництві електродної продукції. В роботі визначено екологічну ефективність впровадження інноваційної технології на основі електротермічного киплячого шару у порівнянні з існуючими. В основу методики досліджень покладено запропоновані підходи до розрахунку емісії парникових газів на основі використання питомих показників викидів при виробництві електричної енергії та спалення природного газу. В роботі уточнено методику визначення викидів парникових газів при виробництві електроенергії, що враховує структуру виробництва електроенергії в Україні щодо долі теплових, ядерних та гідро електростанцій, види палива та його якості, технологічні витрати електроенергії під час її транспортування від станцій до споживача, питомі витрати палива на виробництво електроенергії. Розрахунки проведені для чотирьох варіантів технологічного процесу, які реалізовані на ПрАТ «Укрграфіт» та включають стадію кальцинації антрациту у обертових печах чи електрокальцинаторах, стадію графітації у печах Аченсона та Кастнера. Результати розрахунків свідчать, що запропонована технологія отримання дрібнодисперсного штучного графіту 2-6 разів зменшує викиди парникових газів у порівнянні з діючими.

### **ALTERNATIVE ENERGY SOURCES NOWADAYS**

**Kondratyuk K.V., Language supervisor Afanasieva L.V.**

**Ukrainian State University of Science and Technologies**

What is alternative energy? Energy is life and every living creature is part of the energy cycle, and accordingly needs it for existence. This energy is not lost, but is

transformed into other forms. The law of conservation of energy allows mankind to develop mechanical and technical energy conversion systems. Energy in the form of electricity, heat and fuel is currently circulating, as are mandatory medical care, drinking water and food. Fossil fuels have been the main source of energy for a long time. However, progress requires alternative energy sources to meet future needs, as fossil sources such as coal, uranium, oil and gas are exhaustible resources. Researchers and developers around the world are working on the implementation of innovative methods of energy production without resorting to the use of fossil fuels. Energy sources come from both inexhaustible and exhaustible sources. Alternative energy deals with both forms of raw materials.

Alternative energy sources are also called "renewable energy sources" or "regenerative energy sources" and refer to energy sources that are produced exclusively from non-CO<sub>2</sub> primary sources such as wind, water and solar energy. This group also includes energy from biomass and geothermal energy. In fact, the concept of renewable energy sources includes all inexhaustible energy sources. In addition, in the near future, the transition to alternative energy sources will become cheaper than the production of energy sources from fossil resources. Various options for generation of renewable energy allow optimal use of available natural resources.

Today, there is a transformation of approaches to the environment and to fossil energy sources. Government support programs allow homeowners to install solar panels on their roofs. The generated electrical energy can be used with the help of an energy storage device. Depending on the size, a photovoltaic system can provide households with decentralized energy in full. The company's own solar collectors can cut electricity costs by more than half. As a result, the purchase of such a system pays for itself in about two years. The same applies to energy from biomass by installing a family-type, agricultural, industrial and communal biogas plant. In addition to the utilization and energy transformation of organic waste and residues, these facilities provide the owner with energy resources, such as electrical and thermal energy, steam and biomethane.

These products of biogas production can be used for own needs and/or sold in the network. Energy sources are divided into two types: traditional and alternative. The first includes minerals (gas, oil, coal), the second - everything alternative to them (sun, water, wind). The key difference is renewable nature. Traditional sources are exhaustive, accordingly, sooner or later this resource will become unavailable, while alternative sources are endless. The next issue is safety for humanity, the animal world and nature. Every year, people need more electricity, thereby increasing the level of pollution of water bodies, air, and creating new ozone holes. All this is a consequence, for the most part, of thermal power plants. 50% of the world's electricity comes from thermal power plants. They extremely pollute the reservoirs that serve as coolers for them, and also create toxic and radiation pollution. Accordingly, morbidity increases and new, unknown infections appear, rare species of animals die out, and natural disasters rage. That is why renewable energy and heat sources are gaining such popularity. As of 2020, 7.3% of electricity in Ukraine is produced using alternative sources.

## **THE FEASIBILITY OF USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES**

**Krutous Anton, Language supervisor: Afanasieva L.V.**

**Ukrainian State University of Science and Technologies**

The industrial enterprises of Ukraine are quite energy-intensive productions, for which electricity and gas are significant components of the production cost. The question of ensuring the energy security of enterprises is a question of the future. In the conditions of the instability of the external environment, the unpredictability of the energy policy of the state and the

conjunction of world markets, it is already necessary to look for ways to use alternative sources of energy at enterprises. The use of alternative and great energy sources at enterprises and the country can be economically beneficial.

Modern scientists strive to find alternative sources of energy. Alternative energy sources are opposed to traditional sources. The traditional ones, as we mentioned above, include oil, gas and coal. Alternative sources are needed in order to reduce the negative impact of traditional energy sources, which harm the environment and are also exhausted.

There are sources that can provide alternative energy: solar energy, wind energy, water energy, earth energy, biofuel and more. Ukraine has a significant potential of unconventional energy sources in Europe. A number of state programs have been developed for its use, the main one of which is the "Program of State Support for the Development of Non-Traditional and Renewable Energy Sources and Small Hydro- and Thermal Power."

Wind energy is "a branch of energy related to the development of methods and means of converting wind energy into mechanical, thermal or electrical energy". That so much popular type of electrical energy.

Geothermal energy is "transformation of the energy of geothermal waters into any types of energy." Geothermal sources are actually inexhaustible and have a high degree of predictability regarding the amount of energy received. In Ukraine, significant geothermal resources are concentrated in Zakarpattia, Chernihiv, Sumy, Poltava, Kharkiv, Kherson, and Ivano-Frankivsk regions.

## **ЕКОЛОГІЯ**

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОБРАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ ПІДПРИЄМСТВА ПО ВИРОБНИЦТВУ ЦУКРУ**

**Беймо Е.В., керівник доц. Суліменко С.Є.**

**Український державний університет науки і технологій**

Проаналізовані особливості технології переробки цукрових буряків та цукрової тростини у цукор-пісок, визначені основні джерела забруднення води.

Запропонована схема очищення стоків з розподілом потоків стічних вод на три частини, залежно від ступеню забруднення, з використанням біологічних методів очистки: анаеробних та аеробних. Метанове бродіння відбувається в двох окремих резервуарах. У першому резервуарі створюються умови, сприятливі для гідролізу високомолекулярних органічних сполук і утворення летких органічних кислот, і таким чином суттєво скорочується тривалість утворення летючих кислот. У другому резервуарі зі специфічним складом активних форм метанових бактерій відбувається обробка стічних вод, в яких вже пройшла перша фаза бродіння, утворилися летючі кислоти і рН стало рівним 7,2. В результаті зберігаються оптимальні умови і для другого типу мікробної спільноти і весь процес завдяки цьому значно прискорюється. Доочищення стічних вод може бути здійснене шляхом аеробного окислення в одну ступень на аеротенках-змішувачах з регенераторами. В першу частину аеротенку додається коагулянт – сірчаноокислий алюміній. Тривалість відстоювання води у вторинних відстійниках – 1,5 години. Після чого вода надходить в третинний відстійник, куди додається коагулянт з реагентного господарства, а надлишковий активний мул з відстійника повертається в аеротенк. Потім вода надходить в контактний резервуар для дезінфекції, і, повертається в оборот.

Розрахований матеріальний баланс за запропонованою схемою очистки стоків. Також розраховано реагентне господарство для приготування гашеного вапна та розчину коагулянту.

## **ВИКОРИСТАННЯ ГІС ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МАПИ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ СОБОРНОГО РАЙОНУ М. ДНІПРО**

**Винокуров В., керівник доц. Саввін О.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Найбільш відомі та поширені географічні сервіси надаються групою Google. Google Maps - збірна назва для програм, побудованих на основі безкоштовного картографічного сервісу та технології, що надаються компанією Google за адресою <http://maps.google.com>. Сервіс являє собою карту та супутникові знімки всього світу. Із сервісом інтегрований бізнес-довідник та карта автомобільних доріг, з пошуком маршрутів, що охоплює США, Канаду, Японію, Гонконг, Китай, Велику Британію, деякі райони Європи та великі міста України.

За допомогою Карт Google можна створювати власні персональні карти, які мають примітки. Картки користувача можуть містити такі елементи: мітки; лінії; фігури. Після створення картки можна: - додавати описовий текст, - вбудовувати в карту фотографії та відео, - ділитися створеними картами з іншими користувачами, - спільно працювати з іншими користувачами, - відкривати карти в програмі Google Планета Земля.

Для створення або редагування карток необхідно увійти до облікового запису Google. Для перегляду карти вхід до облікового запису не потрібен. Також можна виконувати пошук карток, створених певним користувачем. Щоб створити або змінити карту, послідовно натисніть на посилання "Мої карти" - "Створити нову карту".

Якщо картка вже створена, то для відкриття існуючої карти необхідно знайти її і на лівій панелі та вибрати команду «Змінити». Вкажіть назву та опис картки. Карту можна зробити загальнодоступною або закритою. Використовуйте піктограми у верхньому правому куті картки (відображаються лише при створенні або зміні карти): інструмент «Виділення» використовується для перетягування картки та виділення міток, ліній та фігур; інструмент «Мітка» використовується для додавання міток, потрібно вписати назву мітки, опис, змінити значок, вибір посилання «RTF» відкриває панель інструментів для форматування тексту опису, вставки посилань та зображень; інструмент «Лінія» дозволяє вибрати інструмент для малювання ліній, фігур та креслення ліній, які автоматично прив'язуються до доріг. Закінчивши роботу, натисніть кнопку Готово. До створеної картки можна повернутися будь-якої миті: вона зберігатиметься у Ваших картах і перебуватиме у розділі «Мої карти».

Особлива цінність картки Google - можливість експорту даних. Це особливо необхідно для перенесення даних спостережень до інших геоінформаційних систем (ArcGIS, MapInfo, QGIS тощо) для їх подальшої обробки.

## **УТИЛІЗАЦІЯ ОСАДІВ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД ФЕРМЕНТАЦІЙНО-КАВІТАЦІЙНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ**

**Геращенко Е.В., керівник ст. викл. Мешкова А.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Величезна кількість осадів стічних вод на території України становить загрозу для здоров'я і життя населення. Тому необхідно в терміновому порядку провести інвентаризацію осадів, в повній мірі оцінивши їх кількість і якісний склад компонентів, які містяться в них.

За складом зневоднений осад від очистки побутових стоків являє розсипчасту суміш землястого кольору, поєднання мінералізованого мулу (гумус) і солей фосфатів. В складі осадів, що утворюються в результаті очистки побутових стічних вод, присутні

наступні елементи: P (в перерахунку на  $P_2O_5$ ) – 30 %;  $SiO_2$  – 8 %; CaO – 7 %;  $Al_2O_3$  – 8 %;  $Na_2O$  – 2 %;  $SO_3$  – 4 %; органічна частина – 40 %. Інші елементи містяться в дуже малих кількостях (мікроелементи). До них відносяться марганець, цинк, молібден, бром, хром, кобальт. Визначено шляхом розрахунків клас небезпеки відходу – 5.

Проаналізовані методи переробки осадів побутових стоків. З них можна виділити 4 основних: складування на мулових майданчиках, спалювання, вивезення на полігони твердих побутових відходів, використання в якості добрив. Всі ці методи мають ряд переваг і недоліків. Наприклад, складування на мулових майданчиках призводить до того, що необхідно відводити для них величезні площі за містом, спалювання призводить до забруднення атмосфери, отже, необхідно будувати газоочисні установки, що – є досить дорого та ін. Схеми дуже громіздкі і дорогі. Тому запропонований процес, заснований на методі ферментно-кавітаційного окислення суміші сирого осаду з надмірним активним мулом, після чого виробляють відстоювання, ущільнення і вивантаження обробленого осаду, його зневоднення. Під впливом кавітації в цьому блоці відбувається дегельмінтизація. Що дозволяє на виході отримати екологічно чистий продукт, який можна використовувати в якості добрива.

## **АНАЛІЗ ОБСЯГІВ НАКОПИЧЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Іваненко В.В., керівник проф. Єршомін О.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Однією з найважливіших екологічних проблем Дніпропетровської області є проблема утворення, нагромадження, утилізації й поховання твердих промислових і побутових відходів. До теперішнього часу в області накопичено більш 7 млрд т відходів, з яких близько 2 млрд т ставляться до розряду токсичних.

У Дніпропетровській області розташовано 13 міст і 22 районів, в яких мешкає близько 3,6 млн чоловік. Щорічно населені пункти Дніпропетровської області утворюють більш 1,15 млн т твердих побутових відходів (ТПВ). 67,1 % об'єму ТПВ утворюється у двох найбільших містах області: Дніпро (41,5 %) і Кривому Розі (25,6 %). У цей час структура утвору й утилізації твердих і великогабаритних побутових відходів у м. Дніпро виглядає так.

Правий берег м. Дніпро:

— орієнтовний об'єм утворення твердих і великогабаритних побутових відходів становить 312 тис т на рік (1,8 млн  $m^3$  на рік).

Лівий беріг Дніпра:

— орієнтований об'єм утворення твердих і великогабаритних побутових відходів становить 168 тис т на рік (0,9 млн  $m^3$  на рік).

В м. Дніпро один офіційний полігон для сміття – «Полігон «Правобережний» КП «Еко Дніпро», який є сучасною спеціалізованою інженерною спорудою, де здійснюється організований прийом, розміщення, поховання виключно твердих побутових, промислових інертних та будівельних відходів (IV класу небезпеки). Прийом відходів здійснюється виключно на договірних засадах, з урахуванням надходжень відходів через вагову станцію, в'їзний контроль, з оформленням відповідної довідки про відходи (талона), за фактичним тоннажем, за дотримання показників якості надання послуг. Ведеться окремий облік прийнятих твердих побутових відходів, промислових інертних та будівельних відходів (IV класу небезпеки) за постійного радіометричного контролю спецавтотранспорту. В середньому на полігон приймається від 1 тисячі до 1,5 тисяч т сміття на добу.

## **ВИКОРИСТАННЯ МАКРОФІТІВ ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД**

**Кольчужний Є.І., керівник ст. викл. Мешкова А.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Здатність макрофітів до накопичення, утилізації, трансформації багатьох забруднюючих речовин робить їх незамінними у процесі доочищення стічних вод та самоочищення водойм.

В роботі розглянуті деякі з вищих водних рослин, особливості існування, властивості: ряска мала, пістія, валліснерія і ейхорнія або водний гіацинт.

Ейхорнія – унікальна рослина. Вона здатна переробляти будь-які органічні забруднення, гній, бензин, миючі речовини і вбивати шкідливі мікроби. Сенсацією стало те, що ейхорнія «перетравлює» навіть ракетне паливо – гептил. Коренева система ейхорнії забезпечує високу ефективність поверхнево-адсорбційного поглинання поживних речовин, формує селективні мікробіоценози, які сприяють активній біодеструкції шкідливих речовин та їх біотрансформації у безпечні та поживні речовини. Наведено можливі шляхи переробки біомаси відпрацьованої ейхорнії.

Далі проаналізовані можливості біоплато, фітоценозів, які там існують, та окремих рослин в них для очистки стоків.

Аналіз отриманих даних підтверджує видові відмінності рослин за здатністю акумулювати токсичні речовини. Найбільш інтенсивною азотопоглинаючою і фосфатопоглинаючою здатністю серед вивчених видів має ейхорнія. Акумуляція фенолу, СПАР, хлоридів, сульфатів та нафтопродуктів ейхорнією, валліснерією та ряскою здійснюється з однаковою ефективністю. Найбільш акліматизованою є ряска мала. Вона швидко розмножується і не вимагає створення спеціальних умов для доочищення стічних вод.

## **АНАЛІЗ СКЛАДУ ТА ОБРАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД КОНДИТЕРСЬКОЇ ФАБРИКИ**

**Левченко Є.Ю., керівник проф. Єрьомін О.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Розглянуто питання розробки ефективної двохступеневої схеми очистки стічних вод кондитерських підприємств від полідисперсних забруднень в аеробних умовах, яка дозволить очистити стічні води до показників, які мають задовольняти вимогам до скидання у водойму рибогосподарського призначення.

Порівняльний аналіз складу стічних вод ряду кондитерських підприємств з витратами від 50 до 500 м<sup>3</sup>/добу показав, що діапазон зміни значень за основними інгредієнтами, що нормуються, та співвідношенню БСК/ХСК більш 0,5 підтверджує можливість використання для даного виду стоків біологічного методу очистки, але нестача азотного живлення вказує на необхідність розділення процесу за стадіями для формування специфічного активного мулу на кожній стадії.

Аналіз середнього складу стічних вод та компонентного складу білкових речовин в стоках кондитерських підприємств показав, що стічні води є багатофазною системою, яка містить органічні забруднення, а саме – білки, жири, вуглеводи, які мають різні швидкості окислення та при їх сумісній присутності потребують оцінки їх властивостей та співвідношення питомих швидкостей окислення на стадіях очистки.

Доведена перевага використання для очистки стічних вод кондитерських підприємств від полідисперсних забруднень двохступеневої схеми з муловідділювачами на кожному ступені, що дозволяє скоротити об'єми споруд в порівнянні з одноступеневою.

## **БІОІНДИКАЦІЯ ЗАБРУДНЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ РОСЛИН**

**Левшин А.В., керівник ст. викл. Мешкова А.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Відомо, що вищі і нижчі рослини можуть використовуватися як біоіндикатори забруднення в двох випадках:

а) якщо вони накопичують у своїх тканинах забруднюючі речовини у набагато більш високих концентраціях, ніж відповідні концентрації в геологічному середовищі;

б) якщо їхня чутливість до впливу визначених забруднюючих речовин різко відрізняється від чутливості інших рослин.

У випадку впливу високої концентрації забруднюючої речовини протягом короткого періоду часу можливе сильне (гостре) ушкодження рослини. У результаті загибелі тканини (некрозу) її колір змінюється від металево-сірого до коричневого, а в процесі старіння вона може знебарвлюватися і вигорати.

Хронічне ушкодження рослин виникає при впливі низьких концентрацій ЗР протягом тривалого періоду часу. До ознак хронічного ушкодження відносять бронзове фарбування листів, хлороз і їхнє передчасне старіння.

У природі часто зустрічається як хронічне, так і гостре ушкодження тієї ж самої рослини. Ознаки ушкоджень рослин виявлені й описані у рослин, які вирощені у природних умовах при відомих концентраціях забруднюючих речовин. Потім ці ознаки були підтверджені в лабораторних умовах на рослинах, що піддавалися дії тих самих забруднюючих речовин.

Рослина-індикатор – це така рослина, у якої ознаки ушкодження з'являються при впливі фітотоксичної концентрації однієї чи суміші забруднюючих речовин.

Для моніторингу важлива не тільки якісна, але і кількісна оцінка. Тому метою біомоніторингу є перетворення рослини-індикатора в рослинумонітор. Індикаторами можуть бути ті рослини, що акумулюють у тканинах забруднюючу речовину або продукти метаболізму (обміну речовин), які отримані в результаті взаємодії рослини і ЗР.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕНЕТИЧНО-МОДИФІКОВАНИХ ПРОДУКТІВ НА ЖИВІ ІСТОТИ НА ПРИКЛАДІ ЩУРІВ**

**Лук'янчиков В.А., керівник проф. Єршомін О.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Були проведені дослідження на протязі 3 місяців. В експерименті використовувалися 8 щурів різної статі – 4 самця і 4 самки. Щури для цього експерименту підбиралися однакового віку. Було проведено розділення шляхом випадкової вибірки на 4 пари – 2 пари ставилися до контрольної групи і 2 пари ставилися до дослідної групи

Суть експерименту полягала у використанні різного раціону харчування. Контрольна група в якості корму отримувала натуральні продукти харчування (без ГМО і консервантів), дослідна група в якості корму отримувала генномодифіковані продукти харчування. Порівнювалися прибавки в масі тіла (вимірювання проводилося до настання вагітності самок), самки з дослідної групи на 7,25 % додали в живій вазі більше в порівнянні з контрольними самками. Самці з дослідної групи додали в масі тіла на 12,5 % більше, ніж контрольні самці. Самки під час вагітності з дослідної групи додали в середньому на 12,9 % в масі тіла більше, ніж контрольні самки. Також в контрольній групі на 34,4 % народилося дитинчат більше, ніж у дослідній групі. Смертність дитинчат склала 0 % в контрольній групі, в дослідній групі – 15,38 %. Після

організації експерименту при використанні статистичних даних по масі, довжині тіла і хвоста дитинчат за критерієм U - Манна-Уїтні було підтверджено, що дані ознаки в дослідній групі нижче, ніж у контрольній. Можна зробити висновок, що це викликано впливом на дані показники ГМП. По відношенню до інших факторів впливу тварини містилися в рівних умовах

## **ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПРОВІДНИХ ПРОФЕСІЙНО-ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ У ПРАЦІВНИКІВ ОСНОВНИХ ПРОФЕСІЙ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Мешков О.С., керівник доц. Суліменко С.Є.**

**Український державний університет науки і технологій**

Аналіз показників тяжкості трудового процесу виробництва сирної маси та глазурованих сирків показав, що крім робочих місць оператора заквашкового відділення і лаборанта, які характеризуються тяжкістю праці середнього ступеня (допустимий 2 клас умов праці), інші вивчені робочі місця слід віднести до класу 3.1-3.2 – шкідлива важка праця 1-2 ступеня, беручи до уваги такі показники як фізичне динамічне навантаження, стереотипні робочі рухи і робоча поза. Дослідження напруженості трудового процесу виявило, що за такими показниками, як емоційні навантаження (зокрема, ступінь відповідальності за результат власної діяльності і монотонність навантаження), вивчені робочі місця відповідали 1 і 2 класам – напруженість праці легкого та середнього ступеня. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Гігієнічна оцінка провідних професійно-виробничих факторів у працівників основних професій молокопереробної промисловості (клас умов праці)

Професійні групи	Професійно-виробничий фактор				
	Мікроклімат	Пил	Шум	Важкість праці	Напруженість праці
Оператор по обслуговуванню лінії мийки, лінії пакування, заквашкового відділення	3.1	-	3.1	3.1	2
Машиніст котельної	2	3.1	2	3.1	2
Лаборант	2	-	2	2	2
Вантажник	2	-	2	3.1	2
Слюсар	2	2	2	2	2
Оператор по обслуговуванню лінії пакування	3.1	-	3.1	3.2	2

## **ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА**

**Мукаіо Джаміла Ямбено Батиста, керівник доц. Романько Я.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Створення і функціонування системи моніторингу міста має ґрунтуватися на принципах:

– систематичності отримання інформації про стан компонентів природного середовища;

- об'єктивності первинних даних, аналітичної та прогнозної інформації;
- своєчасності та оперативності надходження інформації від підрозділів, що виконують спостереження, до користувачів інформації, які відповідають за прийняття управлінських рішень;
- комплексності використання екологічної інформації у просторі і часі;
- доступності екологічної інформації для населення України та світової спільноти.

Інформаційно-аналітичне забезпечення прийняття рішень на регіональному рівні полягає у підготовці проектів розпорядчих документів, інформаційно-аналітичних звітів та довідок, а також інформаційно-довідкових матеріалів, таких, наприклад, як карти, схеми, атласи, які повинні бути підготовлені відповідно до вимог законодавчо-нормативних актів та у відповідні терміни, відведені на виконання розпорядженнями, рішеннями, дорученнями, запитами. До механізмів, що можуть забезпечити вказані вимоги до інформаційно-аналітичного забезпечення прийняття рішень, належать такі: надходження та введення, збереження та накопичення, подання і відображення інформації.

Таким чином, концептуально, як інформаційна система система моніторингу міста складається з таких підсистем:

- підсистеми збирання та введення інформації; – підсистеми збереження та накопичення інформації;
- підсистеми аналізу та подання інформації;
- підсистеми захисту інформації.

## **ПОСТАНОВКА НА КАДАСТРОВИЙ ОБЛІК КУРОРТНИХ, ЛІКУВАЛЬНО-ОЗДОРОВЧИХ ТА РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ КРАЇНИ**

**Нетесин С. Д., керівник доц. Саввін О.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сьогодні в Україні, як і у цілому світі, важко уявити систему охорони здоров'я населення без оздоровчого комплексу. У сучасному світі відпочинок, рекреація, туризм, оздоровлення є найвищою соціальною цінністю. Тому за останні кілька десятиріч у світі поступово зростає значення оздоровчого лікування, туризму і рекреації. Таким чином, в Україні обслуговування рекреантів стало не лише самостійною галуззю науки, а й життєво—необхідною. В Україні значну частину природного потенціалу складають: рекреаційні ландшафти, оздоровчі ресурси, природно-заповідні об'єкти, території історико-культурного призначення.

В системі кадастрового обліку територій існує кілька проблем, одна з них це накладення земельних ділянок одна на одну. При тому, що на сьогоднішній день немає більше половини даних про земельні ділянки, уже зараз трапляється плутанина, за неофіційними даними, на сьогодні з понад 17 млн. земельних ділянок, що відображені у Державному земельному кадастрі, близько 3,5 млн. накладаються одна на одну.

Також існує проблема нецільового використання земельних ресурсів. Часто трапляються випадки використання земельних ресурсів з порушенням земельного права у сфері земельних відносин, а саме: прийняття незаконних рішень щодо виділення земель, самовільне зайняття земельних ділянок, їх забруднення або псування, неправомірне та нецільове їх використання.

Для вирішення обох проблем повинна бути проведена повна інвентаризація земельних ресурсів та реформування чинного законодавства, а саме збільшення

відповідальності за порушення вимог земельного та екологічного законодавства за нецільове використання земельних ресурсів.

Площа потенційних рекреаційних територій в Україні становить близько 12,8 % території країни. На сьогоднішній день об'єм освоєних рекреаційних територій які занесені в загальну автоматизовану інформаційну базу даних із присвоєним статусом земель з обмеженою можливістю використання сягає всього-на-всього близько 1,5 % від загальної можливої площі територій природно-охоронного значення. З цього випливає необхідність збільшення об'ємів проведення обліку та моніторингу земельних ділянок рекреаційного значення.

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ГАЗООЧИСТОК ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Пікуш О., керівник доц. Прокопенко О.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Виконаний аналіз складу стоків від газоочисток доменних печей, з'ясовано, що основний компонент забруднення – зважені речовини. Розглянутий вплив стічних вод доменного виробництва на екологічні системи водойм в разі експлуатації прямооточної системи водопостачання.

Зважені тверді частинки сприяють утворенню стабільних водних суспензій, при цьому погіршуються прозорість та інші органолептичні властивості, знижується активність фотосинтезу водоростей.

У технологічних схемах очищення стоків газоочисток доменного виробництва застосовуються такі методи: відстоювання, коагуляція із застосуванням поліакриламід, осадження під дією відцентрових сил, фільтрування.

Запропонована технологічна схема і виконаний розрахунок матеріального балансу. Схема передбачає очистку води в гідроциклонах, в відстійниках радіальних з камерою пластівцеутворення, двоступеневу рекарбонізацію, охолодження води в вентиляторній градирні та стабілізацію свіжої води, яка подається для підживлення оборотної системи.

Розраховані основні параметри апаратів для очистки: гідроциклона та відстійника.

Потужність гідроциклона – 517 м<sup>3</sup>/год. Діаметр гідроциклона – 2 м. Кількість гідроциклонів – 12 шт.. Діаметр відстійника – 3 м. Висота зони осадження – 1,5 м. Висота циліндричної частини – 2,44 м.

## **ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ПрАТ «ВОЛОДИМИР-ВОЛИНСЬКА ПТАХОФАБРИКА» НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛОЇ ТЕРИТОРІЇ**

**Пільщикова А.А., керівник ст. викл. Мешкова А.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

"Володимир-Волинська" птахофабрика є доволі великим підприємством, що випускає продукцію під марками "Епікур" та "Чебатурочка".

Волинська область традиційно асоціюється з відносно невеликою кількістю викидів забруднюючих речовин, проте з року в рік відбувається погіршення якості довкілля, санітарного стану територій, фіксуються перевищення концентрацій забруднюючих речовин над ГДК.

Підприємство ПрАТ «Володимир - Волинська Птахофабрика» є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря (за обсягами викидів). Склад та обсяги викидів в атмосферне повітря від цього підприємства наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Склад та обсяги викидів в атмосферне повітря

ПрАТ «Володимир - Волинська Птахофабрика»	383,68 т/рік	100 %
Тверді речовини	6,766	1,7
Сполуки азоту	12,299	3,2
Оксид вуглецю	5,648	1,47
НМЛОС	0,17	0,04
Метан	352,8	91,9
Аміак	4,359	1,14
Сірководень	5,985	1,6

Під час роботи птахофабрики на 400 тис. курей-несучок утворюється понад 35 млн л стічних вод на рік. Основною проблемою є недостатнє очищення забруднених стоків, які, потрапляючи у річки та підземні води, забруднюють їх токсичними речовинами та патогенними мікроорганізмами.

#### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГАЛІТОВИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ**

**Пухальська В.А., керівник ст. викл. Мєшкова А.Г.  
Український державний університет науки і технологій**

Значна кількість твердих відходів утворюється у виробництві калійних добрив з сильвініту. На 1 т хлориду калію утворюється 1,8-2,6 т галітових відходів. Складування галітових відходів вимагає великих площ і веде до засолення ґрунту, підвищенню вмісту мінеральних солей в підземних водах. Галітови відходи можна переробляти на поварену сіль. В даний час на заводах калійних добрив накопичено в надлишку понад 500 млн т галітових відходів. Їх використання становить не більше 5,6 млн т на рік. Поховання галітових відходів іноді проводять і в вироблені рудники, але таким способом вирішити проблему неможливо. При отриманні 1 т KCl у вигляді відвалів утворюється 2-3 т галітових відходів, що мають приблизно наступний склад (на суху речовину): 90-96 % NaCl, 0,1-2 % CaSO<sub>4</sub>, 0,02-0,06 % CaCl<sub>2</sub>, 1,8-5 KCl, 0,04-0,2 % MgCl<sub>2</sub>, 1-4,5 % нерозчинного залишку, 5-6 % вологи.

Окрім основних напрямків утилізації галітових відвалів, пов'язаних з отриманням металевого натрію, соди, лугу і хлору, на основі відвальних хлоридів отримують також наступні матеріали: інтенсифікатори твердіння бетонів; добавки, що дозволяють використовувати будівельні розчини при низьких температурах; пластифікатори цементних розчинів; антфрости, що перешкоджають змерзання матеріалів, що зберігаються і транспортуються; наповнювачі для гум і пластмас; бурильні і промивні розчини; поживні і структуруючі добавки до ґрунту; протиожеледні суміші.

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ЕЛЕКТРОФЕРОСПЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА

Репешко М.М., керівник доц. Романько Я.В.

Український державний університет науки і технологій

Була вивчена технологія виробництва ферохрому. Одним з джерел утворення стічних вод у виробництві ферохрому є мокра газоочистка. Основні забруднювачі, що надходять в воду: ціаніди (до 700 мг/л), хлориди (до 1000 мг/л), сульфати (до 1200 мг/л), зважені речовини (до 2000 мг/л). Описано їх вплив на екологічні системи водойм.

Розраховані умови скиду стічних вод в поверхневі водойми (концентрації речовин перед пунктом водокористування, максимальні концентрації, допустимі для скиду). Проаналізовані існуючі схеми очищення стоків виробництва феросплавів і на підставі цього аналізу запропонований основний метод очищення для повернення води в виробництво: коагуляція з флокуляцією і вапнуванням. Розглянуто фізико-хімічні основи обраного методу очищення. Запропонована оборотна схема водопостачання, в склад якої входять: реагентне господарство коагулянта, флокулянта, апарати для приготування вапняного молока, гідроциклон, змішувач, радіальний відстійник з камерою коагуляції. Розрахований матеріальний баланс процесу очищення: залишкові концентрації в оборотній воді зважених речовин – 30 мг/л, сульфатів – 160 мг/л, хлоридів – 50 мг/л, ціанідів – 0,14 мг/л. обраний і розрахований відкритий гідроциклон (діаметр 2 м, кількість гідроциклонів – 3), розраховані параметри змішувача і камери утворення пластівців.

## АНАЛІЗ СКЛАДУ СТІЧНИХ ВОД ВИРОБНИЦТВА КОНСЕРВІВ З РИБИ ТА СХЕМ ЇХ ОЧИСТКИ З ОБРАННЯМ РАЦІОНАЛЬНОЇ

Дурдисва Д., керівник доц. Романько Я.В.

Український державний університет науки і технологій

У кваліфікаційній роботі бакалавра була запропонована схема очистки стічних вод виробництва консервів з риби.

Вивчена технологія виробництва на підприємствах з виробництва рибних консервів. Надана характеристика стічних вод, що утворюються, їх склад, проаналізований вплив на навколишнє середовище. Виконаний огляд сучасних методів очистки стоків, які містять органічні речовини, жири та біогенні елементи.

Порівняльна характеристика стічних вод типового підприємства по виготовленню рибних консервів надана в таблиці 1.

Сравнительная характеристика сточных вод рыбохозяйственного предприятия

№ п/п	Наименование вещества	Единицы измерения	Концентрация в сточной воде	ПДК для водоёмов рыбохозяйственного назначения
1	Взвешенные вещества	мг/л	1200	Увеличение концентрации не более чем на 0,75 мг/л
2	ХСК	мг O <sub>2</sub> /л	2000	30
3	Азот аммонийный	мг/л	31	0,4
4	Фосфаты	мг/л	9	0,2
5	Жиры	мг/л	1000	0,3

В схемі очистки, що пропонується, задіяні найбільш сучасні технології

очистки: кавітація, озонування, адсорбція. В якості основного апарата для очистки використаний радіальний флотатор.

Запропонована схема дозволить очистити стоки до гранично-допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення. Ефективність схеми підтверджена розрахунком матеріального балансу процесу очистки.

### **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА – ОДНА З ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ**

**Житніков А.І., керівник доц. Саввін О.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Взаємовідносини людини і природи споконвіку були непростими. Але особливого загострення вони набули наприкінці ХХ ст., коли господарсько-перетворююча діяльність людства за масштабністю та інтенсивністю зрівнялася з природними геологічними процесами і фактично поставила земну цивілізацію на межу екологічної катастрофи.

Аналіз антропогенного впливу на природні екосистеми свідчить, що швидкість деградації довкілля набула таких масштабів, які вийшли за межі швидкості біологічного пристосування живих організмів до середовища існування, тобто втрачена стійкість екосистем. Якщо за акумулюючий показник результатів впливу антропогенного "тиску" на навколишнє середовище взяти здоров'я населення, то об'єктивні медичні дані свідчать про все зростаючий вплив екологічних чинників на фізичний потенціал нашого суспільства. Тому на перший план стратегії виживання людства повинні ставитися питання екологічно безпечного існування (проживання) людини.

Проблеми навколишнього середовища, як правило, впливають на життя країни як вирішальний чинник або як складова національного добробуту й потенційних можливостей держави. Отож національна й міжнародна безпека неможлива без урахування екологічного фактору. Це призвело до формування нового напрямку в екологічній сфері діяльності - екологічної безпеки.

### **ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

**Зубков К., керівник доц. Саввін О.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Оцінка впливу на довкілля згідно європейського підходу, перенесеного до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», є процедурою, за допомогою якої вплив на довкілля планованої діяльності, враховується компетентним органом під час прийняття рішення про погодження такої діяльності.

Етапи оцінки впливу на довкілля:

- 1) підготовку суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля;
- 2) проведення громадського обговорення;
- 3) аналіз уповноваженим органом інформації, наданої у звіті з оцінки впливу на довкілля, будь-якої додаткової інформації, яку надає суб'єкт господарювання, а також інформації, отриманої від громадськості під час громадського обговорення, під час здійснення процедури оцінки транскордонного впливу, іншої інформації;
- 4) надання уповноваженим органом мотивованого висновку з оцінки впливу на довкілля, що враховує результати аналізу, передбаченого пунктом 3 цієї частини;
- 5) врахування висновку з оцінки впливу на довкілля у рішенні про провадження планованої діяльності.

Закон також регламентує ще один етап, який передує підготовці суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля визначення обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що підлягає включенню до звіту із оцінки впливу на довкілля (частини 7-10 статті 5 Закону). На цьому етапі визначається, що саме і на скільки глибоко буде досліджено у звіті із оцінки впливу на довкілля. Вже на цьому етапі залучається громадськість.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ КАМЕРНОЇ ПЕЧІ НА  
ПИТОМИЙ ВИДАТОК ПАЛИВА ПРИ НАГРІВАННІ ЗЛИТКІВ**  
**Штацький М.О., керівник доц. Радченко Ю.М.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Для печей металургійних підприємств України, основними напрямками зниження питомого споживання палива при тепловій обробці матеріалів визнані: оптимізація і раціоналізація режимів нагріву; підвищення ефективності роботи пристроїв, що утилізують теплоту продуктів згоряння; зниження теплових втрат з робочого простору.

Специфічною проблемою рекуперативних нагрівальних колодязів, з опаленням з центру поду, є зниження теплової потужності печі на протязі її міжремонтної кампанії. Це пов'язано з порушенням герметичності рекуператорів для підігріву повітря, що використовується для спалювання палива.

Для умов існуючого металургійного заводу, виконали розрахункове дослідження роботи рекуперативних нагрівальних колодязів з різною початковою максимальною потужністю. В результаті визначили питому витрату палива на нагрів злитків для різних умов роботи.

Виконані розрахунки показали, що величина початкової максимальної теплової потужності осередку має вирішальний вплив на весь хід процесу нагріву злитків, а значить і на показники теплової роботи колодязя.

Встановлено, що при роботі з початковою тепловою потужністю меншою за 10,0 МВт, відбувається стрімке падіння годинної продуктивності печі, що призводить до зростання питомої витрати палива на нагрів.

Стабілізація початкової теплової потужності нагрівального колодязя на протязі всієї кампанії забезпечує зниження питомої витрати умовного палива з 66,48 до 51,47 кг/т.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИКИДІВ КОКСОВОГО ЦЕХУ НА СТАН  
ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ**  
**Ткач А., керівник доц. Суліменко С.Є.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Особливу небезпеку для стану повітряного басейну поряд з організованими викидами з димових труб являють неорганізовані залпові пилогазові викиди при завантаженні вугільної шихти у коксові печі, вивантаженні з них розпеченого коксу та його охолодженні у башті мокрого гасіння.

Основними шкідливими інгредієнтами пилогазових викидів є вугільний і коксовий пил, оксиди вуглецю, сірки та азоту, аміак, сірководень, фенол, бензол, ціаністий водень, нафталін, бенз(а)пірен. Деякі сполуки цих речовин володіють ефектом сумачії; пил містить сполуки марганцю, міді, цинку, кадмію, свинцю.

Максимальні концентрації більшості шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери від неорганізованих викидів при виробництві коксу значно перевищують їх ГДК<sub>м.р.</sub>

Запропонована гідроінжекція газів, які утворюються при завантаженні шихти, в газозбірники зменшує викиди в атмосферу при цій операції на 90 %.

Розроблена системи безпилової видачі коксу, яка передбачає відбір пилогазової суміші за допомогою парасольки удосконаленої конструкції та двохступеневе її очищення спочатку в груповому циклоні ЦН-15×6УП, а потім в мокрому коагуляційному пиловловлювачі КМП-7/1. Цій захід забезпечує локалізацію викидів в атмосферу та зниження вмісту коксового пилу у них на 99,8 % та інших забруднювачів на 95 ÷ 96 %.

Реалізація результатів роботи дозволяє гарантовано знизити максимальну приземну концентрацію шкідливих речовин від викидів при виробництві коксу до санітарних норм, сприятиме зменшенню захворюваності населення, збереженню біологічних ресурсів промислових регіонів і запобіганню деградації природних екосистем.

### **РОЗРОБКА СХЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ВИРОБНИЦТВА СВИНЦЕВИХ АКУМУЛЯТОРІВ**

**Філоненко Д. С., керівник доц. Романько Я.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Розглянута технологія виробництва свинцевих акумуляторів, джерела утворення стічних вод, концентрації забруднень – сульфатів (3000 мг/л), свинцю (20 г/м<sup>3</sup>). Описаний вплив свинцю і сульфатів на екологічні системи водойм і людини. Охарактеризована існуюча на Дніпропетровському акумуляторному заводі схема очищення стічних вод, в яку входять такі споруди: горизонтальний відстійник, три реактори, тонкошаровий відстійник, фільтр. Схема ґрунтується на хімічних методах очищення і пов'язана з великою витратою коштовних реагентів. Аналіз даних щодо ефективності схеми показав що вона не забезпечує необхідного ступеня очищення. Проаналізовані можливі методи очистки стоків.

З екологічної точки зору, експлуатація прямоточної системи водопостачання неможлива. Запропонований основний метод очищення для повернення води в у виробництво – електроліз. Розглянуто фізико-хімічні основи обраного методу очищення. Запропонована технологічна схема очищення, в яку входять: реагентне господарство коагулянта, флокулянта, апарати для приготування розчину луґу, електролізер, фільтр, апарати для відстоювання. Розрахований матеріальний баланс процесу очищення і параметри електролізера. Запропонована схема дозволяє очистити воду до вмісту свинцю – 0,01 мг/л, сульфатів – до 150 мг/л. Сила струму, необхідна для виділення речовини в розчин – 0,58 А, ширина реактора – 50 см, довжина – 8 м, швидкість руху води – 27 м/год, відстань між електродами – 8-10 мм.

### **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНОЇ ЕКОСИСТЕМИ Р. ІНГУЛЕЦЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ**

**Чапалюк М., керівник ст. викл. Мешкова А.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

Гідроекологічний стан басейну р. Інгулець формується у результаті складної взаємодії та комплексного впливу природних і антропогенних факторів. Отримані результати вказують на те, що пріоритетними забрудниками води на даній території є марганець та свинець. Спостерігається значна варіація їх концентрацій за точками пробовідбору.

Проведені дослідження рівня накопичення важких металів у воді нижньої частини басейну річки Інгулець показали, що середня концентрація свинцю, нікелю, марганцю та міді складає 3,4; 0,89; 0,24; 0,25 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно. Усі показники перевищують значення ГДК, що вказує на незадовільний стан гідроекосистеми річки.

Інтегральним проявом дії модифікуючих (антропогенних) факторів є специфічне водне середовище (природно змінені гідроекосистеми), екологічну оцінку стану якого слід ідентифікувати, як за нормативними, так і за біоценотичними методами контролю із застосуванням трьох напрямків досліджень: екосистемного – визначення структурно-функціональних особливостей розвитку гідроекосистем за довгостроковий період із врахуванням просторово-часових змін; екологічного (гідробіологічного) – визначення біотичного спрощення структури гідроекосистем; ресурсного – визначення рівня якісного виснаження вод. Засвідчено, що екологічна оцінка стану водної системи Інгулець за нормативними показниками (зміна якості природних вод за індексом забрудненості води, екологічним індексом та його складовими, хімічним складом води із врахуванням перевищення кратності ГДК речовин та елементів антропогенного походження) не дає змогу оцінити інтенсивність процесів біосинтезу та біотрансформації в гідроекосистемах, а тим самим визначити функціональні можливості природного ресурсу (гідробіоценозів) за асиміляційним потенціалом.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ВИРОБНИЦТВА КОКСУ З РОЗРОБКОЮ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ**

**Чапалюк О., керівник доц. Прокопенко О.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Розглянута технологія коксування кам'яного вугілля, проаналізовані викиди в атмосферу з опалювальної системи коксових печей та викиди шкідливих речовин при гасінні коксу. Охарактеризовані тверді відходи, які утворюються в даному виробництві. Фус кам'яновугільний складається зі смоли кам'яновугільної (50-80 %), фенолу (до 10 %), вугільного та коксового пилу (до 5 %). «Кисла смолка» містить бензолні вуглеводні (25 %), воду (до 25 %), сірчану кислоту (20 %), сульфокислоти (20 %), золу (5 %). Далі були проаналізовані джерела забруднення води в коксохімічному виробництві та робота установки біохімічного очищення оборотної води. Фенольна вода, яка надходить після очищення на БХУ підприємства не задовольняє вимогам до якості оборотної води по ХСК, фенолам, роданідам та смолам. Воду необхідно доочищати.

Для скорочення викидів шкідливих речовин з гасильних веж, потрібно доочищати стоки після біохімічної очистки. Пропонується це робити за допомогою 2-х ступеневої адсорбції в адсорбційному фільтрі з нерухомим шаром адсорбенту. В якості адсорбентів можливо використовувати коксовий, вугільний пил, полукокс, кокс замість відомих та дорогих сорбентів. За запропонованою системою очищення розраховано матеріальний баланс. В результаті отримали таблицю порівняльної характеристики якості води, після запропонованих заходів, яка задовольняє нормам щодо води, яка використовується в оборотних циклах коксохімічного виробництва. Виконано розрахунки основних технологічних параметрів обладнання для очистки води: флотатора, аеротенка, вторинного відстійника, адсорбційного фільтра.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПОЛІГОНУ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТУ**

**Артеменко В.Р., керівник проф. Єрьомін О.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

В роботі передбачається організація збору відходів, що утворюються у 4-х населених пунктах. Ділянка, призначена для розміщення полігону, розташована від найдальшого пункту (пункт №3) на відстані 22,5 км і від найближчого-на відстані 11.2 км. Збір твердих побутових відходів в населених пунктах передбачається вести в сміттєзбірні ємності (бункери) місткістю 0,75 м<sup>3</sup>. Транспортування від місць накопичення твердих побутових відходів до полігону передбачається сміттєвозами КО-415 А з об'ємом кузова 23 м<sup>3</sup>.

Були виконані необхідні розрахунки для будівництва полігону поховання твердих побутових відходів. Чисельність населення населених пунктів: 266000 чол. Розраховано кількість відходів протягом року: 94232420 кг/рік. Площа земельної ділянки для складування відходів становила – 25 га. Глибина котловану – 2,19 м. Нижній захисний екран пропонується виконати у вигляді глиняного замку. Спроектовано систему дегазації полігону. Для дегазації потрібно 9 газозбірних траншей перерізом 0,2 м<sup>2</sup> – кожна. Розглянуто схему адміністративно-господарської зони. Запропоновано систему моніторингу полігону, а також заходи щодо закриття та рекультивації полігону твердих побутових відходів.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО ВОДНЮ В ЯКОСТІ ПАЛИВА ДЛЯ НАГРІВАЛЬНОЇ ПЕЧІ**

**Гмизіна В.М., керівник доц. Гупало О.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Згідно із зобов'язаннями України щодо запобігання змін клімату, до 2030-го року скорочення викидів парникових газів повинно бути забезпечено на 65% від рівня 1990 року (або 6,5% від рівня 2019 року). В галузі металургії та машинобудування найперспективнішими шляхами виконання зазначених зобов'язань є підвищення енергоефективності теплотехнічних агрегатів, що використовують для опалення викопне паливо – природний газ, та переведення таких агрегатів на опалення відновлювальним воднем, або сумішшю природного газу та водню.

З метою зниження викидів парникових газів при тепловій обробці металу в роботі виконано дослідження техніко-економічних показників нагрівальної печі при її опаленні природним газом, відновлювальним воднем або їх сумішшю різного складу, запропоновано заходи щодо підвищення енергоефективності печі, розраховано зміну витрати палива та викидів діоксиду вуглецю від впровадження запропонованих заходів. Дослідження виконано з урахуванням існуючих технологічних обмежень та вимог до якості теплової обробки металу. На підставі розрахунків витрат на теплову обробку металу визначено ціну відновлювального водню, яка забезпечить беззбитковість впровадження розроблених заходів.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ ВИКИДІВ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ЦЕХУ ФЕРОСПЛАВНОГО ЗАВОДУ**

**Маковецький О.В., керівник проф. Єрємін О.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Охарактеризований стан атмосферного повітря м. Нікополь, викиди, що відходять від підприємства «НЗФ» та агломераційного цеха. Розраховані приземні концентрації забруднюючих речовин та побудовані ізолінії. Проаналізований вплив забруднюючих речовин на довкілля і можливі технологічні заходи щодо скорочення шкідливих викидів.

Проведений аналіз відомих схем очищення пилогазових викидів агломераційних машин, основних типів пиловловлювачів та аналіз ефективності роботи існуючої пилогазової системи очищення викидів агломераційного цеха ПАТ «НФЗ», яка складається з групових циклонів та труби Вентурі. Дана система не забезпечує очистку викидів з належною ефективністю.

З метою забезпечення екологічних нормативів якості навколишнього середовища, запропонована блок схема, відповідно до неї розроблена технологічна схема, яка складається з групових циклонів та рукавного фільтру. Був проведений розрахунок на основі якого обраний рукавний фільтр ФРІР– 7000. Також була розрахована ефективність схеми очистки, яка склала 99,9 %.

## **АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

**Санько Д.В., керівник ст. викл. Сухарева М.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сучасна індустріальна діяльність супроводжується надходженням у біосферу побічних продуктів. У формі твердих відходів промисловості надходить щорічно 20-30 млрд т різних речовин, з них 50 % – органічних. З твердими відходами на поверхню ґрунтів надходять забруднювачі навколишнього середовища, серед яких найбільш небезпечними вважаються ртуть, свинець, кадмій, миш'як, селен і фтор.

Забруднення ґрунтів важкими металами має різну природу, але переважно це відбувається при спалюванні викопного палива: вугілля, нафти, горючих сланців. Антропогенна діяльність на порядок збільшила надходження свинцю і кадмію. Головне джерело забруднення ґрунтів свинцем – вихлопні гази автомобілів. Щорічно з ними надходить більш 250 тис. т свинцю. Важкі метали надходять у ґрунт також з добривами і пестицидами.

Але сьогодні найбільша загроза для стану ґрунтів України це війна, яку розв'язала російська федерація проти нашої держави. Війна вплинула на кожний компонент довкілля – тваринний і рослинний світ, воду, повітря, ґрунт. Наслідки цього негативного впливу будуть довгостроковими та матимуть не лише локальний, а й глобальний характер. За останніми скромними оцінками, збитки довкіллю України від війни становлять 1,35 трлн гривень. Багато територій заміновано. Розриви мін призводять до забруднення ґрунтів важкими металами – свинцем, стронцієм, титаном, кадмієм, нікелем. Іноді це робить ґрунт непридатним для подальшого сільськогосподарського використання. Тому після закінчення війни знадобиться багато часу, матеріальних ресурсів та новітніх технологій для відновлення ґрунтів України.

## **АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ТА МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ДІОКСИНІВ В МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Строценко М., керівник проф. Єр'омін О.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Діоксини є ксенобіотиками та кумулятивними отрутами, які мають потужну мутагенну, канцерогенну, тератогенну, ембріотоксичну та імунодепресантну дію; вони блокують функції клітин та запускають у них ланцюговий механізм руйнівних процесів.

Джерела емісії діоксинів – спалювання відходів, горіння палива в енергетиці, неконтрольоване спалювання сміття, пожежі на звалищах. Частка металургії у загальних викидах становить 20-25 % і переважна більшість їх припадає на агломераційне і електросталеплавильне виробництво.

Діоксини в металургійних процесах утворюються за рахунок взаємодії при температурах 250-450 °С органічних сполук та хлору, які присутні в аглошихті та металобрухті для електроплавлення.

Для скорочення викидів діоксинів при агломерації руд необхідно обмеження використання в шихті забрудненої окалини, води з підвищеним вмістом хлоридів, пилу з очисних апаратів, виключення з її складу полімерних покриттів, плівок, нафтопродуктів, а в електроплавленні – зниження вмісту хлору в брухті за рахунок його очищення від забруднення полівінілхлоридом та мастильно-охолоджувальними рідинами. Перспективним є застосування в системах газоочищення електрофільтрів та окисних каталітичних конвертерів; вдування активованого вугілля або порошку лігніту в потік газів перед фільтрами; використання інгібіторів процесу утворення діоксинів. В агломераційному виробництві найбільш ефективним є використання рециркуляції газів, що відходять, а в дугових печах – термічне знешкодження діоксинів зі швидким охолодженням димових газів.

Виконання комплексу заходів технологічного та природоохоронного характеру дозволить значно знизити викиди діоксинів у процесах агломерації залізної руди та одержання сталі в дугових печах та забезпечити відповідність вмісту їх у газах, що відходять, нормативам ЄС.

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ У ДУГОВИХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНИХ ПЕЧАХ**

**Павліщук Е.І., керівник доц. Ступак Ю.О.**

**Нікопольський факультет УДУНТ**

Незважаючи на постійну модернізацію, що відбувається у сталеплавильному виробництві, воно має певні недоліки, в тому числі – щодо впливу на довкілля. Ці недоліки можливо усунути, але це потребує подальшого вдосконалення устаткування, що застосовується. Підвищене виділення газів негативно позначається на здоров'ї людей і атмосфері. Шум, який супроводжує роботу даного обладнання, є занадто великий. Сучасні ДСП третього покоління являють собою не тільки високопотужні, але і високомеханізовані та автоматизовані високопродуктивні агрегати, які обладнані елементами стін та склепіння, які охолоджуються водою, паливно-кисневими пальниками та кисневими фурмами, пристроями для завантаження сипучих матеріалів (шлакоутворюючих, феросплавів, окатишів, фрагментованого брухту) через спеціальний отвір у склепінні, системи відбору проб та заміру температури металу (та внутрішньої поверхні футерівки), більш швидкодіючими механізмами та більш удосконаленими регуляторами потужності, оснащені керуючими обчислювальними

комплексами. Але проблема відводу газів та пилу від печей залишається доволі гострою. За результатами досліджень різних авторів основним компонентом пилу є залізо (від 30 до 70%) у вільному стані та у вигляді сполук. Продувка ванни металу киснем, що застосовується, призводить до різкого збільшення викидів газів та забрудненості їх пилом, у складі якого може бути до 75 % часток розмірами менш ніж 1 мкм, що потребує використання рукавних фільтрів та/або електрофільтрів, які б забезпечували надійне очищення. Зменшення рівня шуму, що є наслідком, переважно, т.з. «ударних» режимів роботи ДСП, можливе як за рахунок обладнання печі звукопоглинальними екранами (кожухами), так і за рахунок оптимізації режимів горіння електричних дуг. Проекти конструкцій сучасних ДСП повинні передбачати використання прогресивних рішень, що сприяють покращенню екологічних аспектів виробництва.

### **ВПЛИВ БУДІВНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ** **Осадча О.Р., керівник доц. Безовська М.С.** **Український державний університет науки і технологій**

Кожен етап будь-якого будівельного проекту має вплив на навколишнє середовище: використання сировини, транспортування матеріалів від джерела до будівельного майданчика, використання води, а також видалення та утилізація відходів. Зокрема джерелами впливу на екосистеми під час будівництва є:

- нові матеріальні об'єкти (будівлі, споруди), що розміщуються на передбачуваному майданчику;
- елементи основної та допоміжної технологій, функціонування яких є причиною зміни ландшафтів та забруднення навколишнього середовища;
- об'єкти, життєвий цикл яких пов'язаний з будівництвом чи експлуатацією у майбутньому;
- об'єкти раніше здійснюваної, але на даний момент припиненої господарської діяльності (відвали, терикони, накопичувачі, сміттєзвалища тощо).

Всі названі аспекти впливають на стійкість екосистем і знижують якість навколишнього середовища або прямо, або побічно.

Для розробці будівельних проектів обов'язково розробляються спеціальні рішення, спрямовані на зниження навантаження на навколишнє середовище та розробку конкретних компенсаційних заходів. При цьому проводиться необхідний екологічний аналіз впливів будівельного виробництва на природне середовище та людину.

### **РЕКУЛЬТИВАЦІЯ УКРАЇНСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ВІЙСЬКОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ**

**Капуста Є.Р., керівник доц. Безовська М.С.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Війна це загроза для життя і здоров'я не лише сьогоднішньої, а й у довготривалій перспективі - через забруднення довкілля. Серед всіх екосистем, що зазнають негативного впливу від воєнних дій, найбільше страждає ґрунт.

За існуючими даними та оцінками Держекоінспекції, станом на 1 жовтня 2022 року збитки, яких армія загарбника завдала екосистемам нашої країни, сягають 1 трлн 256 млрд гривень. З них збитки земельним ресурсам становлять 407 млрд грн, понад 2 млрд грн з яких - забруднення ґрунтів. Досить вагомий збиток і для економіки України.

У результаті військової діяльності відбулося значне хімічне забруднення, зокрема це інтоксикація сіркою і важкими металами.

Реабілітація ґрунтів на місцях обстрілів полягає в розмінуванні, а в подальшому очищенні земель від інших хімічних залишків, які залишаються в ґрунті після війни, наприклад, методом фітореMediaції. У будь-якому випадку відновлення українських ґрунтів після війни на думку багатьох експертів коштуватиме сотні мільйонів доларів.

## **РОЗВИТОК CITIZEN SCIENCE ІНСТРУМЕНТІВ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ**

**Моїсєєва Л. В., керівник доц. Сорока М. Л.**  
**Український державний університет науки і технологій**

Повномасштабне воєнне вторгнення російських окупаційних військ на територію України стало причиною значних змін у структурі, поширеності та сервісах, які надають мережі моніторингу довкілля. Громадські мережі змогли швидше адаптуватися до нових умов воєнної доби. У цьому їм допомогла децентралізована горизонтальна структура та низький рівень адміністративного регулювання. Разом з цим, ці переваги Citizen Science моделі моніторингу довкілля посилюють руйнівний ефект воєнних дій на розвиток мереж у довгостроковій перспективі.

У цьому дослідженні ми спробували оцінити короткострокові та довгострокові наслідки воєнних дій у 2022 році для структури та розвитку мереж громадського моніторингу якості та безпечності повітря в Україні.

Дослідження виявили, що серед основних чинників, які впливали на розвиток Citizen Science моделі моніторингу є такі індикатори: (1) цілісність та стабільність роботи мережі; (2) зацікавленість громадян (користувачів) у результатах моніторингу; (3) ефективність тих чи інших сервісів, які створюють громадські мережі моніторингу у надзвичайних умовах війни; (4) ризики, з якими стикається мережа та її користувачі.

В якості джерела даних для аналізу використані об'єднані бази даних мережі Eco City (аналіз активності мереж Eco City, Luftdaten, ЛУН). Як критерій відповідності ми використали програму індикатор 20% виконання програми моніторингу станції за 24 години. Епізодичний моніторинг інформаційного сервісу «Платформи» сайту SaveEcoBot використаний для аналізу активності мереж станцій SaveDnipro, Air Visual, Airly У цьому випадку критерієм відповідності був факт надсилання результатів спостережень за останні 48 год.

Дослідження встановили, що воєнні дії у 2022 році сформували значний вплив на кількість активних станцій громадського моніторингу якості повітря на території України. Мінімальна активність усіх мереж моніторингу спостерігається на початку воєнного вторгнення (24 лютого – 12 березня 2022 року). Характер змін активності мережі відображає характер змін інтенсивності та поширення активних воєнних дій, а з вересня 2022 року – пошкодження критичної енергетичної інфраструктури України. Продовж 2022 року мережа Eco City демонструє найбільшу кількість активних станцій моніторингу на території України на рівні 35...56% від загальної кількості активних станцій. У деяких районах України станції мережі Eco City – було єдине активне джерело громадського моніторингу якості повітря (наприклад: м. Рівне, м. Луцьк, м. Нікополь, м. Марганець, м. Добропілля та інші). Нестабільна динаміка активності мережі Eco City додатково пов'язана з тим, що до початку повномасштабного воєнного вторгнення понад 55% усіх станцій моніторингу мережі було встановлено на території Київської, Харківської, Дніпропетровської, Запорізької, Донецької, Луганської, Херсонської, Миколаївської областей України. Ці території протягом усього 2022 року зазнали тимчасової окупації, активних воєнних дій, знищення та пошкодження

інфраструктури, значної евакуації населення. Ця особливість мережі Eco City (поширення громадського моніторингу на територіях з високим рівнем промислового забруднення) сформувала вразливість до чинників надзвичайних умов війни.

### **ЕКОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИЙ СТАН ДРЕНАЖНИХ КАНАЛІВ ОРІЛЬСЬКОЇ ЗАХИСНОЇ ДАМБИ**

**Коваленко А. Б., керівник доц. Сорока М. Л.**

**Український державний університет науки і технологій**

Однією з основних проблем сучасної України є проблема екологічної безпеки всіх водних об'єктів держави. Сьогодні, в умовах інтенсивного антропогенного впливу, майже не залишилось річок з непорушеним станом їх водних екосистем. Саме цим пояснюється обрана мета мого магістерського дослідження - вивчення екологічного стану вод Дніпропетровщини, господарського використання та забрудненості поверхневих та підземних вод, складання оцінки та прогнозу змін морфометричних, гідрологічних та біологічних характеристик вод даної ділянки басейну. У власних дослідженнях ми фокусуємося на аналізі екологічного стану Орільського річкового басейну, який формує основу гідрологічної сітки регіону.

Результати дослідження встановили, що промислові та господарські об'єкти у зоні Орільської захисної дамби суб-басейну р. Дніпро та р. Оріль спричиняють постійний вплив на якість навколишнього середовища та забруднення поверхневих та підземних вод. Особливо це спостерігається в районі дренажних каналів с. Шульгівка. Перевищення фонових показників було помічено за весь період досліджень 2016–2021 рр. Найбільші концентрації забруднювачів спостерігались на західному дренажного каналу «Кравець». Найбільший вплив на показники інтегрального індексу забруднення поверхневих та підземних вод спричиняють сполуки нітрогену та фосфогену: нітрит-іони та ортофосфати. Також ці сполуки мають порівняно високу мобільність поширення на досліджуваній території, що може спричинити щорічне збільшення ризику Інтегрального забруднення водних ресурсів до 20%. Відповідно нітрат-іони та амоній-іони демонструють менші показники мобільності та впливають на Інтегральний індекс забруднення водних ресурсів на рівні до 10%.

Загалом, екологічний стан та якість водних ресурсів у дослідженій території слід оцінити як стабільно-задовільний, з високим ризиком забруднення сполуками нітрогену та фосфору. Для розроблення детальних рекомендацій потрібно провести додаткові моніторингові спостереження.

### **ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ АГЛОМЕРАЦІЇ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ЗА ДАНИМИ ГРОМАДСЬКИХ МЕРЕЖ МОНІТОРИНГУ У ПЕРШІЙ ПОЛОВИНІ 2022 РОКУ**

**Ісаєв І. Р., керівник доц. Сорока М. Л.**

**Український державний університет науки і технологій**

Моніторинг якості повітря та контроль обсягу викидів забруднюючих речовин – це ключова ланка екологічної політики та забезпечення чистих і безпечних умов довкілля для громадян. Актуальна інформація про вміст забруднюючих речовин у повітрі (як і її узагальнений аналіз) необхідні для оцінки ризиків для здоров'я населення. У нашому дослідженні ми переслідуюмо дві основні мети: (1) встановити вплив активних воєнних дій на якість повітря агломерації м. Запоріжжя, а також (2) продемонструвати можливості Citizen science інструментів громадського моніторингу якості повітря.

Виконаний узагальнений аналіз даних (отриманих за допомогою сервісу Eco City - Кабінет дослідника якості повітря України, URL: <https://archive.eco-city.org.ua> )

свідчить, що у період з березня по травень 2022 року на території агломерації м. Запоріжжя спостерігається зменшення середньої місячної концентрації всіх забруднюючих речовин (у порівнянні з аналогічними періодами 2020 та 2021 років). Тренди, отримані за результатами громадського моніторингу, узгоджуються з даними державних систем спостереження за станом та якістю повітря.

За даними спостережень громадської мережі моніторингу в перші місяці повномасштабного воєнного вторгнення спостерігається покращення якості повітря. Середньомісячна концентрація дрібнодисперсного пилу у березні-травні 2022 року на 26...40% менша від цього ж показника в аналогічні періоди 2020 та 2021 років. Подібний тренд спостерігаємо для азоту діоксиду: його концентрації на 20...50% менші порівняно з аналогічними періодами 2020 та 2021 років. Так само суми летких органічних сполук на 32...55% менші порівняно з аналогічними періодами 2020 та 2021 років. Проте вміст вуглецю оксиду / чадного газу та аміаку у атмосферному повітрі демонструє протилежну динаміку. Від часу початку активних воєнних дій вміст у повітрі аміаку збільшився на 8...16%, а чадного газу зріс на 56...120% у порівнянні з аналогічними періодами 2020 та 2021 років. Ця аномалія потребує більш детального вивчення та пояснення.

Результати досліджень підтверджують, що виробничі джерела викидів мають домінуючий вплив на якість повітря у агломерації м. Запоріжжя. Скорочення та зупинка великих виробництв на території міста, а також у зоні транскордонного перенесення викидів (Донецька, Дніпропетровська, Харківська області), стали причиною короткострокового «покращення» якості повітря

## **АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ВПЛИВУ МАЛОГО ВИРОБНИЧОГО МЕБЛЕВОГО КОМПЛЕКСУ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ НА ЛОКАЛЬНОМУ РІВНІ**

**Марочка М. О., керівник доц. Сорока М. Л.**

**Український державний університет науки і технологій**

Збереження якості та безпечності атмосферного повітря на локальному рівні є важливим завданням екологічної безпеки та сталого розвитку на території міст та агломерацій функціонують багато великих джерел викидів. Разом з цими, свій внесок у якість та безпечність повітря створюють малі виробничі комплекси, які діють у безпосередній близькості до житлової забудови. В рамках магістерської роботи було обрано мале меблеве виробництво «Меблі-Д ЛТР», які виконують виробничу діяльність в межах агломерації м. Дніпро. (лівобережний житловий масив). Це виробництво спеціалізується на випуску меблів з металу й деревини, меблевої фурнітури та столярно-віконної продукції.

Детальний аналіз виробничих процесів виявив, що основний вплив на якість атмосферного повітря на локальному рівні спричиняють такі технологічні процеси: (1) машинна обробка деталей брусків дерев'яних плит, (2) фарбування і обробка різного типу деталей, (3) виготовлення м'яких елементів меблів та робота з поролоном, (4) збірка меблів та збірне комплектування. Детальні дослідження встановили, що для цей тип малого виробництва викидає такий перелік небезпечних забруднюючих речовин: пил та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, пил деревини, пил абразивно-металевий, пил бавовняний, аерозоль лакофарбних матеріалів, ацетон, етилацетат, ксилол, толуол, етилцелюлоза, бутилацетат, спирт бутиловий, спирт етиловий, циклогексан, гексан. Проведені обчислення встановили, що сумарний викид підприємства складає 5,4379 т забруднюючих речовин за рік. Моделювання розсіювання викидів з організованих джерел показало, що розмір нормативної

санітарно-захисної зони для підприємства відповідає класу шкідливості виробництва 5 класу і складає 50 м.

Незважаючи на мінімальний (та нормативно припустимий) вплив підприємства на довкілля, за результатами роботи складено рекомендації удосконалення аспіраційних мереж та систем очищення викидів. За результатами додаткових досліджень ми рекомендуємо провести комплексну реконструкцію циклонів ЦН-11 та ЦН-15 у складі підприємства, а також додати сорбційну камеру для викидів, які утворюються на дільницях фарбування деталей.

## **РИЗИКИ ВПЛИВУ ІНФРАСТРУКТУРНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА СТАН ТА ЯКІСТЬ ВОДНИХ РЕСУРСІВ**

**Альошин М. А., керівник доц. Сорока М. Л.**

**Український державний університет науки і технологій**

Охорона водних ресурсів від забруднення визнана головним завданням Водної стратегії України на період до 2030 року. В якості об'єкту магістерського дослідження обрано мале інфраструктурне підприємство залізничного транспорту, яке забезпечує допоміжні процеси перевезень вантажів та пасажирів. В рамках магістерських досліджень виконано аналіз кількісних та якісних показників стічних вод підприємства, проаналізовано структуру системи водоспоживання та водовідведення підприємства, надані рекомендації щодо методів очищення стічних вод та наведена принципова технологічна схема очищення.

Спираючись на результати аналізу специфіки виробничої діяльності ми дійшли висновку, що основними споживачами води пасажирських мотор-вагонних депо є технологічні процеси прання білизни у пральні, задоволення господарсько-побутових потреб працівників у лазні, екіпірування пасажирських вагонів. Узагальнення результатів якісного та кількісного складу стічних вод (за останні 10 років) виявили, що підприємство характеризується стабільністю вмісту на рівні граничної похибки методики виконання вимірювань за деякими показниками (наприклад азот амонійний, БСК<sub>5</sub>, ХСК). Проте більшість показників складу стічних вод змінюються у декілька разів, а для деяких інгредієнтів – до п'яти разів (наприклад нафтопродукти та СПАР).

Основні ризики для водних ресурсів та очищення стічних вод слід зосередити за такими групами забруднюючих речовин: (1) завислі речовини, емульсовані нафтопродукти, залізо загальне (гравітаційні методи очищення); (2) нафтопродукти, СПАР, азот амонійний, нітрити, ортофосфати, ХСК, БПК<sub>5</sub> (фізико-хімічні методи очищення, а саме: флотація, барботаж, сорбція або контактна коагуляція); (3) азот амонійний, нітрати, нітрити, БПК<sub>5</sub> (біологічні методи очищення); (4) хлориди, сульфати, залізо загальне, сухий залишок (фізико-хімічні методи очищення, а саме група іонообмінних методів та електродіаліз).

Спираючись на результати досліджень, нами було запропоновано принципову модернізацію технологічної блок-схеми очищення стічних вод, які підприємство скидає до міської системи водовідведення. За базові методи обробки стічної води слід прийняти: усереднення, відстоювання, флотацію (аерацію), фільтрацію через інертні та сорбційні матеріали, розбавлення.

## **NEGATIVE EFFECT OF OIL POLLUTION ON THE ENVIRONMENT**

**Kravchenko Valeriya, research supervisor PhD, Assos. Professor Marina Bezovska, language supervisor PhD, Assos. Professor Iryna Koliieva  
Ukrainian State University of Science and Technologies**

A significant release of oil-containing pollutants into the natural environment creates major environmental problems. These problems, in turn, lead to profound changes in all links of natural ecosystems or their complete transformation. For the normal functioning of the biosphere as a whole, oil and its derivatives pose a great threat at any stage of their existence. Almost all processes of using oil and oil products are accompanied by their constant losses due to accidental spills, evaporation, industrial discharges of polluted water, etc. This leads to environmental pollution and a negative impact on all its components.

Potential sources of pollution are objects related to extraction, processing, storage and use of petroleum products. The air environment is polluted by emissions from road transport and emissions from the processing of petroleum products. Oil pollutes the world ocean by entering it together with river runoff or during emergency situations that occur on tankers or when marine pipelines break. Oil pollution leads to profound changes in all soil properties, as a result of which its fertility is impaired. And most importantly, the animal and plant world suffers from the harmful effects of oil and oil products.

Having analyzed the freely available research results on the toxicity of soils contaminated with various oil derivatives, we can draw the following conclusions. For example, when studying the effect of different concentrations of diesel fuel in forest soils of different types on the growth indicators of some species of the cruciferous family (the genus Klopovnik), it was established that the effect of the oil-containing product depends on its type and soil composition.

Due to the contamination of the soil with petroleum products, the carbon-nitrogen balance is disturbed, anaerobic conditions are created, the redox potential and the content of absorbed calcium and magnesium bases change. In addition, laboratory tests confirm the interdependence between soil phytotoxicity and the degree of inhibition of plant development, as well as the intensity and duration of contamination. It has been established that plants with long roots are suitable for phytoremediation of territories contaminated with oil products.

Such studies help to establish a sufficiently safe level of the content of petroleum products in various soils, which will make it possible to use them to assess the level of their pollution and to choose methods for further reclamation of territories.

## **REDUCING PLASTIC WATER POLLUTION**

**Lug Natalia, language supervisor: T. Kuptsova, Cand. Sc., Associate Professor  
Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro)**

It is generally known that water is the essential constituent of life support system. No one can live and even dream to live without water. But the problem is that most of our water bodies have become polluted due to industrial growth; urbanization and man-made problems mainly the result of population growth. Water pollution is the presence of chemical, physical, or biological components or factors producing a condition of impairment of a given water body with respect to some beneficial use [1].

The level of contamination necessary to render a water body impaired is highly dependent on the type of water body, its location, and the types of beneficial uses it supports. A water deemed unfit for drinking by humans may be suitable for other uses, such as habitat, irrigation, or recreation [2].

We cannot but agree with Siddkarth Pandey that poor sanitation and contaminated

drinking water arising from human activity and natural phenomena create serious problems in human health. The chief sources of water pollution are sewage and other waste, industrial effluents, agricultural discharges and industrial wastes from chemical industries, fossils fuel plants and nuclear power plants. They create a larger problem of water pollution rendering water no longer fit for drinking, agriculture and, as well as for aquatic life. More than 2.6 billion people--40% of the world's population--lack basic sanitation facilities and over one billion people still use unsafe drinking water sources. As a result thousands of children die every day from diarrhea and other water, sanitation and hygiene-related diseases and many suffer and are weakened by illness [3].

Every year 8 million tons of plastic enter the ocean. That's equivalent to one truckload dumped into the sea every minute of the day. From there, it goes on a long and destructive journey. "The plastic that enters the ocean can be carried vast distances by currents to all parts of the world, including remote Antarctica and the Mariana trench, the deepest place on Earth," says Winnie Lau, senior officer for The Pew Charitable Trusts' Preventing Ocean Plastics campaign. Along the way, it infiltrates ecosystems and causes untold harm to marine life [4].

Issac, M.N. and Kandasubramanian point out that plastic debris with varying sizes consisting of macro, meso, micro, and nano that are plenty in numbers get transported all over the oceans with waves and winds and found floating on the surface. The floating microplastics mistook as food get ingested, resulting in massive impacts on the health of aquatic organisms. Critical issues faced in plastic pollution depend on the nature of the debris and the pathways they follow to reach the marine ecosystem. Waste dismissal from treatment plants, overrun of sewerages during heavy rains, biosolid runoff from agricultural fields were the methods by which aquatic systems get contaminated by microplastics. Due to the challenges in identification and sorting, studies on microplastics are limited [5].

One of the the advancing solution for plastic water pollution is the mobile plasma-enhanced gasification technology due to which the hydrocarbon structure of plastics is broken down at the temperatures up to 18,000°F. It can be compared with dropping it on the surface of the Sun. The outcome is inert non-toxic glass. The researchers are sure it is safe for marine life. Besides it can be used to restore coral reef and create more climate-resilient infrastructure.

Furthermore, water pollution solutions require concentrated and organized efforts starting from governments to individual levels. With current scenario, water quality of different water bodies like lakes, rivers and ground water reserves are increasingly getting deteriorated. Only mass awareness and combined collaboration at different levels can control and prevent this issue. Some crucial steps that can be taken by the Government, different law enforcing organizations, community groups and individuals towards preventing water pollution must be undertaken.

## References

- [1. https://www.researchgate.net/publication/322184219\\_Water\\_Contamination\\_and\\_Pollution](https://www.researchgate.net/publication/322184219_Water_Contamination_and_Pollution)
- [2. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012809270500011X](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012809270500011X)
- [3. https://europepmc.org/article/med/18603885](https://europepmc.org/article/med/18603885)
- [4. https://chinadialogueocean.net/en/pollution/14200-how-does-plastic-pollution-affect-the-ocean](https://chinadialogueocean.net/en/pollution/14200-how-does-plastic-pollution-affect-the-ocean)
- [5. https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-13184-2](https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-13184-2)

## **NATÜRLICHE BAUSTOFFE FÜR ÖKOLOGISCHES BAUTEN**

**Osadtscha O. R., Betr. M.L.Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Jedes Jahr nimmt die Zahl der schädlichen Emissionen, die den Planeten zerstören, weltweit zu. Megastädte mit Autos, Fabriken, Kesselhäusern und Kraftwerken fügen der Umwelt durch ihre Existenz irreparablen Schaden zu. Darunter leidet nicht nur die Natur. Jedes Jahr wird eine Person weniger widerstandsfähig gegen den Einfluss der Umwelt. Neue Krankheiten erfordern mehr Hilfe von Ärzten und neue Medikamente.

Die Wissenschaftler auf der ganzen Welt arbeiten an Technologien zum Schutz der Natur – um die negativen Auswirkungen moderner Technologien auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu verringern. Wir hören und lesen zunehmend von Fortschritten in der Cleantech: Energiesparende Technologien; Zu- und Abluft mit Wärme- und Feuchtigkeitsrückgewinnung; Recycling; geothermische Energie; Wasserstoffbrennstoff; erneuerbaren Energiequellen, und viele mehr werden nach und nach auf der ganzen Welt eingeführt. Grüne Technologien und Konstruktionen wurden nicht umgangen.

Heute befinden sich die meisten Ideen im Bereich Ökologie im Entwicklungsstadium, einige wurden jedoch bereits erfolgreich getestet und umgesetzt. Schaum- und Gasblöcke sind die gebräuchlichsten und gefragtesten Baumaterialien, die auf umweltfreundliche Materialien zurückzuführen sind.

Arbolite, eine Mischung aus Sägemehl, Spänen und Beton, könnte als Ersatz für Gasblöcke dienen. Blöcke aus diesem Material sind leicht, langlebig und einfach zu verwenden, während sie hohe Wärme- und Schalldämmeigenschaften aufweisen, was sie zu einem hervorragenden Baumaterial macht.

Die Idee einer umweltfreundlichen Metropole klingt fantastisch, ist aber Realität. Biodynamischer Beton, entwickelt von einem italienischen Architekturbüro, wurde erstmals auf einer internationalen Ausstellung in Mailand präsentiert. Aufgrund seiner einzigartigen Eigenschaften absorbiert dieser Stoff in der Luft enthaltene schädliche Partikel und wandelt sie in inerte Salze um.

Niederländische Wissenschaftler können sich einer weiteren Errungenschaft im Bereich des ökologischen Bauens rühmen. Es gelang ihnen, einen selbstheilenden Zement herzustellen. Bei der Herstellung wurde eine spezielle Art von Bakterien hinzugefügt. Die Zementzusammensetzung wurde mit Calcium Lactat angereichert. Wenn diese Substanz verbraucht wird, produziert das Bakterium Kalkstein. Es füllt die Risse mit den Produkten seiner lebenswichtigen Aktivität und stellt die Unversehrtheit des Betons wieder her. Mit dieser Technologie können Sie die Haltbarkeit der Struktur erhöhen und viel Energie sparen, die für die Wiederherstellung aufgewendet werden müsste.

## **INDUSTRIELLE REVOLUTION UND TECHNOLOGISCHER FORTSCHRITT**

**Hrytsenko D.D., Betr. M.L.Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Technologischer Fortschritt war schon immer darauf ausgerichtet, das Leben der Menschen zu verbessern, aber selten verliefen diese Veränderungen schmerzlos. Um das Wesen der industriellen Revolution und die ihr innewohnenden Widersprüche besser zu verstehen, müssen wir zustimmen, dass es nicht um eine einfache Mechanisierung der Arbeit geht. Die industrielle Revolution ist etwas mehr; es war sowohl Ursache als auch Wirkung und Teil des sozialen Wandels.

Die industrielle Revolution führte früh zu Veränderungen im Verkehr, dann folgten neue Dampfschiffe und Dampflokomotiven dem Weg der Industrialisierung. Im britischen

Textilviertel Lancashire, einem der Geburtsorte des Industriezeitalters, wurde der Bridgewater Canal 1761 fertiggestellt, um die florierende Stadt Manchester mit Kohle zu versorgen. Bald folgten weitere Kanäle, über die der Treibstoff für die Textil- und Metallindustrie alle großen britischen Städte erreichte.

Eine weitere treibende Kraft für die Industrialisierung war die Eisenbahn. Die Ursprünge liegen im Bergbau, wo Lastwagen lange auf Holzschienen gearbeitet haben. Jahrhunderte gingen von Pferdezügen auf komplett eisernen Schienen. Nicolas Cunhott realisierte den ersten Dampftrieb für ein Auto nahe 1770, nach Richard Trevithick: Er setzte das Auto 1803 auf die Schienen. George Stevenson entwickelte das klassische Modell der Dampflokomotive: An der Rückseite arbeiten die Fahrer und Heizungen, davor der Dampfkessel, in den horizontalen Heizungsrohren, mit Rauchausgang auf der Vorderseite. Unten auf beiden Seiten befinden sich Dampfzylinder und Kolben, die auf Räder wirken. Stevenson baute 1825 auch eine Eisenbahnlinie in England. Die Strecke Manchester-Liverpool wurde eröffnet, und der Bau führte zu einem explosiven Wachstum der gesamten britischen Wirtschaft.

Nach dem Abklingen des "Eisenbahn-Wahns" begannen neue Motoren zu entwickeln, die zu einer Verkehrsrevolution führten - jetzt aber auch in den USA. Die Erfinder begannen mit den Nachteilen der Dampfmaschine: Sie verlor viel Energie, da Dampf im Kessel produziert, aber separat im Arbeitszylinder verwendet wurde. Es wurden Versuche an Maschinen mit Verbrennung im Arbeitszylinder gestartet. Als Brennstoff wurde Gas aus Steinkohle verwendet, das für die Beleuchtung verwendet wurde. Die erste Gasmaschine wurde 1859 von Etienne Lenoir aus Luxemburg gebaut: Sie hatte ein explosives Gas-Luft-Gemisch, aufgebläht in einen horizontalen Zylinder, abwechselnd links und rechts des Kolbens, und zündete es mit einem elektrischen Funken. Da jedoch sowohl die mechanische Belastung als auch der Verbrauch sehr hoch waren, dominierte der Verbrennungsmotor des Kaufmanns Nicolas Augustus Otto von 1876. Ottos epochale Idee war ein Viertaktprinzip: Im ersten Zyklus saugt der Kolben das Gasluftgemisch in den Zylinder, gleichzeitig fährt er nach oben und verdichtet das Gemisch. Danach folgt die elektrische Zündung, und nach dem expandierenden Gas bringt der Kolben im dritten, Arbeitszyklus nach unten. Im vierten Zyklus wird der Kolben angehoben und stößt das Abgas aus.

## **ANTI-LÄRM AUF DER BRÜCKE**

**Gluschko K. A., Betr. M.L.Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Brücken sind in ihrer Form und Lage stark von den technischen, topografischen sowie auch raumplanerischen Randbedingungen geprägt und haben in der Regel den Anspruch, möglichst effizient ein Tal, einen Fluss oder andere Hindernisse zu überwinden. Dementsprechend schwierig ist die Umsetzung von planerischen und betrieblichen Lärmschutzmaßnahmen, da zum Beispiel die Linienführung und die Gestaltung der Straße oder verkehrlenkende Maßnahmen nur beschränkt beeinflussbar sind. Deshalb sind bei Brücken in der Regel bauliche Maßnahmen notwendig, um das Schutzziel der zumutbaren Lärmimmissionen in den Siedlungsgebieten zu erreichen. Doch auch bei diesen sind wegen der engen Platzverhältnisse auf der Brücke die Möglichkeiten begrenzt.

Das 450.000-Dollar-Projekt umfasst die Installation von Aluminiumklemmen, um den Lärm zu reduzieren, der entsteht, wenn Wind auf das Brückengeländer trifft.

In den Vereinigten Staaten haben sie herausgefunden, wie man das starke Brummen der Golden Gate Bridge, die die Stadt San Francisco im Norden der San Francisco Peninsula und den südlichen Teil von Marin County verbindet, dämpfen kann.

Die örtlichen Behörden haben einen Weg vorgeschlagen, um den "unerträglichen" Lärm zu beseitigen, der von der Brücke in den Stadtteilen von San Francisco wiederhallt, insbesondere an windigen Tagen.

Das 450.000-Dollar-Projekt besteht darin, Aluminiumklammern zu installieren, um den Lärm zu reduzieren, der entsteht, wenn Wind auf das Geländer der Brücke trifft.

Das Summen kommt seit einem Jahr von der berühmten Brücke von San Francisco.

An Tagen, an denen der Wind aus Nord oder Süd wehte, machte die Brücke Geräusche, die nach Angaben der Anwohner meilenweit zu hören waren.

Der Plan, der von Ingenieuren und Experten für Aerodynamik und Akustik der Brücken ausgearbeitet wurde, würde die Anbringung von Aluminiumclips mit Gummibuchsen an jedem der 12.000 vertikalen Stäbe am Westgeländer erfordern, was den Geräuschpegel um 75 % reduzieren würde.

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ**

**Мікрюкова К.Д., керівник ст. викл. Гуцалова В.І.**

**Український державний університет науки і технологій**

Біогаз – відновлюване джерело енергії. У багатьох країнах Європейського Союзу й світу біогаз є суттєвою складовою їх енергобалансу. У Західній Європі близько половини об'єктів тваринництва опалюється біогазом. Деякі західні країни виробляють автобуси з двигунами, що працюють на біогазі. Наприклад, у Китаї наприкінці 2006 року діяло близько 18 млн. біогазових установок, що дозволило замінити 10,9 млн. тонн умовного палива. Україна маючи потужний агропромисловий комплекс, що продукує значні обсяги органічних відходів, має значний енергетичний ресурс для вироблення біогазу.

Виробництво біогазу дозволить скоротити кількість викидів метану в атмосферу. Метан вносить серйозні корективи до стану атмосфери Землі. Формується так звана «лінза» зі всіляких газів і особливо з'єднань вуглецю, яка перешкоджає виходу тепла в космічний простір. Таким чином, тепло концентрується в самій атмосфері і на планеті стає все спекотніше. В цьому процесі метан має в 21 раз сильніший негативний вплив, ніж двоокис вуглецю. Таму виробництво біогазу і подальше його використання для виробництва тепла і електроенергії є найефективнішим засобом боротьби з глобальним потеплінням. Біомаса, яка залишається після переробки відходів може використовуватись в сільському господарстві як добриво. Причому такі добрива значно краще і ефективніше впливають на ґрунт, на розвиток рослин та на ґрунтові води, на відміну від штучних добрив.

Біогаз можна використовувати у безліч способів: очистити до біометану і подавати у газотранспортну мережу; спалювати у когенераційній установці для виробництва електричної енергії, тепла чи технологічної пари; використовувати у якості пального для транспорту. Оскільки газ виробляється постійно і зберігається довільний період часу, його можна використовувати для покриття як базової потужності, так і пікових навантажень..

Енергія може генеруватися цілодобово протягом року. Економічний ефект від використання біогазу виражається в економії значної частини вичерпних ресурсів і зниження забруднення навколишнього середовища. Внаслідок такої доступності біогаз відіграє важливу роль у поєднанні відновлюваної енергії з гідро-, сонячної та вітрової енергетики.

## **ENERGY CONSERVATION AND EFFICIENT USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES**

**Polienov B.V. Language supervisor: Afanasieva L.V.  
Ukrainian State University of Science and Technologies**

For Ukraine, energy efficiency has become one of the most important indicators development and the guarantor of the formation of the necessary potential for the development of the economy and state. It can be argued that for Ukraine, energy efficiency is not only energy saving, but also the optimization of energy costs, which it requires produced unit of production. Projected energy saving potential due to the efficient use of fuel and energy resources (PER), in accordance with the calculations and conclusions of the country's Energy Strategy 2030 and beyond, is 51.3%. Realization of the specified potential can significantly reduce the consumption of PER, which will allow to weaken the external energy dependence of the country. That's why there are problems energy savings are very relevant for Ukraine and require coordinated actions at all levels. The issues of energy saving and use are especially relevant. There are alternative sources of energy for agriculture, which does not stand out not only a consumer of energy, but also its generator.

Features of agricultural production allow the use of production of a large number of types of energy, in conditions of growth rates agricultural production and increasing the cost of energy resources. The issue of optimization of production processes and search is acute alternative and renewable energy sources. Now in Ukraine "Green tariff" has been introduced for promotion of the use of alternative energy sources, which allows individuals and private individuals to sell solar electric energy of the energy market at special prices: 0.15 €/kW for ground stations, 0.16 €/kW for rooftop stations industrial enterprises, office or administrative buildings.

Thus, the need to save energy and reduce environmental pollution forces us to use traditional energy resources more rationally, as well as to look for other, preferably renewable and inexpensive sources of energy, which recently increasingly include solid household waste. Household waste generated in significant quantities, as a rule, is not used and pollutes the environment and is a renewable secondary energy resource.

## **КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

*ПІДСЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ»*

### **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІГОР З НАВЧАЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ**

**Бичкова Д.М., керівник ст. викл. Царик В.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій**

Сучасне суспільство вже звикло отримувати і сприймати інформацію з інтернет ресурсів, але з цим їх концентрація зменшилась. Спираючись на дослідження, описані в [1] та [2], можна зробити висновки, що перспективним і ефективним методом сприйняття інформації є ігровий метод. В даній роботі розглянуті особливості розробки ігор з навчальними елементами на прикладі ігор з елементами навчання правил поведінки у надзвичайних ситуаціях, що є надзвичайно важливим серед дітей та дорослих в усі часи, особливо в військовий та післявоєнний час.

Розробка ігор з елементами навчання правил поведінки у надзвичайних ситуаціях може бути корисною для різних цільових груп. Наприклад, це може бути допоміжним засобом для навчання дітей та підлітків правил поведінки з вибухонебезпечними предметами також під час пожежі, повені, землетрусу, або іншої надзвичайної ситуації. Крім того, такі ігри можуть бути корисними для навчання

рятувальників та інших службовців, які повинні діяти швидко та ефективно в надзвичайних ситуаціях.

Розробка таких ігор є однією з найбільш перспективних тенденцій в галузі розвитку інтерактивних медіа. Цей підхід об'єднує в собі як геймінг, так і освіту, дозволяючи забезпечити ефективне засвоєння знань та навичок у формі, що є цікавою та захоплюючою для користувачів. Також вона передбачає створення відповідних ігрових механік та сценаріїв, які дозволяють гравцям активно залучатись до процесу навчання та експериментувати з отриманими знаннями у безпечному віртуальному середовищі [3]. Окрім того, розробка ігор з елементами навчання передбачає використання різноманітних педагогічних підходів та технологій, таких як гейміфікація, адаптивне навчання, віртуальна реальність та інші [4].

При розробці ігор з елементами навчання особлива увага приділяється дизайну та ергономіці ігрового інтерфейсу, оскільки він є ключовим фактором успіху таких ігор. Також важливим елементом є мультидисциплінарний підхід до розробки, який дозволяє залучити до проекту спеціалістів з різних галузей, таких як гейм-дизайнери, педагоги, програмісти та інші [5].

Розробка ігор з елементами навчання має великий потенціал у покращенні навчального процесу та розвитку навичок, але вимагає від розробників високої кваліфікації та розуміння потреб цільової аудиторії.

#### **Література**

1. Дичківська І. М. Інноваційні педагогічні технології: Навч. пос. / І. М. Дичківська – К. : Академвидав, 2004. – 450 с.
2. Ігрові технології як інструмент профілактичної роботи спеціалістів психологічної служби закладів освіти : [навч.-метод. пос.] / автор-упорядник Т. В. Войцях. – Черкаси : Черкаський ОПОПП, 2014. – 92 с.
3. Klopfer, E., Osterweil, S., Salen, K. Moving learning games forward: Obstacles, opportunities, and openness. – MIT Press, 2009.
4. Shaffer, D. W. How computer games help children learn. – Palgrave Macmillan. 2006.
5. Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. Foundations of game-based learning. – Educational Psychologist, 50(4), 2015. – 258-283.

### **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ З РОЗРАХУНКУ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ІГОР Братченко А.С., керівник доц. Журба А.О. Український державний університет науки і технологій**

Розумна людська діяльність у більшості випадків полягає у досягненні цілей шляхом прийняття рішень. І справедливим буде теза про те, що людина прагне приймати оптимальні рішення, тобто ті, що реалізують кінцевий результат у найбільшій відповідності до мети з найменшими витратами. По мірі розвитку і математизації наукових дисциплін процеси прийняття рішень формалізувалися та набули характеру математичних моделей. Теорія математичних моделей з часом набула характер наукової галузі, названу дослідженням операцій [1].

Особливу роль в умовах прийняття рішень займає конфлікт, ситуація, в якому в процесі прийняття рішень зацікавлені дві або більше сторін з несумісними інтересами. В умовах конфлікту суб'єкт повинен враховувати крім об'єктивних обставин ще й рішення його суперників, які йому ще невідомі. Розділ дослідження операцій, який вивчає будовання математичних моделей прийняття рішень в умовах конфлікту, має назву «Теорія ігор».

Оскільки теорія ігор вивчає математичні моделі, вона не вивчає психологічні, вольові аспекти прийняття рішень. Об'єктом вивчення цієї дисципліни є спрощені, ідеалізовані моделі реальних явищ. Також формування і методи аналізу цих моделей є формальними, бо вивчає саме математичні моделі (а не, наприклад, макетні або аналогові).

На сьогоднішній день в теорії ігор сформульована та досліджена певна кількість математичних моделей (такі як «Дилема в'язня», «Ультиматум», «Олігополія Курно» та інші), і всі вони мають певні властивості, відповідно до котрих здійснюється їх класифікація. Одними із найуживаніших є [2]:

-Кількість гравців (скільки осіб приймають рішення в грі).

-Кількість стратегій (множина можливих дій, що є у гравця, тобто чисті стратегії).

-Послідовність (чи виконує гравець свій хід після завершення ходу опонента).

-Повна інформація (чи знає гравець, які стратегії обрали інші гравці на попередніх ходах).

-Симетрія (чи мають відповідні стратегії всіх гравців однакові платежі)

-Нульова сума (Чи дорівнює виграш одного гравця програшу іншого).

Тому на сьогодні актуальною розробкою є розробка програмної системи, яка дозволить проводити розрахунки різних методів теорії ігор для вирішення різних типів завдань.

#### **Література**

1. Мак-Кинси Дж. Введение в теорию игр. — М.: ГИФМЛ, 1960. — 420 с.
2. Оуен Г. Теория игр. — W.B. Saunders Company., 1968. — 230 с.

### **РЕАЛІЗАЦІЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИН ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ ЛИСТЯ**

**Лизогуб А.О., керівник доц. Островська К.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій.**

Віруси викликають глибокі незворотні зміни в рослинах, призводять до порушення вуглецевого та азотного обміну, пригнічують їх ріст та розвиток, що значно знижує урожайність (сільськогосподарських культур), а у багатьох випадках стають причиною загибелі рослин та дерев. Незалежно від підходу та методів лікування рослин, правильне визначення захворювання при його появі є важливим кроком для ефективного управління ним. Останнім часом такі зусилля додатково підтримуються обміном інформації для діагностики захворювань через Інтернет, що сприяє зростанню обізнаності та комплексному підходу до боротьби з захворюваннями рослин у всьому світі. Поєднання Інтернету, зростаючого глобального проникнення смартфонів та недавніх досягнень штучного інтелекту, дали поштовх для розвитку нейронних мереж, які прокладають шлях для діагностики захворювань, сприйнятих та опрацьованих смартфонами та іншими видами сучасної техніки.

Об'єктом дослідження є: процес виявлення та розпізнавання захворювань рослин за ступенем ураження їх листя через програмний додаток на базі архітектури згорткової нейронної мережі.

Предметом дослідження є метод, який презентує особливості розпізнавання та класифікації захворювань листя рослин за допомогою згорткової нейронної мережі.

Метою роботи є розроблення програмного додатку, що буде використовуватися для демонстрації та підвищення точності результатів нейронної мережі зі згортокою для виявлення захворювань рослин за ступенем ураження їх листя.

## **РОЗРОБКА МОДУЛЮ СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Петросян Е.Х., керівник доц. Островська К.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій.**

Нейронні мережі – математичні моделі, а також їх програмні або апаратні реалізації, побудовані за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму.

Генеративно-змагальна нейронна мережа (Generative Adversarial Networks, GAN) – алгоритм машинного навчання, робота якого будується на основі двох «суперних» нейронних мереж. Принцип алгоритму полягає в тому, що одна з цих мереж, звана генератором, намагається згенерувати певні зразки (наприклад, зображення, відео або будь-які інші дані, на генерацію яких вона запрограмована), а інша мережа, звана дискримінатором, намагається вирішити, чи представлений їй зразок справжнім чи згенерованим. Завданням генератора є виробництво таких зразків, які дискримінатор вважає справжніми, у той час як завдання дискримінатора протилежне – він повинен відбракувати згенеровані зразки.

U-net - це згорткова нейронна мережа, яка була створена в 2015 року для сегментації зображень. Архітектура мережі є повнозв'язковою згортковою мережею, модифікованою так, щоб вона могла працювати з меншою кількістю прикладів і робила більше точну сегментацію. Мережа містить стискає шлях (ліворуч) і розширює шлях (праворуч).

В останні кілька років інтерес до вивчення нейронних мереж дуже зріс. Вони успішно застосовуються для вирішення багатьох завдань: розпізнавання мови, виявлення об'єктів, розпізнавання образів.

Нейронні мережі зарекомендували себе в таких галузях, як медицина, комп'ютерний зір, виробництво, прогнозування та моделювання різних процесів людської діяльності. Але в областях, пов'язаних із творчою діяльністю, нейронні мережі застосовуються мало. Найбільш розвиненою областю є різного роду робота із зображеннями.

Генерація зображень за допомогою генеративно-змагальних мереж дуже перспективна і знайде застосування у багатьох областях.

Наприклад, можна використовувати цю технологію для збільшення кількості зображень у навчальних вибірках, також можна покращувати якість зображень та відеопотоків. Також зображення, повністю згенеровані штучним інтелектом, перспективні в сучасному мистецтві. Тому на даний момент однією з найбільш актуальними завданнями штучного інтелекту є машинна творчість.

Метою роботи є розробка програми, для генерації зображень з начерків користувача із застосуванням нейромережових технологій. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання.

## **РЕАЛІЗАЦІЯ КОДОГЕНЕРАТОРУ КЛІЄНТА RESTFUL СЛУЖБ ДЛЯ МОВИ PYTHON**

**Шмідт О.В., керівник доц. Островська К.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій.**

Метою роботи є розробка програми, що приймає в якості вхідних даних файл з описом RESTful веб-служби та генеруючої на його основі модуль на мові Python, дозволяє взаємодіяти з відповідною веб-службою: відправляти запити за допомогою

підтримуваних службою методів і приймати відповіді в обраному форматі з числа підтримуваних службою.

В роботі проведений огляд існуючих мов опису RESTful веб-служб і можливості їх застосування для генерації коду клієнтських додатків. Було розглянуто більш докладно WADL, як один з поширених мов опису, який відповідає всім вимогам для опису RESTful веб-служб. Були досліджені існуючі утиліти генерації коду на основі WADL, в ході чого було виявлено серйозні недоліки існуючого генератора коду на мові Python, що зумовило актуальність розробки кодогенератора саме для даної мови опису.

Також сформульовані завдання, виконання яких необхідно для досягнення поставленої мети роботи, а також виділені основні вимоги до розробляється кодогенератора.

Розроблений кодогенератор є утилітою командного рядка на мові Python. Відображена загальна схема роботи кодогенератора, а також розглянуті основні функції, що забезпечують синтаксичний аналіз вхідного файлу на мові WADL, виділення і обробку необхідної інформації для встановлення з'єднання, відправлення запиту і отримання відповіді від веб-служби в необхідному підтримуваному форматі.

Також відображено проведене тестування кодогенератора, в тому числі випробування варіантів некоректного запуску програми і тестування роботи згенерованого коду для трьох сторонніх веб-служб.

## **РЕАЛІЗАЦІЯ ТОРГОВОГО АГЕНТА НА БАЗІ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТА METATRADER 5**

**Франчук Є.Ю., керівник доц. Островська К.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій.**

У світі обчислювальна техніка надає великий вплив життя суспільства загалом і кожної окремої людини. Використання технічних новинок у різних аспектах життя людей дозволяє спростити і прискорити більшість завдань, які людині доводиться виконувати, дозволяє тримати безперервний зв'язок з рідними, близькими і колегами на величезних відстанях, дозволяє автоматизувати більшість рутинних процесів і направити весь свій творчий потенціал на вирішення нових, амбітних завдань.

Одним із аспектів діяльності людини є біржова справа. Біржова торгівля набула широкого поширення ще в 17 столітті, а на сьогоднішній день вона знаходиться на піку свого розвитку і доступ на торговий майданчик будь-якої країни можна отримати з будь-якої точки світу у будь-який час доби. Це відбувається завдяки використанню найсучасніших технологій для організації торгових майданчиків та надання доступу до них через мережу Інтернет.

Ключовою фігурою у біржовій торгівлі є трейдери. Це люди, які здійснюють угоди купівлі/продажу цінних паперів на торгових майданчиках. Довгий час, поки в біржову торгівлю не було впроваджено сучасні технології, трейдери могли здійснювати угоди, тільки перебуваючи безпосередньо на біржі або телефоном. Сьогодні існує можливість виконувати фінансові операції з персонального комп'ютера з допомогою спеціального програмного забезпечення – торгового терміналу. Розвиток електронної торгівлі, у свою чергу, призвело до того, що з'явилася можливість створювати автоматизовані торгові системи – програмних роботів, які за закладеним у них алгоритмом виконують фінансові операції на торгових майданчиках через термінал.

Таким чином, сьогодні розроблено найпотужніший інструмент, який здатний в автоматичному режимі приносити серйозні фінансові прибутки, але тільки в тому випадку, якщо алгоритм торговельного робота підходить для фінансового інструменту, на якому робот працюватиме.

В даний час існує безліч торгових терміналів що надають котирування цін у реальному часі. Одним з таких програмних пакетів є MetaTrader 5, розроблений компанією MetaQuotes. У комплект програмного пакету MetaTrader 5 входить мова програмування MQL5, на якій буде розроблений торговий робот. У даній випускній кваліфікаційній роботі, з використанням мови програмування MQL5, розроблено торговий робот, який автоматично аналізує стан торгових інструментів ринку Forex і здійснює торгові операції купівлі/продажу валют.

## **РОЗРОБКА ПАРАМЕТРИЧНОЇ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ BLENDER**

**Устін А.Ю., керівник доц. Островська К.Ю.**

**Український державний університет науки і технологій.**

В даний час комп'ютерні технології є однією з галузей, що швидко розвиваються. За останні десятиліття прогрес у цій галузі досягнув значних розмірів. Якщо раніше комп'ютери та телефони, якими ми знаємо зараз, були рідкістю, фільми знімалися без спецефектів, а ігри взагалі не представлялися в цифровому вигляді, то тепер неможливо уявити сучасні галузі виробництва, науки, культури, спорту та економіки, де не застосовувалися б комп'ютери.

Однією із значущих областей комп'ютерних технологій є комп'ютерна графіка, зокрема її розділ - тривимірна графіка, або 3D-моделювання. Головне завдання 3D-моделювання - це показати візуальне об'ємне уявлення будь-якого об'єкта: вже існуючого або а лише задуманого. Без моделювання важко уявити наше життя: архітектурна візуалізація вилася у спеціальний напрямок у житті архітекторів; інженери за допомогою систем автоматизованого проектування (так званих САПР) швидше та ефективніше справляються з своїми завданнями (такими як планування, проектування, випробування, підготовка до виробництва тощо); у медицині також виділяються окремі напрями: точкова томографія та конструювання та створення протезів. Важко не погодитися, що процес моделювання, який захоплює все більше і більше галузей промисловості та науки, йде лише на користь розвитку суспільства.

Тривимірна графіка також отримала велике визнання у кінематографі та комп'ютерних іграх. І якщо раніше у фільмах частково і вдавалися до 3D-моделювання, то зараз виходять фільми, в яких більша частина зроблена за допомогою комп'ютерної обробки, наприклад «Аватар», «Валеріан та місто тисячі планет», кіноопея «Зоряні війни», фільми студії Марвел. В області мультфільмів тривимірна анімація витісняє класичну двовимірну - зараз більшість мультфільмів виконана в техніці 3D. З останніх мультфільмів можна навести приклад «Моана», «Суперссімейка 2», «Грінч», «Як приручити дракона». А ігри через швидкий розвиток тривимірної графіки за рівнем схожості з реальністю на даний момент практично не відстають.

Також тривимірні моделі дуже широко використовуються на телебаченні та в рекламі. Наприклад, 3D-моделі можна побачити в рекламі мобільного оператора Мегафон, в рекламі магазину М-відео, в рекламах автомобілів, аптечних засобів, продуктів харчування, а також у заставках до телепередач.

Тому вивчення процесу побудови тривимірної графіки та безпосередньо моделювання об'єктів є актуальною темою для випускної кваліфікаційної роботи, оскільки сфера застосування 3D моделей величезна.

Об'єктом дослідження є 3D технології, за допомогою яких реалізується проект моделювання параметричної тривимірної моделі.

Предмет дослідження – параметрична тривимірна модель.

Метою роботи є тривимірна сцена параметричної моделі.

## **РОЗРОБКА ВЕБ-САЙТУ РЕСТОРАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Смаль В.В. керівник доц. Журба А.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Ресторан або кафе є місцем, де клієнти можуть насолодитись смачною їжею та приємно провести час з родиною та друзями. У сучасному світі важливо мати наявність в Інтернеті, щоб бути більш доступним та привабливим для клієнтів. Веб-сайт для ресторану або кафе дозволяє клієнтам легко знайти необхідну інформацію про заклад, таку як меню, роки роботи та контактну інформацію. Крім того, можливість замовлення онлайн сприяє зручності для клієнтів та збільшенню продажів [1]. Метою роботи є розробка веб-сайту для ресторану або кафе з меню, годинами роботи, контактною інформацією та можливістю замовлення онлайн. Розробка веб-сайту буде виконана з використанням сучасних технологій програмування та дизайну, щоб забезпечити зручність користування та привабливість для клієнтів. Результатом роботи буде веб-сайт, який дозволить ресторану або кафе бути більш доступним та привабливим для клієнтів, що призведе до збільшення продажів та популярності закладу. У сучасному світі, де майже кожен має доступ до Інтернету, веб-сайт є необхідним інструментом для будь-якого бізнесу, в тому числі і для ресторанів та кафе. За допомогою веб-сайту клієнти можуть легко знайти інформацію про заклад, ознайомитись з меню та відгуками інших клієнтів, дізнатись режим роботи, контактну інформацію, а також замовити стіл або їжу онлайн [2].

При проектуванні веб-сайту для ресторану або кафе необхідно враховувати кілька важливих аспектів [3]. По-перше, дизайн сайту має бути зручним та привабливим для користувачів, щоб забезпечити зручність при перегляді інформації та збільшити імідж закладу. По-друге, меню та інші важливі дані мають бути легко доступні та зрозумілі для клієнтів, щоб забезпечити зручність вибору та замовлення їжі. По-третє, можливість замовлення онлайн має бути зручною та простою для клієнтів, щоб збільшити кількість продажів та забезпечити задоволення клієнтів. Всі ці задачі поставлені при виконанні роботи.

### **Література**

1. McManus, J. (2019). Restaurant Website Design: 15 Tips to Create a Great Website. Retrieved from <https://www.toasttab.com/blog/on-the-line/restaurant-website-design-tips>.

2. Steiner, A. (2018). How to Build a Restaurant Website: The Ultimate Guide. Retrieved from <https://www.websitebuilderexpert.com/building-websites/restaurants/>.

3. Muncy, M. (2018). How to Create a Restaurant Website That Drives More Business. Retrieved from <https://www.wordstream.com/blog/ws/2018/02/26/restaurant-website>.

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ МАГАЗИНУ ГАДЖЕТІВ ТА АКСЕСУАРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЙ**

**Біленко Д.В., керівник доц. Журба А.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

У сучасному світі, де технології розвиваються зі швидкістю світла, інтернет-магазини гаджетів та аксесуарів стають все популярнішими серед споживачів. Однак, для забезпечення ефективної роботи такого магазину необхідна інформаційна система, яка забезпечує автоматизацію бізнес-процесів та оптимізацію роботи персоналу.

Використання сучасних веб-технологій для створення інформаційної системи для магазину є однією з ключових складових, яка дозволяє створити зручний та доступний інтерфейс для клієнтів та забезпечити ефективну роботу персоналу магазину. Сайт є

найсучаснішим і найефективнішим каналом комунікації з потенційним клієнтом. Тільки можливості інтернет-ресурсу дозволяють повною мірою використовувати всі способи донесення інформаційного повідомлення до користувача. На сайті можна розмістити значно більше інформації ніж, наприклад, в рекламному блоці чи звичайній газеті, саме тому з'являється необхідність в систематизації та управлінні великими потоками даних.

Для кращого сприйняття інформація може бути представлена у різному вигляді: текст, аудіо, відео. Доступність є головним критерієм для розвитку бізнесу в сучасних умовах. Оскільки мережа Інтернет у наш час набула широкої популярності, вона є єдиним джерелом, де зосереджений більший відсоток різноманітної інформації, який доступний кожному. Однією з важливих складових успіху підприємства є наявність веб-сторінки, що презентує бізнес у всесвітній мережі Інтернет. У наш час існує велика різноманітність сайтів. В залежності від послуг або продукції, які надає підприємство, виділяють наступні типи інтернет-ресурсів: сайт-портал, корпоративний сайт, інтернет-магазин, сайт-каталог, блог, сайт-візитка, – усі вони відрізняються між собою структурою, дизайном, а також інформацією, яка знаходиться на сторінках даного веб-сайту [1].

Розробка інформаційної системи для магазину гаджетів та аксесуарів на основі сучасних веб-технологій дозволить забезпечити максимальний рівень зручності та швидкості для користувачів, а також дозволить забезпечити швидку та ефективну обробку замовлень, що позитивно позначиться на задоволеності клієнтів.

Використовуючи сучасні веб-технології, такі як HTML5, CSS3, та JavaScript, дозволять створити інтерактивну та привабливу інтерфейс для користувачів магазину гаджетів та аксесуарів.

Завдяки використанню сучасних веб-технологій, інформаційна система для магазину гаджетів та аксесуарів може бути розроблена з урахуванням найсучасніших тенденцій в електронній комерції, що дозволить збільшити конкурентність магазину, або ж дозволить магазину легко і швидко виконувати різні види аналітики, що дозволить покращити ефективність діяльності та забезпечити більш точне прогнозування попиту на товари [2].

### **Література**

- 1.Зайцева О.О. Електронний бізнес: Навчальний посібник / О.О. Зайцева, І.М. Болотинюк / За наук. ред. Н.В. Морзе. – Івано-Франківськ : «Лілея НВ» – 2015. – 264 с.
- 2.Матвієнко О.В. Internet-технології: проектування Web-сторінки: Навч.посібник / О.В. Матвієнко, І.Л. Бородкіна -К.: Альтерпрес, 2003.- 114 с.

## **ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ APPLICATION TOOLBOXES ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ЗАДАЧІ**

**Горський М.О., керівник ст.викл. Фененко Т.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Одним з найбільш ефективних варіантів вирішення завдань зниження витрат і поліпшення якості перевізного процесу є впровадження інформаційних систем маршрутизації, обліку і планування на автотранспортному підприємстві. Зокрема, таким реальним інструментом розвитку є система оптимізації вантажних перевезень.

Оптимізаційні методи і економічні моделі є важливі інструменти, які може використовувати бізнес для підвищення продуктивності праці. З іншого боку, ті ж інструменти можуть бути використані для порівняльної оцінки і аналізу рівня виробничих витрат [1].

Важливим і зручним інструментом може бути MATLAB, який призначений насамперед для програмування чисельних алгоритмів.

Удосконалення системи MATLAB відбувалося як у зв'язку з досягненнями в обчислювальній математиці, так і у зв'язку із змінами в архітектурі персональних комп'ютерів і розвитком загальносистемних засобів. З часом MATLAB був доповнений цілим рядом вже згадуваних додатків (toolboxes), далеко розвинувши межі його застосовності [2].

В якості середовища розробки ПЗ для вирішення транспортної задачі може бути використаний пакет прикладних програм (Application Toolboxes або просто Toolboxes), а саме Matlog.

На наступних рисунках можна побачити оптимізацію маршруту перевезення реалізовану методами Кларка-Райта та Жилетта-Міллера.

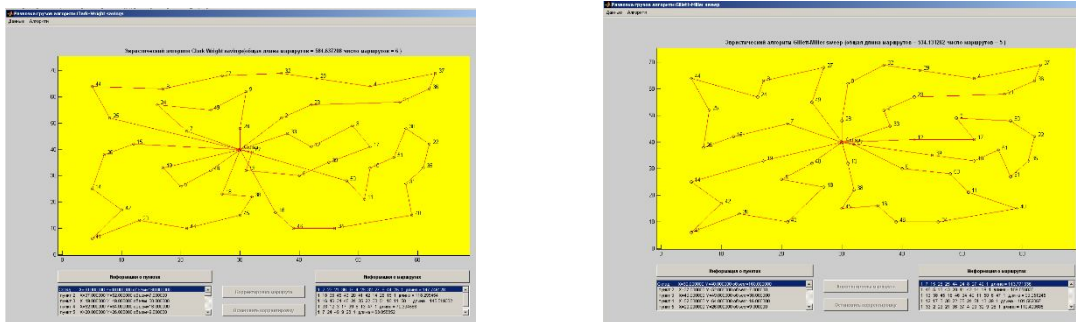


Рисунок – Реалізація методів Кларка-Райта та Жилетта-Міллера

### Література

1. Пожидаев М. С. Алгоритмы решения задачи маршрутизации транспорта. Томский государственный университет. Диссертация на соискание кандидата технических наук, 2010.
2. Плохотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB. - Изд-во Горячая линия – Телеком, 2011.

### РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ НА БАЗІ МОДУЛЮ Node.js.

Денісов Д.Г., керівник ст.викл. Фененко Т.М.  
Український державний університет науки і технологій

Розробка веб-сервісу геометричних чисельних методів може бути здійснена на базі модулю Node.js.

Саме така система є актуальною, тому що дає змогу інтегрувати алгоритм геометричних чисельних методів, спроектований і реалізований на мові програмування C++ у веб-сервіс, а значить використовувати усі можливості, потужності та переваги алгоритму в Інтернеті.

Веб-сервіс може бути реалізований на основі архітектури клієнт-сервер, клієнтську частину якої зручно імплементувати за допомогою HTML, CSS, JavaScript, AngularJS, а серверну частину реалізувати за допомогою JavaScript, Node.js.

В якості алгоритму геометричних чисельних методів можна обрати AABB, який лежить в основі визначення зіткнень геометричних об'єктів, що розшифровується як Axis-aligned bounding box. Цей алгоритм активно використовується в програмуванні (наприклад в фізичних двигунах різних ігор) для виявлення зіткнень або пересічній різних об'єктів між собою. Об'єктами, зіткнення які визначає алгоритм AABB є

обмежуючі коробки. Найчастіше за розміри паралелепіпеда береться модуль максимальної різниці проекцій на обрану вісь між двома точками. Замість паралелепіпеда може використовуватися куб зі стороною, що дорівнює максимальному розміру об'єкта. При такому прийомі об'єкт ніколи не вийде за межі куба, однак може загубитися точність.

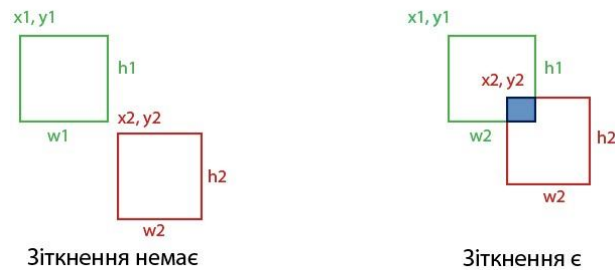


Рисунок – Результат роботи алгоритму AABB

У випадку, коли наявний доступ до редагування C++ коду, раціонально його інтеграцію до веб-сервісу реалізувати методом “модулю до двигуна V8”.

По-перше, якщо наявний C++ код уже організовано (чітко визначені точки входу та виходу/ повернення), створення додаток не є ресурсо-витратним, особливо з використанням NAN.

По-друге, а досить додаток до Node.js є адаптивними: вони можуть бути блокуючими, синхронними, асинхронними. Додаток до Node.js також підтримують передачу та повернення об'єктів об'єкти.

З тому що наявний доступ до редагування коду алгоритму на мові програмування C++ та наявний доступ до ресурсів, які дають змогу створити додаток до Node.js

#### Література

1. Automating a C++ program from a Node.js web app [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://nodeaddons.com/automating-a-c-program-from-a-node-js-web-app/>.

2. Building an Asynchronous C++ Addon for Node.js using Nan [Електронний ресурс] // 2015 – Режим доступу до ресурсу: <https://nodeaddons.com/building-an-asynchronous-c-addon-for-node-js-using-nan/>.

### РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З ПРОДАЖУ МОТОЦИКЛІВ

Лисенко М.В., керівник доц. Журба А.О.

Український державний університет науки і технологій

Інтернет-магазин — це засіб для представлення або реалізації товару/роботи/послуги шляхом вчинення електронного правочину. У свою чергу, електронний правочин — це дія особи, спрямована на набуття, зміну або припинення цивільних прав та обов'язків, здійснена з використанням інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС). Виходить, за допомогою інтернет-магазину продавець реалізує можливість вчинення правочинів про продаж товарів/робіт/послуг дистанційно — через мережу Інтернет.

Інтернет-магазин являє собою місце в інтернеті, де відбувається прямий продаж товарів споживачеві (юридичній або фізичній особі), враховуючи доставку. При цьому розміщення споживацької інформації, замовлення товару і угода відбуваються там само, всередині мережі (на сайті інтернет-магазину).

Електронний магазин (е-магазин, e-shop) — сайт, з якого можна вибрати та замовити потрібний товар чи послугу. Інтернет-магазин перш за все передбачає

грошові розрахунки на відміну від сайтів, які надають послуги безкоштовно. Для безпечного використання сайту передбачені надійні протоколи — https, та інші системи безпеки.

Важливі елементи інтернет-магазину — оновлення наявного асортименту (продукти/товари та їх кількість), можливість додавати товари до «кошику», вхід для зареєстрованих користувачів. У деяких випадках можна використовувати систему оплати через інтернет (електронні гроші), у простішому випадку оплата відбувається звичайними грошми через банк на рахунок, роздрукований з сайту. Оплата через інтернет передбачає необхідність створення кількох облікових записів (принаймні двох), але у деяких випадках системи оплати можуть бути пов'язаними з магазином.

Для того, щоб інтернет-магазин видавав інформацію залежно від запитів, надавав можливості пошуку тощо — на сервер встановлюється підтримка скриптів (наприклад PHP, Perl). У більш комплексному варіанті, програма інтернет-магазину — це система управління вмістом сайту, яка вже має підтримку скриптів, надає можливість в онлайн-режимі (головним чином через інтернет) і в межах наявного асортименту виконувати купівлю потрібних товарів.

Клієнтів залучають до інтернет-магазинів не тільки з-за високого рівня зручності, але і з більш широкого вибору, конкурентних цін і до інформації. Бізнес-організації прагнуть пропонувати інтернет-магазини не тільки тому, що вони мають набагато меншу вартість, але також тому, що вони пропонують доступ до світового ринку, підвищують цінність для клієнтів та будують стійкі можливості. Тому актуальною є тема роботи з розробки інтернет-магазину з продажу мотоциклів.

## **ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ТОПОЛОГІЧНОГО СОРТУВАННЯ ОРГРАФІВ**

**Кунін І.М., керівник к.т.н., доц. Журба А.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Граф — це сукупність об'єктів із зв'язками між ними. Об'єкти розглядаються як вершини, або вузли графу, а зв'язки — як дуги, або ребра. Алгоритми пов'язані з опрацюванням графів широко використовуються у різних цілях, наприклад, соціальні мережі, алгоритми пошуку, побудова електричних кіл. Типовими прикладами алгоритмів на графах є алгоритм Дейкстри, алгоритм обходу графа, задача комівояжера, алгоритм краскала, топологічні алгоритми сортування графів.

Під топологічним сортуванням графа розуміють процес лінійного впорядкування його вершин таким чином, що якщо в графі існує ребро  $(a,b)$ , то, в упорядкованому списку вершин графа  $G$ , вершина  $a$  передує вершині  $b$ . Якщо в орієнтованому графі є цикли, то упорядкованого таким чином списку для нього не існує.

Основна суть даного алгоритму полягає в тому, що на кожній з його ітерацій, здійснюється визначення вершини-джерела орієнтованого графа що залишився (джерелом називається вершина в яку не входить жодне ребро), і, в подальшому, видалення його з усіма, що виходять з нього, ребрами. Якщо таких вершин декілька, довільним чином вибирається одна з них. Порядок видалення таким чином вершин, дає рішення задачі про топологічне сортування. Відмітимо, що якщо на деякому кроці виявиться, що для орієнтованого графа що залишився, вершини-джерела не існує, то задача про топологічне сортування розв'язків немає.

Рішення, отримане при використанні алгоритму видалення вершини-джерела, може відрізнитися від рішення, яке дає алгоритм, що базується на пошуку в глибину.

Звичайно, обидва вони коректні, просто задача про топологічне сортування може мати декілька різних рішень.

За допомогою топологічного сортування будується коректна послідовність виконання дій, будь-яка з яких може залежати від іншої: послідовність проходження навчальних курсів студентами, збірки вихідних текстів програм за допомогою Makefile'ів. Тому тема роботи з програмної реалізації алгоритмів топологічного сортування є актуальною.

## ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ДОДАТКУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНДЕКСУ ХІРША Бондар І.Г. , керівник доц. Селівьорстова Т.В. Український державний університет науки і технологій

Вимірювання продуктивності вченого – завдання вкрай складне і неоднозначне. З одного боку, неясно, що саме слід вважати продуктивністю, як можна її ефективно виміряти і як можна порівнювати продуктивність різних вчених. В даний час існує два принципово різних підходи до оцінки продуктивності дослідників – експертний і статистичний. Експертний підхід покладається на суб'єктивне сприйняття якості роботи, і має два суттєвих недоліки – вплив людського фактора і вкрай висока вартість [1].

Статистичний підхід спирається на чисельні оцінки різних атрибутів, властивих автору. Такі оцінки не схильні до впливу людського фактора, але вони не можуть використовуватися без експертного аналізу, тому що являють собою оцінку лише деяких аспектів роботи дослідника.

З іншого боку, якісні чисельні показники вкрай затребувані в даний час, так як суб'єктивної експертної оцінки часом буває недостатньо для прийняття рішення про величину вкладу та перспективності вченого.

Традиційно прийнято вважати, що одним з основних показників якості роботи вченого або науково-дослідного колективу є кількість і якість його публікацій. При цьому існує переконання, що статистики цитувань точніше експертних оцінок, так як оперують виключно з числами і можуть виключити вплив суб'єктивного фактора на які видаються оцінки. Нижче показано, що це твердження лише частково вірно, так як для правильного використання статистик цитування важливо розуміти, що конкретно вимірює та чи інша статистика, і що значення кожної такої метрики має бути правильно інтерпретоване екпертом [2]. Крім того, самі статистики повинні бути достовірними і стійкими до навмисних змін.

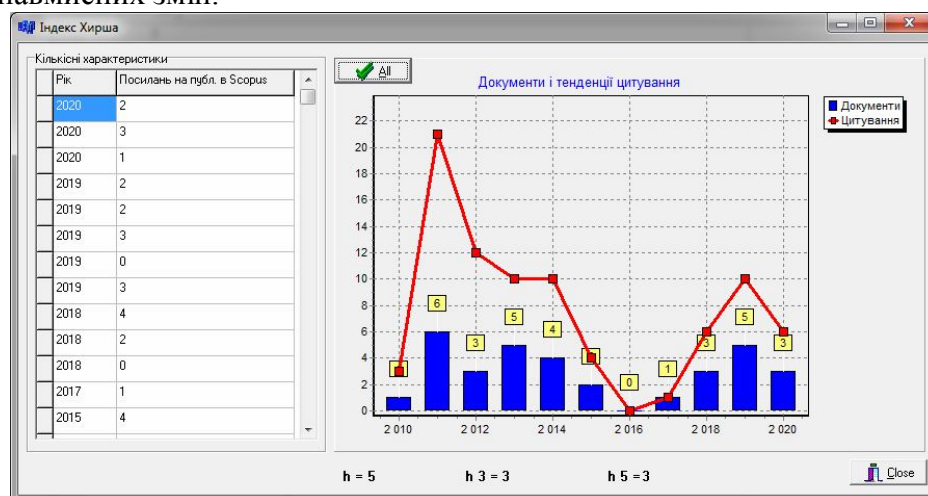


Рисунок – Інтерфейс додатку «Індекс Хірша»

В роботі:

- 1) проведений аналіз методів визначення наукометричних показників,
- 2) виконано програмну реалізацію моделі визначення наукометричного показника індекс Хірша;
- 3) наведені приклади коректної роботи розробленого додатку.

#### Література

1. Adler, R. Citation statistics / R. Adler, J. Ewing, P. Taylor // Statistical Science. – 2009. – V. 24, № 1. – P. 1–14.
2. В чому полягає важливість індексу Хірша, і як ним управляти [Електронний ресурс] // [www.inter-nauka.com](http://www.inter-nauka.com) – Режим доступу до ресурсу: <https://www.inter-nauka.com/ua/poleznaya-informatsiya/hindex/>.

### **ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ОТОЧЕННЯ В ІГРАХ** **Мальований В.Д., керівник доц. Селівьорстова Т.В.** **Український державний університет науки і технологій**

Процедурна генерація контенту – один з актуальних напрямків в сфері розробки комп'ютерних ігор. Процедурна генерація має на увазі автоматичне створення наповнення ігрового світу, до якого можуть ставитися всілякі ігрові об'єкти, такі як рівні, кімнати, предмети, противники, інструменти гравця. За допомогою алгоритмів генерації можуть задаватися як зовнішній вигляд і властивості цих об'єктів, так і їх розташування і навіть поведінка. Крім того, процедурно-згенеровані можуть бути текстури, музичний супровід, ігрові події і навіть сюжетні лінії [1].

Навколо принципу процедурної генерації були сформовані цілі жанри комп'ютерних ігор, і з кожним роком їх популярність лише зростає. Це викликано тим, що ігри з таким підходом здатні надовго захопити гравця своєю різноманітністю й унікальністю, адже вони дозволяють з кожним разом створювати нові ігрові ситуації. Крім того, процедурна генерація дозволяє значно знизити витрати на виробництво ігор, оскільки здатна замінити собою роботу великого числа художників і дизайнерів.

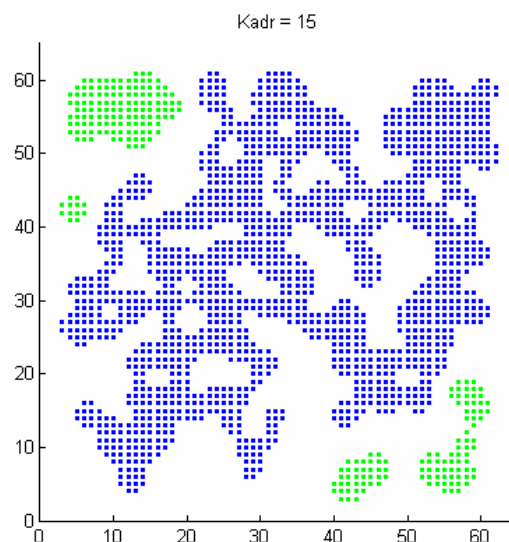


Рисунок – Процедурна генерація оточення з КА «Печера»

На даний момент існує безліч підходів до процедурної генерації оточення в іграх [2]. Вони включають в себе різні методи і алгоритми. Вибір певних з них залежить від завдань, які ставляться під час застосування процедурної генерації, але навіть для

схожих завдань можуть виявитися оптимальними різні варіанти. Це визначається багатьма критеріями, які виставляє розробник – користувач алгоритму генерації.

В роботі виконано програмну реалізацію та візуалізацію методу процедурної генерації оточення в іграх з використання клітинного автомату «Печера».

#### **Література**

1. Togelius, J. & Champanand, A.J. & Lanzi, Pier Luca & Mateas, M. & Paiva, A. & Preuss, Mike & Stanley, K.O.. (2013). Procedural content generation: goals, challenges and actionable steps. Dagstuhl Follow-Ups. 6. 61-75.

2. The Death of the Level Designer: Procedural Content Generation in Games [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <http://roguelikedeveloper.blogspot.com/2008/01/death-of-level-designer-procedural.html>.

*ПІДСЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ  
та КІБЕРБЕЗПЕКА»*

### **ПРОЄКТУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ДОВІДКОВОЇ БАЗИ ДАНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОВИ СТРУКТУРОВАНИХ ЗАПИТІВ SQL**

**Звягіна В.А., керівник доц. Пахомова В.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Відомо, що реляційна база даних дозволяє розділяти дані на логічні менші і більш керовані сегменти, що забезпечує оптимальне представлення даних і можливість організації декількох рівнів доступу до даних. Узагалі створення та обробка бази даних за допомогою мови структурованих запитів SQL (Structured Query Language), що являється стандартною мовою управління реляційними базами даних, має широке практичне розповсюдження. Однак, у кожній програмній реалізації SQL виробники пропонують різні удосконалення з метою спрощення роботи з їх серверами баз даних. Ці удосконалення представляють собою команди та опції, що запропоновані в додаток до стандартного переліку команд SQL і доступні лише в рамках кожної конкретної реалізації: Oracle; Sybase; Microsoft SQL Server; dBase та ін. Створення бази даних конструкцій SQL базується на даних ANSI-стандарту SQL (назва конструкції; належність до категорії; призначення; формат та ін.), а також на документації деяких програм (назва програми; можливі форми; особливості; приклад використання; питання-відповідь та ін.). Основною задачею, що обмірковується в процесі проєктування реляційної бази даних, є задача нормалізації її відношень. Зокрема при проєктуванні бази даних конструкцій SQL використані наступні ітераційні методи: метод нормальних форм, що базується на математичному понятті «відношення», та графічний метод «Сутність-Зв'язок», який заснований на використанні графічних засобів: діаграм ER-екземплярів та діаграм ER-типу. Збіг отриманих структур спроектованої бази даних за різними методами свідчить про досягнення вірного результату.

### **ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК КАТЕГОРІЇ PROBE З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Квочка М.Ю., керівник доц. Пахомова В.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Відомо, що мережеві атаки поділяються на наступні категорії: DOS, PROBE, U2R, R2L. Створення ефективної системи виявлення мережевих атак вимагає застосування якісно нових підходів до обробки інформації, які повинні ґрунтуватися на адаптивних

алгоритмах здатних до самонавчання. Найбільш перспективним напрямком у створенні подібних систем виявлення атак на комп'ютерну мережу є застосування нейромережних технологій, що підтверджує актуальність теми даної роботи. Виконаний огляд нейромереж щодо виявлення мережевих атак: MLP (Multi Layer Perceptron); RBF (Radial Basis Function Network); SOM (Self Organizing Maps); ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System), а також використання відповідних комбінованих варіантів. Сформульована постановка задачі виявлення мережевих класів категорії PROBE з використанням бази NSL-KDD. Категорія PROBE полягає в скануванні мережних портів з метою отримання конфіденційної інформації. У якості методу дослідження використаний математичний апарат багатошарового перцептрон, що створений за допомогою пакету Neural Network Toolbox системи MatLAB для виявлення наступних мережевих класів категорії PROBE: Ipsweep, Nmap, Portsweep, Saint, Satan. На створеній нейронній мережі проведено дослідження похибки навчання від довжини вибірки за різними алгоритмами навчання: Levenberg-Marquardt; Bayesian Regularization; Scaled Conjugate Gradient при різній кількості прихованих нейронів.

### **ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК КАТЕГОРІЇ DOS З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Ковальов Р.І., керівник доц. Пахомова В.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Повідомлення про проникнення в комп'ютерну мережу та атаки на Web-сервера останнім часом з'являються все частіше. Атаки здійснюються за дуже короткий термін, різноманіття загроз постійно збільшується, що не дозволяє виявити ці загрози та запобігти їм стандартними захисними засобами. Існуючі підходи мають певні особливості, які перешкоджають їх використанню, зокрема невисока швидкість роботи та низька точність. Але цих недоліків позбавлена нейромережна технологія: багатошаровий перцептрон; радіально-базисна мережа; самоорганізуюча карта Кохонена, а також нейронечітка мережа, що поєднує в собі переваги нейронних мереж і систем нечіткого висновку. Сформульована постановка задачі виявлення мережевих класів категорії DOS на основі використання бази NSL-KDD. Категорія DOS характеризується генерацією великого обсягу трафіку, що призводить до перевантаження та блокування сервера. У якості методу дослідження використаний математичний апарат нейронечіткої мережі (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS), що створена з використанням додатку Fuzzy Logic Toolbox системи MatLAB для виявлення наступних мережевих класів категорії DOS: Back, Land, Neptune, Pod, Smurf, Teardrop. На створеній нейронній мережі проведено дослідження середньої похибки навчання за різними функціями приналежності при різних методах оптимізації навчання: Backpropa (метод зворотного поширення помилки, заснований на ідеях методу найшвидшого спуску); Hybrid (гібридний метод, який об'єднує метод зворотного поширення помилки з методом найменших квадратів).

### **ПРОЄКТУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ДОВІДКОВОЇ БАЗИ ДАНИХ МОДЕЛЕЙ ТА БАЗОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСТРОЇВ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ**

**Мартиняк Д.С., керівник доц. Пахомова В.М.**

**Український державний університет науки і технологій**

Відомо, що логічна організація бази даних, виконана на основі логічної моделі, являє собою процес реорганізації даних в логічно організовані групи легко керованих об'єктів. Логічна організація даних повинна сприяти зменшенню повторення даних в

базі даних. Крім того, будь-яка база даних повинна плануватися з урахуванням потреб кінцевого користувача. Адаже саме кінцевий користувач буде з нею працювати. Користувачеві необхідно забезпечити зручність використання бази даних за допомогою інтерфейсного додатка (програми, що дозволяє користувачеві отримати доступ до бази даних), а цього неможливо досягти, якщо не враховувати потреби користувача. Як наслідок цього, при проектуванні бази даних пристроїв локальних мереж розглядалися наступні питання: які дані повинні зберігатися в базі даних; як користувач отримує доступ до бази даних; які привілеї отримує користувач; як повинні бути згруповані дані в базі даних; до яких даних звертатимуться найчастіше; як дані будуть пов'язані; які заходи слід вжити для забезпечення коректності даних. Для створення довідкової бази даних моделей та базових характеристик пристроїв локальних мереж взято відповідні дані щодо комунікаційного обладнання: пристрій; призначення; модель; базові характеристики та ін., а також їх відношення до стандартизованих технологій, що вивчаються з дисципліни «Локальні мережі». При проектуванні бази даних використаний метод нормальних форм, який є чітким математичним засобом. Побудована база даних рекомендована для використання здобувачами ступеня «бакалавр» спеціальності «Комп'ютерна інженерія» при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Локальні мережі».

## **DESIGN AND CREATION OF THE DATABASE «CATALOG OF MUSIC ALBUMS»**

**Mumni Maruan, supervisor doc. Victoria Pakhomova  
Ukrainian State University of Science and Technology**

It is known that the database is a special institution of organized data, which is the basis for the provision of information on the system and the development of the project. The database has a significant log structure, called the model of the representation of the data. Today, a number of models are presented by the following models, including the development of the following models: hierarchical, network, relational, post-relational, multidimensional, object-oriented. The review of such models made it possible to argue the choice of a relational model for detailed consideration. The main task in the process of designing the database is the task of normalization. In the project of the «Catalog of Musical Albums», the classical method is used, and the method of normal forms itself is based on mathematical concepts: relation and normal form. The normal form is a measure of the depth to which the database should be normalized. Usually, in the process of normalization, the following three normal forms are used: 1NF, 2NF, 3NF. In this sequence of normal forms, each subsequent one depends on the results of normalization performed by the previous one. Normalization can significantly reduce the speed of data access due to frequent table linking operations. In addition, the implementation of reference integrity is not a simple matter - the related data are divided into different tables. It is always advisable to normalize the database first to reduce the number of repetitions, and then to perform a partial denormalization to improve its performance.

## **ПРОЄКТУВАННЯ, СТВОРЕННЯ ТА ЗАХИСТ БАЗИ ДАНИХ НЕЙРОННИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК**

**Черкашина А.А., керівник доц. Пахомова В.М.  
Український державний університет науки і технологій**

Створено базу даних нейронних моделей для визначення мережеских атак на основі виконаного огляду наукових праць (науковець; назва роботи; використаний

метод; дослідження; основні висновки), та відомих даних про відповідні нейронні мережі (тип; особливості; конфігурація; навчання; приклад та ін.). Основною задачею, що обмірковується в процесі проектування бази даних, являється задача нормалізації її відношень. При проектуванні бази даних нейронних моделей для визначення мережевих атак використаний метод нормальних форм. Нормалізація має цілий ряд переваг: найкраща загальна організація бази даних; скорочення кількості непотрібних повторень даних; узгодженість даних усередині бази даних; більш гнучка структура бази даних; ефективні можливості забезпечення безпеки та надійності бази даних. Процес нормалізації покращує організацію бази даних, полегшуючи роботу для всіх, від звичайних користувачів до адміністратора, який відповідає за загальне управління об'єктами бази даних. Зменшується кількість повторень даних, що спрощує структуру даних і економить місце на диску. Зменшення дублювання даних зменшує ймовірність невідповідності. В результаті нормалізації база даних розбивається на ряд більш дрібних таблиць, стає простіше модифікувати існуючі структури. Набагато простіше змінити маленьку таблицю з невеликим обсягом даних, ніж велику таблицю, яка містить всі значення, життєво важливі для бази даних. Нарешті, безпека підвищується в тому сенсі, що адміністратор бази даних може дозволити різним користувачам отримувати доступ лише до обмеженого списку таблиць. Створена база даних нейронних моделей для визначення мережевих атак рекомендована для використання здобувачами ступеня «бакалавр» спеціальності «Кібербезпека» при виконанні курсового завдання з дисципліни «Локальні мережі».

## **РОЗРОБКА ЗАСОБІВ СТЕГАНОГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ**

**Півень Е. О., керівник доц. Остапець Д. О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Комп'ютерна стеганографія - це один з напрямів класичної стеганографії, заснований на особливостях комп'ютерної платформи. Стеганографія є одним із перших напрямків вирішення проблеми захисту даних. Вона використовується для таємного пересилання повідомлень, приховуючи їх від сторонніх користувачів. Одним із найпоширеніших методів стеганографії є використання стеганографічного контейнера, що є файлом, що містить сховане повідомлення. У роботі використовується метод LSB який базується на внесенні бітів інформації у найменш значущі біти контейнера. Також розглянуто переваги та недоліки методу LSB. Було вирішено створити демонстраційну програму для навчальних цілей, на основі вище представленого методу. В якості мови програмування для розробки програми було обрано C++.

## **ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ РІЗНИХ АЛГОРИТМІВ ДОСЯГНЕННЯ ЗГОДИ В БЛОКЧЕЙН ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ**

**Мотиленко В.А., керівник доц. Остапець Д.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

В децентралізованих системах алгоритми консенсусу необхідні для синхронізації стану між різними учасниками. Варто розглянути два основні типи алгоритмів консенсусу які використовуються в публічних блокчейнах: PoW (proof of work) та PoS (proof of stake). PoW використовується у Bitcoin, є крипостійким і може бути використаний коли не має довіри до вузлів. Але має деякі недоліки, такі як низька швидкість та енергоефективність. Альтернативою пропонується PoS, цей алгоритм розподіляє потужності на основі активів у системі. Проте, PoS не є самостійним

алгоритмом консенсусу та вимагає інтеграції з іншими алгоритмами, заснованими на голосуванні.

Серед алгоритмів, які засновані на голосуванні є Paxos, Raft, PBFT, Ripple, Corda та Tendermint – вони вирішують проблеми аварійних помилок в розподілених системах. Тільки алгоритми з групи "модифікованих PBFT" вирішують проблеми зловмисної поведінки, а отже можуть бути ефективними у децентралізованих структурах керування. З урахуванням вимог промислового сектора та можливості залучення декількох керуючих структур, комбінація PoS та PBFT найбільш підходить для реалізації блокчейн систем у різних системах, таких як керування ланцюгами постачань, продаж квитків та керування розкладом. Використання алгоритму PoW не є доцільним через його низьку енергоефективність.

### **КОМПЛЕКС СТЕГАНОГРАФІЇ ТА СТЕГОАНАЛІЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗВУКОВИХ ФАЙЛІВ-КОНТЕЙНЕРІВ**

**Зайцев Д.Д., керівник доц. Остапеч Д.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Звукові файли-контейнери є популярними засобами для зберігання та передачі аудіоінформації, тому їх використання для приховування додаткової інформації є актуальним. Метою роботи є створення програмного засобу, що реалізує та демонструє приховування інформації в звуковому контейнері формату «wav» та проводить аналіз введеного контейнеру на наявність внесених змін. Файли формату wav використовують стандартну структуру RIFF для організації їх в окремі секції (чанки) з відповідними заголовками та розмірами. Завдяки цьому можна аналізувати лише необхідні частини файлів формату wav, ігноруючи невідомі або непотрібні для обробки частини. Для реалізації роботи в якості методу стеганографічного захисту інформації обрано метод LSB (Least Significant Bit), що полягає використанні незначних бітів, які зазвичай використовуються для збереження похибки дискретизації. Щоб проаналізувати контейнер на наявність внесених змін використовуються дослідження, що спрямовані на виявлення прихованої інформації у збережених даних або переданих повідомленнях.

### **КОМПЛЕКС БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЗА ВІДБИТКАМИ ПАЛЬЦІВ**

**Лященко М.О., керівник доц. Остапеч Д.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Для забезпечення високого рівня безпеки даних, використовуються різні методи автентифікації, зокрема біометричні технології. Ці методи використовують унікальні фізіологічні характеристики. Одним із найбільш популярних методів біометричної автентифікації є сканування відбитків пальців. Цей метод базується на унікальній геометрії пальця кожної людини. Алгоритми порівняння відбитків відрізняються між собою типом оброблювальних ознак відбитку. Ознаки поділяються на локальні та глобальні. Розроблюваний комплекс складається з програмних засобів демонстрації поетапної роботи алгоритму автентифікації та порівняння введеного зразка відбитку з наявними в базі, за основу був взятий алгоритм порівняння відбитків пальця за локальними ознаками. В якості мови розробки було обрано мову програмування Python. Комплекс може використовуватись для демонстрації роботи алгоритму автентифікації за відбитком пальця у навчальному процесі.

## **КОМПЛЕКС БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЗА ОБЛИЧЧЯМ**

**Русецький В.В., керівник доц. Остапець Д.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Біометричні методи ідентифікації та автентифікації виділяються тим, що користувач являє собою ключ. Ключ, сформований користувачем, не може бути використаний ніким іншим окрім самим користувачем що унеможливорює допуск правосторонніх осіб до об'єкта, що захищається. Біометричні методи поділяються на динамічні і статичні. Серед найпопулярніших методів біометрії можна виділити: за голосом (динамічні методи), обличчям, відбитком пальця (статичні методи). Біометрія обличчя, у свою чергу, поділяється на автентифікацію по формі і по геометрії обличчя, (на двовимірну та тривимірну). При автентифікації за формою обличчя виділяють контури обличчя, носа, губ тощо. Вираховують відстань між ними та на базі цього створюється модель. Для тривимірної моделі необхідна більша кількість екземплярів, яка враховує також повороти обличчя. В рамках роботи створюється демонстраційний програмний комплекс для наочного показу усіх етапів ідентифікації та автентифікації за обличчям. Ця програма може використовуватися як навчальна або демонстраційна в навальному процесі.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ КСЗІ**

**Сухомлин О.О., керівник доц. Остапець Д.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Комплексні системи захисту інформації (КСЗІ) - це необхідний елемент будь-якої державної або приватної організації, яка працює з конфіденційною інформацією. Їх мета - захист від несанкціонованого доступу, втрати, знищення, модифікації або недостовірності інформації. В Україні існують нормативні акти, які регулюють послідовність проектування КСЗІ, проте не існує системи автоматизованого проектування, яке могло б поліпшити цей процес. У роботі розглянуті етапи та задачі, які виникають при проектуванні КСЗІ. Також були проаналізовані діючі інтелектуальні методи, які можуть бути використані при проектуванні КСЗІ. У результаті прийнято рішення щодо використання експертної системи при вирішенні наступних задач проектування: розробка моделі порушника, аналіз ризиків та визначення переліку суттєвих загроз та при розробці політики безпеки інформації.

## **КОМПЛЕКС БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ**

**Ярьоменко Д.О., керівник доц. Остапець Д.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Ідентифікація та автентифікація є критично важливими процесами, які необхідні для забезпечення безпеки цифрових систем і захисту конфіденційної інформації. Біометричні методи ідентифікації та автентифікації стали перспективними рішеннями для підвищення безпеки цих процесів. Однією з поведінкових біометричних характеристик, яка може бути використана для ідентифікації та автентифікації, є клавіатурний почерк. Клавіатурний почерк - це унікальний стиль і ритм набору тексту на клавіатурі, який можна проаналізувати для ідентифікації та автентифікації користувача. Аналіз ґрунтується на статистичних даних, зібраних з шаблонів друку

користувача, включаючи швидкість і ритм набору тексту, тривалість натискання клавіш і силу, з якою користувач натискає на клавіші. Для покращення точності аналізу профілю клавіатурного почерку можуть використовуватись методи машинного навчання. Крім того, математичний апарат може включати методи детекції аномалій та обробки даних для виявлення неправильних спроб аутентифікації або підроблених профілів. Також в математичному апараті аналізу профілю клавіатурного почерку можуть використовуватись методи множинного аналізу, логістичної регресії та нейронних мереж. Ці методи дозволяють покращити точність аналізу профілю клавіатурного почерку та забезпечити більш ефективну ідентифікацію та автентифікацію користувачів.

### **ОЦІНЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІТ-АРХІТЕКТУР ПІДПРИЄМСТВ**

**Жук С.С., керівник проф. Косолапов А.А.**

**Український державний університет науки і технологій**

У перспективі в Україні буде актуальною проблема відновлення зруйнованих підприємств та їхня автоматизація на основі сучасних ІТ-архітектур, що свідчить про актуальність цієї роботи.

На кафедрі ЕОМ ДІІТу під керівництвом професора А. Косолапова розроблено і впроваджується методика концептуального проектування автоматизованих систем різної складності. У рамках цієї методики розв'язується завдання оцінки інформаційно-часових характеристик комп'ютерних комплексів на основі запропонованої моделі фі-транзакції.

У доповіді розглядаються принципи автоматизації розрахунку характеристик фі-транзакцій в умовах масштабування складності автоматизованих підприємств.

Робота перебуває на стадії тестування в курсовому проекті, пов'язаному з проектуванням комп'ютерних систем автоматизації підприємств.

### **РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ ДО ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ**

**Векленко С.О., керівник ст. викл. Дзюба В.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Використання мікроконтролерів може забезпечити ефективний та зручний механізм контролю доступу до побутових приміщень. Загальною функцією системи контролю та управління доступом (СКУД) є управління доступом на задану територію, яке відбувається через ідентифікацію особи та в залежності від налаштувань системи та поточних прав доступу особи на відвідування території, цій особі може бути дозволено або обмежено право доступу. У роботі буде зроблене огляд сучасних систем контролю та управління доступом до побутових приміщень, обрано клас системи та типи ідентифікаторів, за якими в залежності від налаштування системи пов'язані права доступу. У якості блоку контролю, який приймає рішення в залежності від прав доступу на надання цього доступу буде використано сучасний мікроконтролер.

## **РОЗРОБКА ВЕБ-СИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ КОНСУЛЬТАЦІЇ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ**

**Ессаді А., керівник ст. викл. Дзюба В.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Створення веб-сайту реєстрації консультацій університету є важливою ініціативою, яка може підвищити ефективність консультацій студентів та допомогти університету ефективніше розпоряджатися ресурсами. Цей веб-сайт буде розроблено з використанням PHP, Laravel і MySQL для внутрішньої частини та Bootstrap або Vue.js для зовнішньої частини. Основна мета веб системи реєстрації консультацій в університеті – надати студентам просту у використанні платформу для знаходження консультацій зі своїми викладачами чи радниками. Сайт матиме зручний інтерфейс, який дозволить студентам вибрати тему, час, день і тип консультації. А також перевірити вже наявні консультації на вибір. Веб-сайт дасть у користування інструкторам і консультантам централізовану платформу для керування розкладами консультацій, видаляючи або створюючи їх.

## **РОЗРОБКА ЗАСОБУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЕРЕВІРКИ ЛОГІЧНОГО ОПИСУ ДИСКРЕТНОГО АВТОМАТУ**

**Гладілова В.Д., керівник ст. викл. Івін П.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

Прискорення навчання, в частині перевірки курсових робіт та проектів, є важливим аспектом сьогодення. Для цих цілей використовуються певні загальнодоступні програмні засоби обробки інформації та різні навчальні технології. В цілому, навчання має бути більш автоматизованим та корисним з точки зору і викладача, і студента, так як має місце бути людський фактор, що потребує точного і детального надзору.

Одним з головних об'єктів вивчення дисципліни «Комп'ютерна логіка» є дискретний автомат (ДА), з усіма його етапами синтезу. Саме в курсовому проекті по даній дисципліні виконуються абстрактний та структурний синтез послідовного ДА, і ліву частину викладацького часу займає перевірка працездатності ДА на рівні функціональної схеми. І звісно, одним зі шляхів спрощення цього процесу є використання спеціалізованого засобу перевірки логічного опису ДА. В процесі розробки такого засобу, що є результатом кваліфікаційної роботи, були виділені такі цілі і задачі:

- розробити редактор логічних функцій, за для введення логічного опису (системи логічних функцій) ДА в звичайному вигляді;
- реалізувати перевірку працездатності ДА, шляхом прогонки через логічний опис усіх можливих вхідних слів з фіксацією правильності реакції ДА;
- надати можливість переглядати студенту помилки, в разі невірної роботи ДА. Програма генерує покрокові підказки, що допоможе студентові зрозуміти, на якому саме етапі він припустився помилки;
- реалізувати відправку результату кожної перевірки, виконаної студентом, що використовував застосунок викладачу на пошту;
- полегшити сприйняття через графічний інтерфейс та прискорити виконання курсового проекту.

За основу програмної реалізації була обрана мова програмування C#, IDE Visual Studio та технологію Windows Forms. Таким чином, засіб автоматизації буде

реалізований як десктопний за стосунок з комфортним для сприйняття інтерфейсом та зрозумілими інструкціями у самому вікні застосунку.

## **ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ МЕДИЧНОЇ СИСТЕМИ**

**Подедворний О.Е., Мардеросов Є.В., керівник ст. викл. Івін П.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

У час, коли сучасне життя душе тісно пов'язане з комп'ютеризованими технологіями, більшість інформації «відцифровується». Це робиться бо звичайний спосіб зберігання інформації у вигляді паперів в нинішній час вважається застарілим та має свої недоліки у вигляді терміну збереження таких паперів, місця та умов для їх збереження і т.і. На вимогу сучасності, в галузі медицини вже у більшості країн світу були запроваджені електронні медичні картки для лікарень. Так лікарі, через спеціальне програмне забезпечення можуть опрацьовувати електронні картки своїх пацієнтів, переглядати та вносити в них зміни. Такий спосіб взаємодії між лікарем та пацієнтом є дуже зручним оскільки прискорює швидкість роботи працівників, знижує такі фактори як можливість втрати медичної картки або її довгий пошук в архіві лікарні.

Пацієнти в свою чергу через спеціальні веб-сайти або застосунки, що використовують web-арі мають змогу записуватися до лікарів, завантажувати лікарняні, укладати договори з лікарем і т.і.

В Україні подібне програмне забезпечення стали називати електронна медична система. Прикладами таких систем є likari24, healsi, Каштан, які наразі використовуються у сфері медицини. Аналіз функціоналу існуючих медичних платформ, серед очевидних плюсів виявив і недоліки. Як приклад, в них не можна здійснити наступні дії: записати дитину на прийом до лікаря, завантажити рецепт який вам виписав лікар, завантажити лікарняний, а також, реєстрація на цих платформах проходить через номер телефон, що не дає змогу відправляти документи пацієнту. Тож переосмислення та розробка нової електронної медичної системи, хай і навіть в межах окремої мережі медичних закладів, досі є актуальна, а позбавлення системи від виявлених недоліків аналогів є прямим шляхом їх вдосконалення.

## **ЕЛЕКТРОННА МЕДИЧНА СИСТЕМА. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ І WEB-АРІ**

**Мардеросов Є.В., керівник ст. викл. Івін П.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

В наш час, коли всі лікарні поступово відмовляються від паперових документів, для запису на прийом до лікаря, пацієнти все частіше замість «живого спілкування» використовують Web-додатки, що є найбільш актуальним методом під час пандемії. Через це зростає попит на подібні Web-додатки, поліпшення їх якості і зручності.

В роботі передбачається розробка відкритого Web-арі який спростить взаємодію між лікарями та пацієнтами та майже виключить «живе спілкування» поза меж кабінету лікаря. Для цього Web-арі буде містити наступний функціонал: перегляд всіх лікарів в місті в якому проживає пацієнт, пошук лікарів за спеціальністю, запис на прийом до лікаря, завантаження лікарняних, укладання договору з сімейним лікарем. Це лише частина того, що буде реалізовувати Web-арі.

Web-арі буде розроблено на мові TypeScript – це є строго типізована мова яка компілюється в мову JavaScript. Серверна частина буде реалізована на платформі NodeJS яка буде компілювати JavaScript в машину мову, а саме, за допомогою

фреймворка NestJS. В якості бази даних використовується PostgreSQL через її надійність, безпеку та легку розширюваність, а для її розробки була обрана СУБД PgAdmin.

## **ЕЛЕКТРОННА МЕДИЧНА СИСТЕМА. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ ТА WINDOWS ЗАСТОСУНКУ**

**Подедворний О.Е., керівник ст. викл. Івін П.В.**

**Український державний університет науки і технологій**

У медичній системі, що розробляється, лікарям пропонується широкий спектр можливостей взаємодії з електронними даними щодо їх пацієнтів. Наприклад, виписка рецепту на ліки пацієнту та автоматичне внесення такого запису до картки пацієнта, збереження історії попередніх відвідувань лікарів, перегляд та редагування результатів аналізів, діагнозів і процедур. Також можлива функція формування звіту про стан здоров'я пацієнта у загальному плані (хронічні захворювання) або у плані аналізу останніх записів у мед. карті. Керівники відділень медичних закладів зможуть налаштувати графік роботи лікарів.

Збереження інформації передбачено у створеній базі даних засобами pgAdmin. PgAdmin - це популярний інструмент з відкритим вихідним кодом для адміністрування баз даних PostgreSQL. Програмний застосунок виступає у ролі клієнта та звертається до сервера бази даних для отримання необхідних даних. У межах дипломного проекту сервер бази даних - локальний.

У якості мови програмування для розробки Windows застосунку обрано мову C#, технологію WPF та платформу .NET. Передбачене використання допоміжних бібліотек у ході написання коду додатку.

Інтерфейс користувача спроектовано самостійно засобами мови XAML. Таке рішення було прийнято на основі того, що базові компоненти, які містяться у середовищі розробки, мають узагальнені шаблони, тому зручніше власноруч створювати стилі та стилізувати інтерфейс застосунку. Застосунок спроектовано на основі MVVM архітектури, що робить його більш зручним для тестування та подальшої підтримки, забезпечує більш ефективну роботу з даними та поліпшує загальний вигляд структури проекту та коду.

### *ПІДСЕКЦІЯ «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АСР РІВНЯ ШИХТИ У ПРОМІЖНОМУ БУНКЕРІ НА АГЛОМЕРАЦІЙНІЙ МАШИНІ**

**Чембі М., керівник доц. Рибальченко М.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

Для забезпечення максимальної продуктивності агломераційної машини служать системи автоматичного контролю й управління процесом спікання, що виконують операції підготовки шихти, завантаження її на агломераційну машину, контролю теплового режиму й оптимізації процесу спікання. Для забезпечення якісного завантаження шихти агломераційна машина обладнана проміжним (завантажувальним) бункером, який, як проміжна ємкість, згладжує коливання різниці між приходом шихти з барабана-окомківника і витратою її на агломераційну стрічку. Щоб не порушувалася газопроникність окомкованої шихти, рівень її в проміжному бункері необхідно підтримувати як можна точніше.

Як показали дослідження, при зміні швидкості руху агломераційної стрічки в межах 10-15% від номінального значення убік збільшення висоти шару шихти на палетах, витрата шихти в проміжному бункері перевищує прихід, а новий її обсяг, виданий регулятором, ще не встигає підійти до бункера. Такий режим роботи виникає через великий час транспортного запізнювання ділянки тракту подачі шихти від бункера спікаючого відділення до проміжного бункера аглострічки. Для усунення цього недоліку, а також для зменшення впливу великого запізнювання застосовуються каскадні системи.

Каскадна система передбачає стабілізацію продуктивності вагового дозатора. Завдання регулятора виробляється коригувальним пристроєм по сигналу від датчика рівня шихти в проміжному бункері з урахуванням фактичної продуктивності агломашини.

Таким чином, подача шихти на аглострічку в кількості, достатньому для забезпечення необхідної висоти шару при обраній швидкості аглострічки, досягається в цьому випадку спостереженням за швидкістю вагового дозатора й числом обертів барабанного живильника, тобто за продуктивністю агломашини по шихті. У такій схемі зміна завдання регулятора при зміні продуктивності агломашини формується практично миттєво, істотно випереджаючи зміну рівня шихти в бункері.

Досліджена робота одноконтурної та каскадної системи регулювання рівня в проміжному бункері на агломераційній машині з використанням пакета прикладних програм MATLAB/Simulink. Встановлено, що якість перехідного процесу в каскадній системі регулювання набагато вище, ніж в одноконтурній АСР рівня, за рахунок включеного у структуру двоконтурної системи стабілізуючого регулятора, який не чекаючи, поки почне змінюватися основна величина, вносить регулюючі впливи.

## **РОЗРОБКА АСУ ЕЛЕКТРИЧНИМ РЕЖИМОМ ПЛАВКИ В ДУГОВІЙ СТАЛЕПЛАВІЛЬНІЙ ПЕЧІ**

**Маркевич Д.В., керівник доц. Шибакінський В.І.  
Український державний університет науки і технологій**

Технологічний процес плавки в дуговій сталеплавильній печі (ДСП) є циклічним. Цикл плавки включає: очищення та заправку печі, завантаження шихти, плавку та злив металу. Процес плавки ДСП складається з 3-х основних періодів: плавлення твердої шихти, окислення (кипіння) та відновлення (розкислювання). Перший період ведеться на зниженій напрузі при потужності значно меншій від номінальної. Цей період становить близько 2/3 тривалості всієї плавки, при цьому витрачається 70-80% електроенергії, споживаної за плавку.

З огляду на важливість періоду плавлення для АСУ електричним режимом цей період розглянуто детальніше. Його можливо умовно поділити на 6 стадій: заглиблення електродів в шихту; проплавлення колодязів; формування рідкої ванни; закритих дуг або основна; відкритих дуг; нагріву металу до заданої температури.

Мета управління ДСП полягає у забезпеченні максимальної економічності роботи печі при виплавці сталі заданої якості та кількості.

Аналіз існуючих систем керування ДСП виявив, що найбільш прийнятним варіантом АСУ електричним режимом є стадійне керування з регулюванням потужності.

Підтримка на заданому рівні потужності, що вводиться у ванну печі, здійснюється шляхом зміни довжини дуги за допомогою автоматичних регуляторів потужності. На якість роботи цих регуляторів значно впливають різні збурення.

Щоб поліпшити показники роботи печі, застосовують адаптивні системи з використанням програмованих мікропроцесорних контролерів. Тому автоматичний регулятор потужності оснащений пристроєм зміни зони нечутливості і коефіцієнта посилення регулятора по ходу плавки. Ці регулятори, впливаючи на управляючий тиристорний перетворювач (УТП) двигуна механізму переміщення електроду, змінюють довжину дуги, стабілізуючи імпеданс фази печі.

Зміна ступенів напруги здійснюється в залежності від стадій процесу плавки перемикачем ступенів напруги (ПСН).

Стадійне управління ґрунтується на визначенні стадій періоду розплавлення шихти та відповідних змін завдання регулятору та ступені напруги пічного трансформатора.

Аналіз роботи АСР електричного режиму ДСП досить складний, насамперед через наявність великої кількості нелінійних ланок. Тому дослідження запропонованої системи проведено з низкою спрощень. Розрахунок проведений для ділянки лінійної характеристики печі для номінальних струмів при невеликих відхиленнях від положення рівноваги, тобто для умов можливої лінійзації.

З урахуванням цих спрощень, розроблена структурна схема системи, яка крім об'єкту, вимірювальних пристроїв і регулятора містить двигун переміщення електродів та редуктор.

На підставі структурної схеми з використанням меню MATLAB/Simulink проведено моделювання роботи системи при стрибкоподібних змінах спочатку завдання, а потім збурення у вигляді короткого замикання та обриву дуги. Показники перехідних процесів цілком задовольняють технологічні вимоги.

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОМЕТРИЧНОГО СПОСОБУ КОНТРОЛЮ МІЖВАЛКОВОГО ЗАЗОРУ ПРОКАТНОЇ КЛІТІ**

**П'ятниця Б.А., керівник доц. Зінченко М.Д.**

**Український державний університет науки і технологій**

Вимірювання розмірів фасонних профілів прокату є досить складним завданням. Ці розміри залежать від міжвалкового зазору прокатної кліті. Налаштування прокатної кліті полягає у встановленні відповідного міжвалкового зазору, який для фасонних профілів має різні розміри в перерізі.

Наявні методи вимірювання міжвалкового зазору застосовують наступні вимірювальні інструменти: кронциркуль, лінійку, мікрометр, що не забезпечує точного вимірювання міжвалкового зазору.

Під час виконання роботи було проаналізовано можливість використання фотометричних методів вимірювання міжвалкового зазору прокатної кліті. Були проведені дослідження на лабораторному прокатному стані з отриманням цифрового зображення міжвалкового зазору за допомогою цифрової камери Fujifilm X-E1 з об'єктивом Minolta Rokkor 50 мм. Обробка отриманого зображення здійснювалась з використанням різних алгоритмів обробки зображення. Була розроблена програма для вимірювання та фіксації величини міжвалкового зазору.

Виконано дослідження процесу формування яскравості пікселів на переході від освітленої частини до затемненої частини й розроблено алгоритм рахування пікселів, які відповідають освітленій частині зображення і величині міжвалкового зазору. Це забезпечило фільтрацію пікселів, які мають недостатню яскравість і впливають на точність вимірювання.

В період виконання дослідів підтверджена важливість умов вимірювання при використанні фотометричного методу. Точність вимірювання залежить від якості

освітлення та інтенсивності світла на вхідних знімках, вірного позиціювання камери та освітлювача відносно осі міжвалкового зазору.

Розроблена програма для обробки отриманого зображення міжвалкового зазору, яка передбачає фільтрацію зображення, рахування кількості пікселів, які відповідають зображенню зазору, рахування фактичного розміру зазору.

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ГАЗООЧИСТКИ АГЛОФАБРИКИ В УМОВАХ ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»**

**Степаненко Ю.М., керівник доц. Маначин І.О.**

**Український державний університет науки і технологій**

У сучасному світі металургія є однією з базових галузей економіки багатьох країн, від рівня розвитку якої сьогодні залежить прогрес у промисловості країни та її економічний розвиток. Постійно збільшується попит на високоякісну продукцію, що тягне за собою необхідність в удосконаленні самого процесу виробництва. Це, в свою чергу, зумовлює більш жорсткі вимоги з огляду екології. Так, при реконструкції систем газоочистки агломашин (зона спікання) і агломашин (зона охолодження) важливою метою є досягнення на агломашинах технологічного нормативу (за законами України) викидів по пилу, що дорівнює  $\sim 50 \text{ мг/м}^3$ .

За результатами аналізу конструкції і функціонування системи газоочистки аглофабрики МК «КАМЕТ-СТАЛЬ» сформульовані технічні вимоги із удосконалення автоматизованої системи управління. Встановлено, що для підвищення якості очищення газів необхідно створити систему автоматичного управління рукавним фільтром – основною ланкою газоочистки.

Відповідно до технічних вимог розроблена функціональна схема автоматизації, інформаційне та технічне забезпечення, скомпонований управляючий обчислювальний комплекс, що забезпечують управління системою газоочистки.

Моделювання роботи системи виконано у пакетах Matlab Simulink. За допомогою набору інструментів Matlab здійснено такий вибір параметрів регулятора, що забезпечує вид перехідного процесу з відсутністю перерегулювання. Візуальне моделювання процесом управління здійснено у пакеті Trace Mode, що дозволяє контролювати параметри роботи рукавного фільтра.

Таким чином, запропонована автоматизована система управління системою газоочистки здатна забезпечити необхідний рівень очищення газів та звести, згідно діючих норм, до мінімуму вплив на навколишнє середовище.

## **АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВИМ РЕЖИМОМ СЕКЦІЙНОЇ ПЕЧІ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ТРУБ ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»**

**Чорний О.О., керівник доц. Тарасевич І.Г.**

**Український державний університет науки і технологій**

У прокатному виробництві для нагрівання злитків і заготовок перед прокаткою та для термічної обробки напівпродукту і готової продукції застосовують різні типи нагрівальних пристроїв. Так, секційні печі, що складаються з ряду невеликих секцій, застосовують для швидкісного нагрівання і термічної обробки заготовок, труб, штанг та інших виробів.

Нагрівання металу є найважливішою технологічною операцією, що значною мірою визначає економічні показники виробничого процесу в цілому. Розподіл температур по перетину заготовки повинний бути досягнутий за визначений час без надмірного перегріву поверхні металу. Величина ККД в сучасних нагрівальних печах

може коливатись в широких межах і складати 50-85 %. Для підвищення ККД секційної печі та якості термообробки суцільнокатаних труб під загартування та відпуск потрібно забезпечити необхідний температурний режим в її робочому просторі.

На основі аналізу конструкції і особливостей роботи секційної печі № 2 ТПЦ-4 ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», з метою підвищення якості термообробки суцільнокатаних труб із вуглецевих та легованих марок сталі під відпуск, сформульовані технічні вимоги із модернізації автоматичної системи керування тепловим режимом. На основі аналізу сучасних рішень запропоновано, зокрема, застосування автоматичної зміни завдань зональним регуляторам в залежності від температури робочого простору секції печі, а також від температури заготовки на виході із печі. Обґрунтовано доцільність застосування комбінованого принципу регулювання.

Відповідно до технічних вимог розроблена функціональна схема автоматизації, описаний принцип дії системи, обрано сучасне технічне забезпечення, здійснені ідентифікація об'єкта та синтез регулятора. Компонування управляючого обчислювального комплексу системи виконано на базі універсального вимірювального, сигналізуючого, управляючого та комунікаційного контролера Simatic S7-400 фірми Siemens.

Аналіз результатів моделювання системи у пакеті прикладних програм Matlab/Simulink показав, що при стрибкоподібній зміні завдання і збурювання, час перехідного процесу становить не більше 135 с, а максимальне динамічне відхилення не перевищує 25 °С. Отримані результати задовольняють вимогам експлуатації автоматичної системи керування тепловим режимом секційної печі.

Впровадження проєктного рішення системи у виробництво після модернізації дозволить не тільки підвищити якість готової продукції, але й також:

- оптимізувати роботу механізмів завантаження труб, переміщення їх по зонах і вивантаження відповідно до графіка нагрівання з урахуванням поточної температури у вільному просторі секцій,
- своєчасно забезпечити оператора інформацією щодо температури у зонах печі, регулювання витрати палива та керування роботою механізмів завантаження й вивантаження печі,
- збільшити продуктивність секційної печі за рахунок скорочення простоїв через ремонтні роботи, а також зменшити собівартість продукції за рахунок скорочення браку і витрат на ремонтні роботи.

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ДОЗУВАННЯ ШИХТИ В ДУГОВІЙ ЕЛЕКТРОПЕЧІ АТ «НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОД ФЕРОСПЛАВІВ»**

**Шинкарь В.В., керівник доц. Михайловський М.В.**

**Навчально-науковий інститут промислових та бізнес технологій**

Сучасні системи дозування шихтових матеріалів металургійних виробництв використовують модулі для зберігання, очищення, транспортування, дозування і змішування компонентів.

Так, покращення змішення шихт в єдину суміш забезпечує стабільність процесу дугової плавки, зменшення витрат сировини, подовження строку експлуатації печі. Оператору печі, яка отримує «добру» суміш, не треба виконувати зайві регулювання потужності електричної дуги для досягнення заданих характеристик розплаву. Через різний склад суміші піч в різних місцях розігрівається по різному. Тому, вирівнюючи склад суміші по усьому об'єму печі, ми продовжимо срок її експлуатації до наступного капітального ремонту.

На основі аналізу конструкції і функціонування системи дозування шихти в дуговій електропечі АТ «НЗФ» сформульовані технічні вимоги із модернізації системи управління. Встановлено, що для підвищення якості дозування шихти у ДСП необхідно створити систему автоматичного управління електроприводом транспортера дозатора.

Відповідно до технічних вимог розроблена функціональна схема автоматизації, інформаційне та технічне забезпечення, зкомпонований управляючий обчислювальний комплекс, що забезпечують управління системою сумішоутворення шихти в дуговій електропечі. З використанням електронного устаткування фірми ОВЕН виконано компонування управляючого обчислювального комплексу, що забезпечує функціонування САУ.

Результати моделювання роботи системи у пакеті Matlab Simulink показали, що величина струму якоря електроприводу не перевищує допустимого значення. При неузгодженості навантаження електроприводу транспортера дозатора на 10 % взаємне відхилення швидкостей їх обертання складає усього 0,6 % номінального значення. Таким чином, розроблена схема підпорядкованого регулювання забезпечує плавність перехідних процесів і точність підтримки швидкості обертання електроприводу транспортера дозатора.

Нова автоматизована система є більш надійною, наробіток на відказ в неї більший, ніж на існуючій системі. Ще одна з переваг – це зменшення впливу «людського фактору», бо оператор тільки вибирає один з видів сумішей, а автоматична система за заданою програмою підбирає потрібні компоненти.

В результаті переходу на нову систему отримаємо зменшення витрат компонентів суші, рівнішу роботу печі, зменшення кількості перемикань в трансформаторах, покращення якості розплавів.

## **МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМАТНИХ МОДЕЛЕЙ**

**Бех Я.П., керівник доц. Щека В.І.**

**Український державний університет науки і технологій**

Основні поняття теорії кінцевих автоматів та їх властивостей, діагностування кінцевих автоматів проводиться за процедурами, які отримали назву діагностичних експериментів (ДЕ) над автоматами.

Існує процедура автоматизації діагностування HDL-моделей кінцевих автоматів (КА) з використанням програми ASFTEST, де розглядається варіант відновлення графу переходів по HDL-моделі у формі автоматного шаблону та аналіз обходу усіх дуг графу для пошуку помилок проектування. В методах пошуку помилок проектування в HDL-моделях мікропрограмних автоматів ДЕ проводиться шляхом обходу усіх дуг графа переходів КА, починаючи від початкової вершини, шляхом емуляції функцій операційного автомата в системі верифікації HDL-моделей (TestBench) в середовищі автоматизованого проектування Active-HDL. Метод виявлення і локалізації помилок проектування в HDL-моделях кінцевих автоматів з довільними функціями 54 виходів ДЕ проводиться шляхом обходу усіх дуг автомата Милі, починаючи з початкової вершини, у тому числі для автоматів «невиключного» класу. Для забезпечення повернення автомата з можливою помилкою проектування в початковий стан запропоновано використовувати синхронізуючі послідовності. ДЕ проводилися в системі верифікації VHDL-моделей (TestBench) у середовищі проектування Active-HDL. При верифікації проектів критичних систем на ПЛІС застосовується метод засіву дефектів, тобто внесення в проект дефектів та аналіз реакцій на цей дефект. Це дозволяє прогнозувати виникнення аварійних ситуацій в критичних системах та розробляти засоби їх усунення.

## **ВИКОРИСТАННЯ КЛАСТЕРНОГО МЕТОДУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ**

**Лифар О.Ю., керівник ас. Тимошенко Л.С.**

**Український державний університет науки і технологій**

Мікропроцесорні пристрої, мікроконтролери та комп'ютерні системи сприяють підвищенню характеристик систем залізничної автоматики і телемеханіки. Використання комп'ютерних систем ЕЦ реалізує функцію управління перевізним процесом, а також дозволяє реалізувати в таких пристроях комп'ютерну систему діагностики електричної централізації (КСДЕЦ). КСДЕЦ забезпечує підвищення безпеки та ефективності роботи залізничної інфраструктури, зменшує ризики аварій та знижує витрати на планове обслуговування та ремонт обладнання та може бути інтегрована з іншими системами залізничної сигналізації та безпеки, що дозволяє автоматично зупинити рух потягів в разі виявлення серйозних несправностей. Система забезпечує автоматичний моніторинг роботи електричних пристроїв, обладнання та мереж централізації з метою виявлення та локалізації несправностей. КСДЕЦ здійснює збір даних з різних датчиків, що забезпечують контроль за різними параметрами електричних мереж, наприклад, струмом, напругою, температурою тощо. За допомогою аналізу цих даних система може виявити відхилення від нормального режиму роботи електричних пристроїв, що дозволяє оперативно реагувати на виникнення несправностей та знижує ризик аварій.

Для аналізу даних системи КСДЕЦ можуть використовуватися різні методи: метод кореляції, аналіз даних за допомогою алгоритмів машинного навчання, нейронні мережі, дерево рішень, метод опорних векторів тощо.

Метод машинного навчання є найсучаснішим методом та потужним інструментом для аналізу даних системи КСДЕЦ. Цей підхід дозволяє автоматизувати процес аналізу даних та забезпечити більш точні та швидкі результати.. Кластерний аналіз є одним із методів машинного навчання, що дозволяє розбити вихідні дані на групи (кластери) на основі їх схожості. Цей метод можна використовувати для аналізу даних системи КСДЕЦ для виявлення залежностей між різними пристроями та їхніми показниками роботи. Результатом кластерного аналізу може бути виявлення залежностей між різними пристроями системи КСДЕЦ, а також рекомендації щодо оптимізації їхньої роботи. Є можливість виявити, що певні групи пристроїв мають схожі показники роботи та рекомендувати проведення профілактичного обслуговування цих пристроїв одночасно.

### **EDGE COMPUTING IN AUTOMATISIERUNGSTECHNOLOGIEN**

**A.L. Aleksejev, Betr. M.L. Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Edge Computing ist eine verteilte Computerplattform, die es IoT-Geräten ermöglicht, Daten am Netzwerkrand schnell zu verarbeiten und darauf zu reagieren. Mit Edge Computing können Geräte an entfernten Standorten Daten am „Rand“ des Netzwerks verarbeiten, entweder auf dem Gerät selbst oder auf einem lokalen Server. Wenn Sie die Daten im Hauptrechenzentrum verarbeiten müssen, werden nur die wichtigsten Daten dorthin übertragen. Dies reduziert Verzögerungen.

In den letzten Jahren hat sich Edge Computing als ein vielversprechendes Konzept etabliert, das die Datenverarbeitung näher an die Quelle der Daten, also an den "Rand" des

Netzwerks, verlagert. Dieser innovative Ansatz kann zu einer verbesserten Leistung und Reaktionszeit von Anwendungen führen. Allerdings ist es wichtig, sowohl die Vorteile als auch die Herausforderungen und Nachteile von Edge Computing zu betrachten.

Durch die Verarbeitung von Daten in der Nähe der Quelle kann Edge Computing die Latenzzeit reduzieren und eine schnellere Reaktionszeit für Anwendungen und Dienste bieten.

Edge Computing kann den Bedarf an zentralisierten Rechenzentren und Netzwerkbandbreite reduzieren, da Daten lokal verarbeitet werden.

Durch die lokale Verarbeitung und Speicherung von Daten kann Edge Computing die Sicherheit und den Schutz sensibler Daten verbessern. Zudem können Datenhoheit und Compliance-Anforderungen einfacher erfüllt werden.

Edge Computing ermöglicht eine dezentrale Architektur, die leicht skaliert werden kann, um die Anforderungen einer wachsenden Anzahl von Geräten und Anwendungen zu erfüllen.

Da Edge Computing auf einer dezentralen Infrastruktur basiert, kann es die Ausfallsicherheit und die Fähigkeit zur Wiederherstellung nach Störungen verbessern.

Die Implementierung von Edge Computing kann komplex sein und erfordert technisches Fachwissen, um eine effiziente und sichere Infrastruktur aufzubauen.

Die dezentrale Natur von Edge Computing kann die Wartung und den Support von Geräten und Anwendungen erschweren, insbesondere in großflächigen oder abgelegenen Standorten.

Edge-Geräte können anfälliger für physische Angriffe oder Manipulationen sein, da sie möglicherweise weniger geschützt sind als zentralisierte Rechenzentren.

Die Verwendung einer Vielzahl von Edge-Geräten kann den Energieverbrauch erhöhen, was zu höheren Betriebskosten und Umweltbelastungen führen kann.

Insgesamt bietet Edge Computing viele Vorteile, aber es ist wichtig, die potenziellen Nachteile und Herausforderungen dieser Technologie zu berücksichtigen. Die erfolgreiche Implementierung von Edge Computing erfordert sorgfältige Planung und Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren. Zukünftige Entwicklungen in den Bereichen Hardware, Software und Netzwerktechnologien werden voraussichtlich dazu beitragen, die Herausforderungen von Edge Computing zu bewältigen und die Vorteile weiter zu optimieren.

Der Einsatz von Edge Computing wird wahrscheinlich weiter zunehmen, insbesondere in Kombination mit anderen Technologietrends wie 5G, künstlicher Intelligenz und dem Internet der Dinge.

## **DIGITALISIERUNG IM TRANSPORTSEKTOR**

**D.W.Wyssokos, Betr. M.L.Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Künstliche Intelligenz verändert den Transportsektor. Von der autonomen Funktion von Autos, Zügen, Schiffen und Flugzeugen bis hin zum reibungslosen Verkehrsfluss wird es bereits in vielen Bereichen des Transportwesens eingesetzt. Sie erleichtert nicht nur unser Leben, sondern kann auch dazu beitragen, alle Verkehrsmittel sicherer, sauberer, intelligenter und effizienter zu machen. KI-gesteuerte autonome Fahrzeuge könnten beispielsweise dazu beitragen, menschliche Fehler zu reduzieren, die bei vielen Verkehrsunfällen auftreten. Es gibt jedoch echte Probleme mit diesen Fähigkeiten, einschließlich unbeabsichtigter Folgen und Missbrauch, wie Cyberangriffe und voreingenommene Transportentscheidungen. Es gibt auch Auswirkungen auf die Beschäftigung und ethische Fragen in Bezug auf die Rechenschaftspflicht für Entscheidungen, die von künstlicher Intelligenz anstelle von

Menschen getroffen werden. Die EU unternimmt Schritte, um ihren Rechtsrahmen an diese Entwicklungen anzupassen, um Innovationen zu unterstützen und gleichzeitig die Achtung der Grundwerte und -rechte zu gewährleisten. Zu den bereits ergriffenen Maßnahmen gehören allgemeine Strategien für künstliche Intelligenz und Vorschriften zur Unterstützung von Technologien, die die Anwendung künstlicher Intelligenz im Verkehr ermöglichen.

Mit dem Einzug der Digitalisierung ändert sich vieles: Die Geschwindigkeit der Züge und ihre Dichte auf dem Schienennetz nehmen zu. All dies stellt ganz erhebliche Anforderungen, sowohl an die Gleisinfrastruktur als auch an das Rollmaterial. Daher versucht die Bahnindustrie auch, eine widerstandsfähigere Infrastruktur aufzubauen, und ein Teil dieser Widerstandsfähigkeit kann durch bessere Systemsysteme für eine optimale Verkehrsführung erreicht werden. Systeme sollten eine bessere Sicht auf das gesamte System haben, anstatt einer eher lokalisierten Sicht auf einzelne Leitstellen oder Stellwerke. Dies wird die Kapazität und den Betrieb verbessern, indem die Kraftstoffkosten gesenkt und gleichzeitig die Einnahmen gesteigert werden, indem mehr Passagiere und Fracht auf derselben oder einer reduzierten Infrastruktur befördert werden.

### **DIGITAL TOOLS IN TRANSPORT SYSTEM**

**Daryna Havrylenko, language supervisor: T. Kuptsova, Cand. Sc., Associate Professor  
Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro)**

Digitalisation plays crucial role in the future development of the transport system. Therefore, electrification, automation, the sharing economy and platform solutions are all aspects of trends that are gradually being introduced into the transport system.

In the process of digital innovation data and information management plays an essential role. It leads to providing accurate and quality data paving the path to new services of the transport system. To ensure efficient processes and management of data, there is an ongoing need for the development of new functionality, both for providing data and using external data.

Besides the increased use of data-rich software solutions to help drive forward the digitization of fleet management processes is more than just a contemporary trend. The digital transformation of this sector is in full swing, with new software solutions that can digitize and automate a variety of business processes appearing all the time [1].

At the same time, the range of tasks that a modern fleet manager has to handle as well is also growing. Having the ability to capture data using mobile scanning technology can streamline many of these processes, while enabling fleet managers to take their business to the next level of digitization.

In conjunction with the increased connectivity of the transport system and new vehicles and devices being equipped with advanced sensors, large amounts of data are being generated about both the use of the transport system and the state of transport structures. This data can be aggregated and provide useful information to improve accessibility, conditions and traffic safety, as well as reduce environmental impact [2]. Data has become a strategic resource for development and digital innovation, and according to the EU data strategy, Ukrainian companies, agencies and regions need to be able to share and use data on a national and European level.

#### **References**

1. <https://anyline.com/news/digitization-fleet-management-processes>.
2. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1651954/FULLTEXT01>.

## **IST EIN ELEKTROAUTO TATSÄCHLICH UMFREUNDLICHER?**

**M.A.Demianenko, Betr. M.L.Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Es gibt derzeit viele Kontroversen auf der Welt. Eines der größten Probleme der Menschheit im 21. Jahrhundert ist die Ökologie. Die Menschheit ist zu dem Schluss gekommen, dass die Umwelt zu verschmutzt ist. Einer der Gründe nennt sich Autos mit Verbrennungsmotor. Die Ökologen sagen uns, dass die Elektroautos eine Rettung sind und sie tun alles, damit es keine Autos mit Verbrennungsmotor gibt. Aber stimmt es, dass sie umweltfreundlicher sind?

Klares Pluspunkt – ein E-Auto bläst über den Auspuff keine giftigen Abgase in die Umwelt. Aber macht das Klare allein aus den heute zur Verfügung stehenden Modellen umweltfreundliche Fahrzeuge? Jede Fortbewegungsart des Menschen, die mit Maschinen zu tun hat, ist nicht emissionsfrei. Auch die Herstellung von Fahrrädern kostet Energie und Ressourcen. Die Frage ist also nicht ob, sondern in welchem Umfang man für den bequemen Verkehr in die Umwelt eingreift.

In Hinblick auf die Klimaziele bietet die Kombination aus Elektroauto und regenerativen Energiequellen eine gute Möglichkeit, CO<sub>2</sub> einzusparen. Im Bereich der Emissionen ist ein E-Auto also tatsächlich umweltfreundlicher als ein Verbrennungsfahrzeug.

Die Herstellung von Akkus im Allgemeinen und im Speziellen bei E-Autos ist in Sachen Nachhaltigkeit im besten Fall ausbaufähig. Bei der Produktion des notwendigen Stahls entsteht Feinstaub. Die Akku-Produktion verursacht auch eine gewisse Menge CO<sub>2</sub>. Der Grund: In den Produktionsländern kommt die Energie für die Herstellung manchmal auch aus Kohle- und Erdölverbrennungen. Hier umweltschonende und nachhaltige Alternativen zu schaffen ist dringend notwendig.

In Akkus werden auch wertvolle Rohstoffe wie Nickel, Lithium, Graphit oder auch Kobalt verwendet. Der Abbau dieser Stoffe kann zu Umweltschäden führen. Akku-Recycling und die Verlängerung der Lebenszeit von Akkus sind hier bereits erprobte Lösungsmöglichkeiten.

## **REPRODUKTION VON LEBENDEN ROBOTERN**

**K.W. Kondratjuk, Betr. M.L.Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Lebenden Robotern wurde beigebracht, sich zu reproduzieren. Xenobots können sich jetzt spontan reproduzieren. Xenobots sind lebende Maschinen aus embryonalen Froschzellen, die mit Hilfe künstlicher Intelligenz geschaffen wurden. Amerikanische Wissenschaftler stellten 2020 erstmals Xenobots vor. Für ihre Herstellung wurden Stammzellen verwendet, die aus Embryonen des südafrikanischen Frosches *Xenopus laevis* gewonnen wurden.

Das Genom des Frosches blieb unverändert, aber die Zellen wurden umprogrammiert. Nach der Inkubation wurden etwa 3.000 Zellen manuell mit einer winzigen Pinzette und einer winzigen Elektrode verbunden. Die erstellten Xenobots konnten sich im Weltraum bewegen, Ziele finden und sich von Schäden erholen. In der neuen Arbeit gelang es den Wissenschaftlern, die Xenobots weiterzuentwickeln und zu zeigen, dass sie ihre eigene Art erschaffen können. Dies ist eine völlig neue Art der Reproduktion:

"Erwachsene" Xenobots sammeln einzelne Zellen und halten sie zusammen. Nach ein paar Tagen verwandeln sich die gesammelten "Kinder" in ausgewachsene Xenobots.

Xenobots nutzen die sogenannte kinematische Selbstreplikation, ein Prozess, der bisher nur auf molekularer Ebene beobachtet wurde. Mit Hilfe künstlicher Intelligenz haben

Wissenschaftler ermittelt, welche Form von Xenobots sich am besten zur Fortpflanzung eignet. Ein evolutionärer Algorithmus, der auf einem Supercomputer ausgeführt wurde, testete Milliarden von Xenobot-Körperformen – Dreiecke, Quadrate, Pyramiden, Sterne – und fand diejenige, die die effizienteste kinematische Selbstreplikation bieten würde. Nach mehrmonatiger Analyse entschied sich der Supercomputer für eine C-förmige Form, die an Pacman aus dem gleichnamigen Spiel erinnert. Anschließend bauten die Wissenschaftler die Roboter nach dem vom Computer vorgeschlagenen Schema zusammen und zeigten, dass sich die neuen Xenobots über mehrere Generationen hinweg erfolgreich reproduzieren können.

Die Autoren der Arbeit glauben, dass die Ergebnisse ihrer Forschung sowohl theoretische als auch praktische Ergebnisse haben können: Einerseits kann man mit Hilfe von Xenobots den Reproduktionsprozess selbst besser verstehen. Andererseits ermöglicht es lebende Maschinen für die regenerative Medizin, die Entwicklung neuer Medikamente oder sogar das Sammeln von Mikroplastik im Wasser. Xenobots sind eine sehr neue Technologie und haben noch keine praktischen Anwendungen. Wissenschaftlern zufolge kann die Kombination aus Molekularbiologie und künstlicher Intelligenz jedoch potenziell zur Lösung vieler Probleme im Zusammenhang mit dem menschlichen Körper und der Umwelt eingesetzt werden. Es geht um das Sammeln von Mikroplastik im Ozean, die Überprüfung des Wurzelsystems und regenerative Medizin. Die Studie wurde teilweise von der Defense Advanced Research Projects Agency finanziert. Dies ist eine Bundesbehörde, die die Entwicklung von Technologien für militärische Zwecke überwacht.

## **ZUM PROBLEM DER BESCHLEUNIGUNG DES PROZESSES DER BESEITIGUNG VON AUSFÄLLEN IN DEN SCHEMATA DER INNENANLAGEN DES KRAFTSTELLWERKES AN BAHNHÖFEN**

**N.V. Malovitschko, Betr. M.L. Smyrnova**

**Ukrainische staatliche Universität für Wissenschaft und Technologien**

Bei den ukrainischen Eisenbahnen kommt es derzeit zu Verspätungen im Zugverkehr, weil die Automatisierungsgeräte ausgefallen sind. Sie ziehen immer mehr Aufmerksamkeit auf sich. In den Bahnhöfen ist das Kraftstellwerk das wichtigste Mittel zur Verkehrssteuerung. Der Ausfall eines oder mehrerer Elemente des Kraftstellwerkes sorgt für eine erhebliche Abweichung vom Zugfahrplan und erhebliche Verzögerungen bei den Zug- und Rangierarbeiten am Bahnhof selbst.

Laut Statistik treten die meisten Ausfälle vom Kraftstellwerk an Stellwerksaußenanlage (Stromkreise, Weichen, Signale usw.) auf. Die Zahl der Ausfälle bei Innenanlagen vom Kraftstellwerk ist viel geringer, aber die Fehlersuche bei Innenanlagen am Kraftstellwerk ist schwieriger als bei Stellwerksaußenanlage. Außerdem benötigt er vom Servicepersonal vertiefte Systemkenntnisse. Darüber hinaus kann sich das Servicepersonal außerhalb vom Kraftstellwerk befinden, und die Zeit zur Behebung des Fehlers verlängert sich aufgrund des Zeitintervalls, das für die Ankunft eines qualifizierten Fachmanns erforderlich ist, der in der Lage ist, den Ort des Schadens zu finden. Die Spezialisten schlagen vor, ein System zur Überwachung und Diagnose des Zustands der Innenanlagen des Kraftstellwerkes zu schaffen, um die Fehlersuche durch Lokalisierung des Schadensortes zu beschleunigen.

Die Entwicklung eines Überwachungs- und Diagnosesystems für Blockstellwerke stellt jedoch ein großes Problem dar. Das Problem ist so, dass ein großer Teil der Relais im System in geschlossenen Einheiten untergebracht ist und nicht direkt überwacht werden kann. Die einzige Möglichkeit, Informationen zu lesen, besteht darin, eine Verbindung zu den Steckdosen der Installation herzustellen. Daher ist es problematisch, den Zustand des Relais direkt zu überwachen. Und die Spezialisten schlagen einen speziellen Überprüfungsalgorithmus vor, der unscharfe Mengen verwendet, mit denen unscharfe und

mehrwertige Phänomene formell definiert werden können. Ein solches System stellt fest, in welcher Gerätegruppe ein Ausfall aufgetreten ist, und ermöglicht es ihn zu lokalisieren. Das defekte Gerät kann dann von einem beliebigen Mitarbeiter der Signal- und Kommunikationsabteilung ausgetauscht werden, sofern er zu diesem Zeitpunkt im Dienst ist. Auf diese Weise wird die Zeit, in der die Störung besteht, erheblich verkürzt. Wenn der Elektriker eintrifft, zeigt das System bereits einen bestimmten Fehlerort an. So kann die Störung in kürzester Zeit behoben werden.

## **PARTNERSHIP IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT**

**Danylo Sashchuk, language supervisor: T. Kuptsova, Cand. Sc., Associate Professor.  
Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro)**

Supply chain collaboration is about coordinating with internal departments and external partners to sustain an optimized flow through the supply chain in order to efficiently meet demand and ensure on-time, in-full delivery. It means establishing real-time shared visibility and processes with supply chain partners to facilitate identification and resolution of issues. Supply chain collaboration encompasses the full scope of supply chain functions, including purchase order processes, forecasting, capacity planning and quality management [1].

By working closely together, companies and their suppliers can create highly competitive supply chains. Failing to collaborate results in the distortion of information as it moves through a supply chain, which, in turn, can lead to costly inefficiencies. This “bullwhip effect” results in excess inventories, slow response, and lost profits. Through the more open, frequent, and accurate exchange of information typical of a long-term supply-chain partnership, companies can eliminate many of these problems and ensure ongoing improvement [2].

The social responsibility of participants in the supply chain is an effective tool for planning, coordination, procurement, production, distribution and marketing or sales [3]. The theory of social responsibility distinguishes between positive and negative relationships, whereby positive cooperation means exchanging and supporting another organization, while negative cooperation is when the exchange of information is difficult, and where one side aggravates the relationship. It must be concluded that maintaining and strengthening the relationship adds value to the business partnership and that this type of relationship has a great impact on cooperation.

Therefore supply chain collaboration involves letting suppliers and partners make the right decisions to help the business. For many companies, getting to that level of supply chain maturity involves a change in mindset, not just a change in technology.

### **References**

1. <https://www.gep.com/blog/technology/complete-guide-to-supply-chain-collaboration-what-why-and-how>.
2. <https://sloanreview.mit.edu/article/partnerships-to-improve-supply-chains>.
3. Ferrara, M., Khademi, M., Salimi, M. & Sharifi, S. (2016). A Dynamic Stackelberg Game of Supply Chain for a Corporate Social Responsibility. Hindawi Publishing Corporation Discrete Dynamics in Nature and Society, 2017 (1), 1-8.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЯГОВОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ

Костенко К.Л., керівник доц. Сердюк Т.М.

Український державний університет науки та технології

Залізнична мережа Україна – одна із величезних транспортних систем, яка не може бути організована без широкого використання різних видів зв'язку – повітряних і кабельних ліній зв'язку, радіо і радіотрансляційних ліній. Система тягового електропостачання впливає на роботу лінії і системи зв'язку. Залежно від джерела електромагнітні перешкоди можна розділити на штучні (створенні функціональними та нефункціональними джерелами) та природні (наприклад, потужні електромагнітні імпульси під час розряду блискавки). Також слід враховувати електромагнітні перешкоди, в тому числі і імпульсні, які виникають під час аварій і комутації. Сильні імпульсні перешкоди мають первинний параметр впливу – підвищена напруга, тому їх іноді називають перенапругами.

Гармонійні завади викликають небезпечний або заважаючий вплив на пристрої та системи залізничного зв'язку. Для оцінки поширення імпульсних та гармонійних завад було створено математичну модель одноколійної системи тягового електропостачання. Модель відрізняється від існуючих більш повним врахуванням параметрів, а також залученням ліній зв'язку. Результатом рішення диференціальних рівнянь стали рівняння для трьох випадків:  $U(x) = C_1 e^{\lambda_1 x} v_1^p + C_2 e^{\lambda_2 x} v_2^p$  – для двох дійсних різних коренів;

$U(x) = C_1 e^{\lambda_1 x} v_1^p + C_2 e^{\lambda_2 x} (v_2^p + x v_1^p)$  – для одного повторювального кореня;

$U(x) = C_1 y_1(x) + C_2 y_2(x)$  – для двох комплексно-спряжених коренів на  $\lambda = \alpha + j\beta$ , де  $x$  - координата, км;  $\lambda_i$  – корені диференціальних рівнянь.

Розгляд та аналіз функціонування тягової мережі електропостачання, визначення факторів впливу на пристрої та лінії зв'язку – все це дозволяє забезпечити електромагнітну сумісність залізниць із суміжними пристроями та системами. Серед факторів, що визначають надійність електропостачання, важливу роль відіграє захист елементів систем електропостачання від пошкоджень, які викликані зовнішнім електромагнітним впливом, що перевищує допустиме значення.

## DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SMART AUTOMATION SYSTEMS USING THE INTERNET OF THINGS (IoT) IN INDUSTRIAL PROCESSES

Dekhtyarenko D.Y., Language supervisor: Afanasieva L.V.

Ukrainian State University of Science and Technologies

With the rapid advancement of technology, the integration of Internet of Things (IoT) technologies and industrial automation has emerged as a promising approach to optimize and streamline industrial processes.

Advantages of IoT-based Smart Automation Systems in Industrial Processes:

1. Enhanced Efficiency: IoT-enabled automation systems can streamline industrial processes, optimize resource utilization, and minimize human intervention, leading to improved operational efficiency.

2. Real-time Monitoring and Control: IoT sensors and devices allow for real-time monitoring and remote control of industrial processes, enabling prompt actions and decision-making based on accurate data.

3. Predictive Maintenance: IoT-driven automation systems can collect and analyze data from sensors and machines, enabling predictive maintenance, reducing downtime, and improving equipment lifespan.

4. Data-driven Insights: IoT technologies enable the collection and analysis of large amounts of data from various sources, providing valuable insights for process optimization, predictive analytics, and continuous improvement.

The integration of IoT technologies and automation in industrial processes holds great potential for transforming industries and unlocking new efficiencies. The advantages of IoT-based smart automation systems, such as improved efficiency, real-time monitoring, predictive maintenance, and data-driven insights, offer significant benefits for industries. However, challenges related to security risks, complex integration, data management, interoperability, and workforce reskilling need to be carefully addressed. Further research and development efforts are required to fully realize the potential of IoT-driven smart automation systems in industries. By addressing these challenges, IoT-based automation has the potential to revolutionize industrial processes and contribute to the advancement of the automation and computer-integrated technologies field.