

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ  
“МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2018”**

**Дніпро**

**2018**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ  
“МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2018”  
15-16 травня 2018 року**

**ЗБІРКА ТЕЗ**

**Том 1**

**Дніпро  
2018**

**Молода академія –2018**

**Збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції  
студентів і молодих учених  
Дніпро, НМетАУ, 2018- с.237**

У збірці приводяться тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів “Молода академія – 2018”, в яких узагальнюються підсумки науково-технічної творчості студентів вищих навчальних закладів України.

У збірці розглянуті питання соціально-економічних проблем гірничо-металургійного комплексу, створення нових сучасних технологій та забезпечення виробництва високоякісної, конкурентно - спроможної продукції.

**Редакційна колегія :**

**д.т.н. Пройдак Ю.С.- відповідальний редактор,  
к.т.н. Власова Т.Є.– відповідальний секретар,  
члени редакційної колегії :**

**акад. НАН України Гасик М.І.**

**д.т.н. Фролов Я.В..**

**д.т.н. Губинський М.В.**

**д.т.н. Старовойт А.Г.**

**д.т.н. Михальов О.І.**

**д.т.н. Куцова В.З.**

**д.е.н. Довбня С.Б.**

**к.т.н. Єрмократьєв В.О.**

**к.т.н. Клімашевський Л.М.**

**к.т.н. Козенков Д.Є.**

**к.т.н. Єгоров О.П**

**д.х.н. Козлов В.М.**

**провідний фахівець Мартинова Л.З.**

## ЗМІСТ ЗБІРКИ

	Стор
Секція <b>Металургія (Пірометалургія)</b> .....	5
Підсекція <b>Металургія чавуну</b> .....	5
Підсекція <b>Металургія сталі</b> .....	9
Підсекція <b>Електрометалургія</b> .....	20
Підсекція <b>Металургія кольорових металів</b> .....	30
Підсекція <b>Теорія металургійних процесів та хімія</b> .....	44
Підсекція <b>Ливарне виробництво</b> .....	55
Підсекція <b>Покриття, композиційні матеріали та захист металів</b> .....	67
Секція <b>Механічна обробка</b> .....	74
Підсекція <b>Обробка металів тиском</b> .....	74
Підсекція <b>Термічна обробка металів</b> .....	80
Підсекція <b>Технологічне проектування</b> .....	91
Секція <b>Машинобудування</b> .....	94
Підсекція <b>Машинобудування та металургійне обладнання</b> .....	94
Підсекція <b>Колісні та гусеничні транспортні засоби</b> .....	97
Підсекція <b>Прикладна механіка</b> .....	111
Секція <b>Інженерна механіка</b> .....	118
Секція <b>Матеріалознавство</b> .....	125
Секція <b>Енергетика</b> .....	136
Підсекція <b>Теплотехніка, автоматизація і екологія теплових агрегатів у металургії</b> .....	142
Секція <b>Комп'ютерні науки</b> .....	147
Підсекція <b>Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</b> .....	159
Секція <b>Економіка і підприємництво</b> .....	164
Підсекція <b>Інформаційні технології та моделювання в економіці</b> .....	195
Підсекція <b>Політична економія</b> .....	203
Підсекція <b>Облік і аудит</b> .....	213

## **МЕТАЛУРГІЯ (ПРОМЕТАЛУРГІЯ)**

*ПІДСЕКЦІЯ «МЕТАЛУРГІЯ ЧАВУНУ»*

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ РІДКОФАЗНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗА**

**Гуйван Є.В., керівник проф. Тараканов А.К**  
**Національна металургійна академія України**

Процеси рідкофазного відновлення (ПРВ) є єдиною реальною альтернативою традиційної коксо-агло-доменної технології виплавки чавуну, маючи перед нею істотні переваги.

Деякі технології ПРВ (Romelt, Hismelt) освоєні вже в промисловому масштабі. Однак мало хто сподівається, що в недалекому майбутньому почнеться масова заміна доменних печей агрегатами рідкофазного відновлення. Об'єктивно найбільш сприятливі умови для активного освоєння ПРВ існують в Україні.

Одна із проблем освоєння технологій ПРВ полягає в тому, вони дотепер завжди проектували як повну альтернативу доменному виробництву. Підвищити ефективність ПРВ і значно знизити капітальні витрати можна, якщо спочатку будувати агрегат ПРВ у складі діючого доменного цеху на місці виведеної з експлуатації доменної печі з використанням її інфраструктури, зокрема – повітрянагрівачів для нагрівання дуття доменним газом працюючих печей. Тоді можлива малоокиснева або навіть безокиснева технологія, що додатково підвищить ефективність процесу. Сам агрегат ПРВ може бути спроектований з використанням в основному освоєного устаткування доменних і конвертерних цехів.

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМІВ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ З КОНУСНИМ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЕМ**

**Данілов О.А., керівник проф. Тараканов А.К**  
**Національна металургійна академія України**

Використання для завантаження доменної печі конусного завантажувального пристрою обмежує можливість оптимізації розподілу шихтових матеріалів на колошнику.

Шихта, що зсипається з великого конуса, зустрічається з поверхнею засипу біля стін колошника і пересипається до центру печі, забезпечуючи сегрегацію агломерату за крупністю. В районі «рудного гребеня» концентруються дрібні фракції агломерату. Через низьку газопроникність цієї зони рудні матеріали погано оброблюються газами, що збільшує ступінь розвитку прямого відновлення заліза і питому витрату коксу.

Розтягування «рудного гребеня» і підвищення газопроникності зони з великою концентрацією дрібних рудних матеріалів можливі за рахунок вибору оптимального режиму циклічного завантаження шихти і забезпечення більшого перемішування коксу і агломерату з високим вмістом дріб'язку.

### **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЗАМІННИКІВ КОКСУ**

**Майданий О. В., керівник доц. Чистяков В.Г.**  
**Національна металургійна академія України**

В останні десятиліття, з метою заміни частини коксу та скорочення його питомої витрати, в горні доменної печі з дуттям вдувають інші види палива. В якості таких заміників коксу найбільш широко використовуються природний і коксовий гази, а також рідке (мазут) і пиловугільне паливо.

Пиловугільне паливо являє собою тонкоподрібнене кам'яне вугілля, що подається в горн доменної печі пневмотранспортом. Для швидкого згоряння в фурмених вогнищах частинки вугільного пилу повинні бути подрібнені до крупності 20-30 мікрон. Великою перевагою пилоподібного вугілля в порівнянні з іншими видами палива є його низька вартість. За кількістю тепла, яке виділяється у горні, вугільний пил значно перевершує мазут, природний і коксовий газ і наближається до коксу.

## **ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОКСОВОГО ГАЗУ НА ДОМЕННИХ ПЕЧАХ ПАТ «СВРАЗ-ДМЗ»**

**Федоров О.В., керівник проф. Бочка В.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Виконано дослідження ефективності використання різних заміників коксу в умовах роботи доменних печей ПАТ «Свраз-ДМЗ». Показано, що природний газ не можна використовувати на доменних печах через його дефіцит та високу вартість. Технологія доменної плавки на дутті з високим вмістом вологи також не забезпечує високих техніко-економічних показників роботи доменних печей.

Аналіз літературних даних, досвіду роботи доменних печей з використанням коксового газу показав, що в умовах ПАТ «Свраз-ДМЗ» найбільш ефективним заміником коксу може бути коксовий газ, що виробляється на коксохімічному заводі «Дніпрококс», який входить до складу ПАТ «Свраз-ДМЗ».

Виконано розрахункову оцінку впливу коксового газу на показники доменної плавки. Результати розрахунків показали, що добавка коксового газу до дуття позитивно впливає на роботу доменної печі. Так, в порівнянні з роботою печі на атмосферному повітрі, подача коксового газу підсилює непряме і скорочує ступінь прямого відновлення, покращує температурно-теплові умови роботи печі, забезпечує коефіцієнт заміни коксу на рівні 0,4 кг коксу на 1 м<sup>3</sup> газу.

Для реалізації даної технології необхідно забезпечити: а) високий рівень очистки коксового газу від рідких летючих; б) стиснути газ до тиску 3-3,5 атм; в) розробити конструкцію повітряних фурм, що мають високу стійкість та забезпечують хороше змішування газу з нагрітим повітрям.

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ЯКОСТІ КОКСУ ЗА CSR НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ**

**Баранець М.С., керівник проф. Бочка В.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Виконано дослідження особливостей різних методик якості коксу. Показано, що в умовах роботи доменних печей з використанням пиловугільного палива оцінку якості коксу слід проводити з використанням показників його міцності після гарячих випробувань (CSR) та реакційної здатності (CSI).

На основі літературних даних методом статистичної обробки отримали наступні залежності CSR від різних факторів:

- прямо пропорційна залежність CSR від вмісту вітриніту вугільної шихти для коксування;
- обернено пропорційна залежність CSR від вмісту в золі коксу іонів лугових металів Na і K;
- обернено пропорційна залежність вмісту фракції +80 мм у коксі від CSR;

- обернено пропорційна залежність витрати коксу від CSR в діапазонах: для малих печей – 0,7-2,0 кг/т на кожен відсоток зміни CSR; для великих печей – 0,9-3,0 кг/т на кожен відсоток зміни CSR.

Розрахунки показали, що зменшення величини CSR від 54 до 47% збільшує кількість фракції до 3 мм коксу в горні на 5-7%.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗАЛІЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТУ**

**Мартіросян А. С., керівник доц. Бойко М.М.  
Національна металургійна академія України**

Аналіз розвитку доменного виробництва за останні десятиліття показує, що при зростанні одиничних потужностей доменних печей, вдосконалення технології виплавки чавуну були значно вище, ніж темпи поліпшення показників агломераційного виробництва - основного постачальника залізорудної складової доменної шихти. Це стало причиною того, що основні показники якості агломерату не відповідають вимогам доменного виробництва. Розвиток науки і техніки дозволяє розробляти нові технології інтенсифікації агломераційного процесу і поліпшення якості агломерату, заощадження матеріальних і енергетичних ресурсів і на цій основі розкриваються нові резерви виробництва і якості готового продукту. Цьому напрямку і присвячені наукові дослідження і розробки. Разом з тим, існує й інший тип резервів в агломерації - це усунення втрат виробництва і підвищення якості агломерату.

Виявлення, аналіз і усунення причин втрат виробництва і якості агломерату дають можливість значного поліпшення показників роботи аглофабрик. Встановлено, що Істотний вплив на техніко-економічні показники агломераційного процесу мають перебої в постачанні, якість усереднення, гранулометричний і хімічний склад вихідних шихтових матеріалів.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ КОЛИВАННЯ СКЛАДУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАЛІЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТУ**

**Спаська АА. , керівник доц. Бойко М.М.  
Національна металургійна академія України**

Одним з основних засобів досягнення стабільного хімічного і мінералогічного складу агломерату є високоефективне усереднення шихтових матеріалів, що використовуються. Склади для усереднення дозволять створити буферний запас матеріалів, що знижує сезонні коливання та інші можливі зриви в постачанні агломераційної фабрики.

Способом, що дозволяє покращити стабільність і якість одержуваного агломерату є збільшення витрати звороту. Від вмісту звороту в значній мірі визначає газопроникність шихти, продуктивність агломераційних машин і якість агломерату.

Було досліджено вплив кількості звороту на показники агломераційного процесу . Встановлено, що збільшення частки звороту підвищує газопроникність і збільшує вертикальну швидкість спікання. Зазвичай збільшення вертикальної швидкості спікання призводить до зниження виходу придатного агломерату. В даному випадку цього не спостерігається, оскільки при збільшенні кількості звороту потрібно менше тепла і часу на дисоціацію карбонатів, розкладання гідратів, випаровування вологи і т. д.

За рахунок поліпшення газопроникності можливе збільшення висоти спікається шару, що дозволить поліпшити якість агломерату.

Для підтримання кількості повернення на рівні 40% можливо проводити додаткову обробку агломерату для стабілізації його властивостей. Цю операцію можна проводити як в доменному так і в агломераційному цеху.

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ТВЕРДОГО ПАЛИВА НА ПОКАЗНИКИ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ**

**Ігнатенко В.Л., керівник доц. Ягольник М.В.  
Національна металургійна академія України**

Агломерація можлива тільки при добавці до рудного матеріалу певної кількості твердого палива. Тверде паливо є обов'язковим компонентом агломераційної шихти при спіканні залізородних матеріалів. Для агломераційного палива зазвичай використовується подрібнений кокс (0-3 мм), горюча частина якого складається з вуглецю (більше 80 %). Тверде паливо не повинно містити летючих речовин більше 9 %.

До технічних характеристик палива відносять такі теплофізичні властивості, які мають істотний вплив на його горіння, транспортування та підготовку палива до спалювання: вміст горючих речовин, вологи і мінеральних домішок, питому теплоту згорання, фізико-механічні характеристики (щільність, в'язкість та ін.), вихід летючих речовин, вміст золи. Основними фізико-механічними характеристиками твердого палива, які мають деякий вплив при використанні палива в агломерації, є щільність, міцність, сипучість палива. Однак вони не є найважливішими, при використанні твердого палива при агломерації.

В даній роботі ставилися завдання використовуючи паливо різної якості визначити наступні параметри агломераційного процесу:

- простежити за зміною основних показників процесу агломерації;
- зробити аналіз показників якості агломерату при зміні якості палива, що використовується в шихті;
- вибрати оптимальні значення характеристик якості твердого палива, враховуючи показники якості і продуктивність агломераційної установки.

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЗВОЛОЖЕННЯ ШИХТИ НА ПОКАЗНИКИ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ**

**Михлик Ю.В., керівник доц. Ягольник М.В.  
Національна металургійна академія України**

Важливим критерієм, що впливає на процес виробництва агломерату та його властивості, є газопроникність шихти. Газопроникність шару агломераційної шихти на стрічці залежить від гранулометричного складу шихти, температури агломераційної шихти, вакууму, висоти шару, що спікається, ступеня огрудкування агломераційної шихти, частки добавок (в'язучих речовин) для поліпшення ступеня огрудкування, хіміко-мінералогічного складу шихти, частки повернення в агломераційної шихті, вологості агломераційної шихти.

Поліпшення показників процесу і якості агломерату досягається підтримкою оптимальної вологості, вдосконаленням конструкцій і режиму роботи огрудкувачів, введенням в шихту в'язучих речовин, організацією роздільного огрудкування, при якому тонкоподрібнені компоненти шихти піддаються попередньому огрудкуванню і подаються на загальне огрудкування у вигляді дрібних гранул, розробкою принципово нових пристроїв для огрудкування і т.д. Враховуючи важливість даного напрямку в роботі була зроблена оцінка впливу параметрів зволоження шихти на показники агломераційного процесу та запропоновані оптимальні для нинішніх умов параметри.



## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВОРОТУ НА ЯКІСТЬ АГЛОМЕРАТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ**

**Поплюйко Т.В., керівник доц. Ягольник М.В.**  
**Національна металургійна академія України**

При виробництві залізорудного агломерату великий вплив на якість агломерату та продуктивність процесу спікання має використання звороту в шихті. При цьому дуже важливо підібрати не тільки необхідну витрату звороту, але і інші його характеристики.

В лабораторних умовах учбово-наукової лабораторії кафедри металургії чавуну НМетАУ були проведені дослідження впливу характеристик звороту та його витрати на показники якості агломерату і режим спікання агломераційної шихти. При зміні витрати звороту у межах 20-40 % та його крупності від 3 до 12 мм ставилися завдання:

- простежити за зміною основних показників процесу агломерації;
- зробити аналіз показників якості агломерату при зміні характеристик звороту;
- вибрати оптимальну витрату та крупність звороту, враховуючи показники якості і продуктивність агломераційної установки.

Отримані експериментальні дані дозволяють встановити оптимальні для даних умов характеристики звороту при використанні його в аглошихті.

*ПІДСЕКЦІЯ «МЕТАЛУРГІЯ СТАЛІ»*

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛІ З ПОНИЖЕНИМ ВМІСТОМ СІРКИ**

**Рубан В.О., керівник доц. Стоянов О.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Видалення сірки з металу – одна з головних умов виробництва якісної сталі. Впровадження безперервного розливання вимагає зниження вмісту сірки навіть в металі масового призначення для забезпечення якісної структури та поверхні безперервнолитої заготовки.

Сірка є шкідливою домішкою в металі, що знижує механічну міцність і зварюваність сталі, а також ускладнює її електротехнічні, антикорозійні, та інші властивості. Погіршення якості сталі пояснюється наступним. Сірка має необмежену розчинність в рідкому металі та обмеженою в твердому. Це явище називається красноломкість і викликає утворення тріщин при обробці тиском, та сприяє появі гарячих тріщин на зливках і виливках в процесі їх кристалізації, особливо при безперервному розливанні. Таким чином, низький вміст сірки є найважливішим показником якості сталі.

Щоб отримати сталь з низьким вмістом сірки, необхідно проводити позадомене рафінування чавуну, використовувати в конвертерній плавці чисті по сірці шихтові матеріали і ефективно застосовувати технології десульфурації сталі на установці «ківш-піч». Згідно з аналізом масивів паспортів плавок було виведено графік.

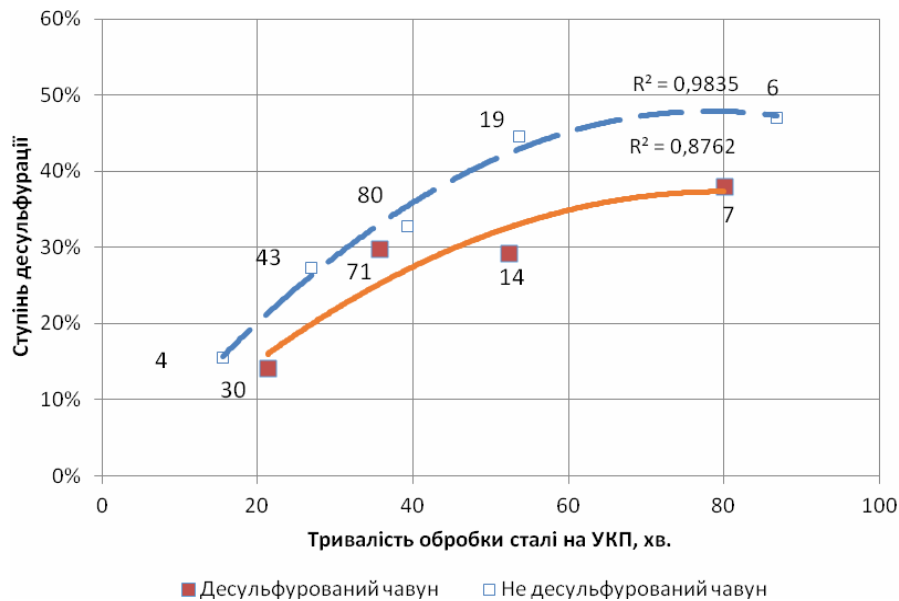
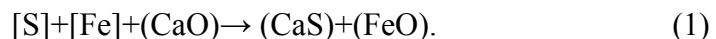


Рисунок – Вплив тривалості обробки сталі на УВП на ступінь десульфурації

Графік на рис. показує залежність ступеня десульфурації сталі від її окисленості на установці «ківш-піч». Він має спадну залежність, та свідчить нам про зниження ступеня десульфурації при збільшенні окисленості сталі. Відповідно до реакцією (1) десульфурація металу відбувається при підвищенні основності шлаку, і зниження окисного потенціалу ванни.



Отже, можна зробити висновок, що тривалість обробки близько 60 хв. з використанням десульфурованого чавуну та близько 68 хв. з використанням не десульфурованого збільшують ступінь десульфурації сталі на УВП.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЧАВУНУ З РІЗНИМ ВМІСТОМ СІРКИ В КОНВЕРТЕРНІЙ ПЛАВЦІ

**Черевань В.Д., керіник доц. Стоянов О.М.  
Національна металургійна академія України**

На сучасних металургійних підприємствах, обов'язковим є наявність відділень позадоменної десульфурації чавуну, які дозволяють вирішувати наступні завдання: глибока десульфурації чавуну для виплавки низькосірчастих марок сталі, усунення періодичного підвищення вмісту сірки в чавуні.

В зв'язку з цим виконання досліджень, які направлені на визначення змін в технологічних параметрах конвертерної плавки при використанні попередньо десульфурованого чавуну є актуальними. Згідно з аналізом масивів паспортів плавок було виведено графік залежності вмісту сірки на повалці від вмісту сірки в чавуні.

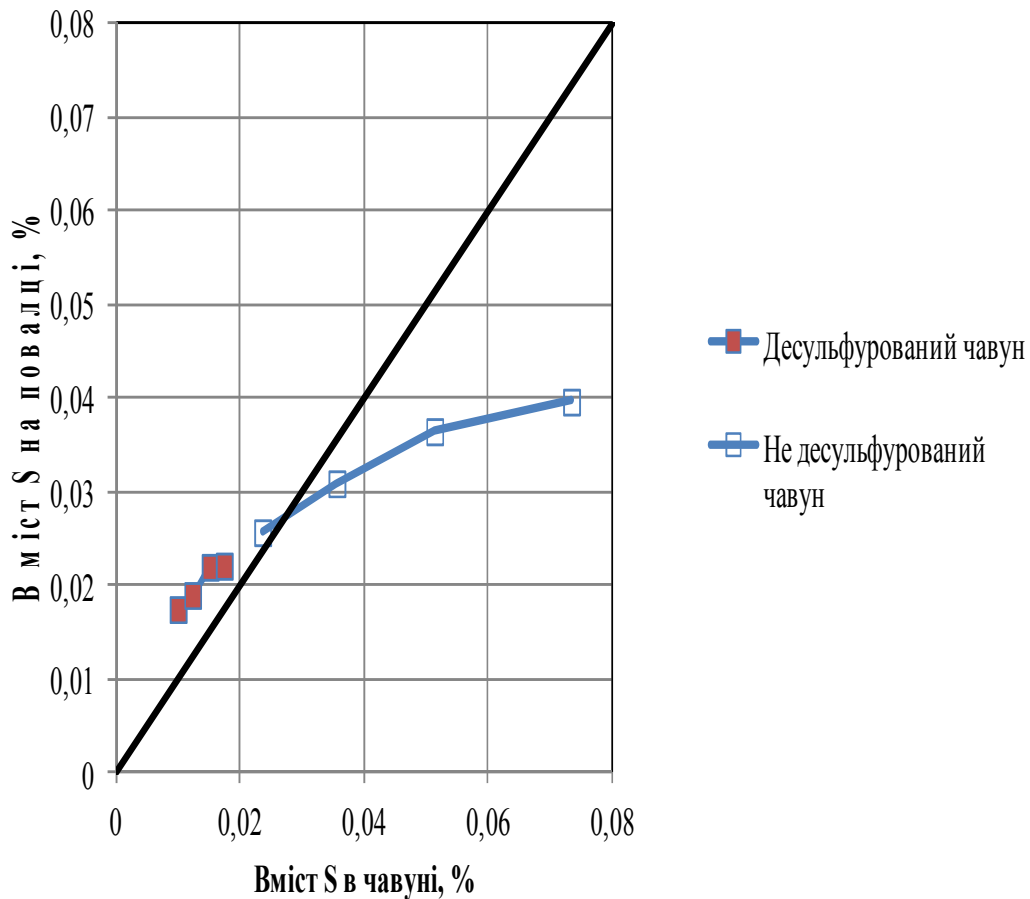


Рисунок 1 - Залежність вмісту сірки на повалці від вмісту сірки в чавуні

Згідно даних приведених на рис.1 видно, що вміст сірки на повалці при використанні попередньо обробленого чавуну збільшується в зв'язку з використанням, як показали дослідження, металобрухту з різним вмістом сірки. Детальний аналіз, вказує що при використанні необробленого чавуну з вмістом сірки більш 0,03% в ході конверторної плавки відбувається процес десульфурації сталі за рахунок більш високої активності сірки.

Звідси можна зробити висновок, що необхідність проведення попередньої обробки чавуну для виплавки сталі 4СПМ1 потрібна при перевищенні вмісту сірки в чавуну більш 0,05%, оскільки максимальний вміст сірки в готовому металі не повинен перевищувати 0,03%, що може бути забезпечено в ході конверторної плавки.

## ПОРІВНЯНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ КОНВЕРТОРІВ «ЕВРАЗ-ДМЗ» В РІЗНІ ПЕРІОДИ КАМПАНІЇ

Чмырков А.О., керівник проф. Низяев К.Г.

Национальная металлургическая академия Украины

Проаналізований масив плавок за кампанію конвертора, який склав 2004 плавки. Доля напівспокійних марок сталей склала більше 92 %. Залишок це спокійні, низьколеговані та леговані марки сталі. Основні результати роботи конвертора №1 наведені в табл. 1

Таблиця 1 Основні результати роботи конвертора №1

Конвертер № 1		Кіл-ть плавок	2004
Дата	18.02.2015	Далмонд	
	11.06.2015		
Показник	Сума	Середнє	
Чавун, т, т/пл	108672,5	54,23	
Лом, т, т/пл	17492,9	8,73	
Твердий чавун, т,т/пл	3365,90	1,68	
Основність, єд	3,21		
Вапно кг, кг/пл	6968037,00	3477,00	
MgO бр.,кг, кг/пл	99306,00	49,55	
Флюс,т, т/пл	0,0	0,00	
Скрап, т, т/пл	845,2	0,42	
CaF <sub>2</sub> , кг, кг/пл	20222,0	100,90	
ЖСБ, т, т/пл	0,00	0,0000	
Доломит, т, т/пл	0,0	0,00	
Вапняк, кг, кг/пл	690774,0	344,69	
Час продувки, хв	20,09		

Частка напівспокійних марок сталей в обраних масивах зростала з 89 % - у першому періоді до 94% у третьому.

Хімічний склад чавуну залишався досить стабільним на протязі всієї кампанії. Лише вміст кремнію був вищий на 0,004-0,005 % був вищий в першому періоді.

Витрати чавуну на плавку на 400-500 кг вищі у третьому періоді ніж у першому та другому. Але, при цьому, у третьому періоді збільшилась і частка скрапу в метало завалці. Чітко спрямованої залежності в масиві плавок, який аналізувався, підвищення витрат чавуну по ходу кампанії не виявлено.

Найбільша тривалість продувки відзначена у першому періоді, як і кількість плавок зі скачуванням шлаку. Це свідчить про те, що у першому періоді конвертер працює з перевантаженням, і оператор конвертора повинен зменшувати інтенсивність продувки.

Основність шлаку, як у спрощеному вигляді, так і з урахуванням вмісту MgO, поступово збільшується від першого до третього періоду, а вміст FeO в кінцевому шлаку, навпаки, зменшується у зворотному напрямку.

Залежності ступеня десульфурзації та дефосфорації від основності шлаку та вмісту в ньому FeO не спостерігається.

Встановлені високі значення виходу придатного, який складає 91,4-91,73 %.

**ВПЛИВ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КОНВЕРТЕРНОЇ ПЛАВКИ НА  
ТРИВАЛІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФУТЕРОВКИ**

**Брагінець Є.Ю., керівник проф. Низяев К.Г.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

На підставі даних кампанії по експлуатації вогнетривкого футерування конвертера №1 ПАО «Дніпровський металургійний комбінат» проведені статистична обробка і аналіз основних технологічних показників конвертерної плавки і їх вплив на тривалість експлуатації даного футерування. Результати наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Аналіз основних технологічних показників конвертерної плавки

Показник	Вогнетривна футеровка конвертера (періоди експлуатації)			
	Σ	початковий	середній	кінцевий
Доля лома в металозавалці, %	13,3	18,0	9,9	11,4
min	0	0	0,5	0
max	29,2	29,2	23,5	21,5
% пл з долею лома ≤10%	29,6	0,8	59,4	28,4
% пл з долею лома =10,1-15%	34,4	22,1	29,0	60,7
% пл з долею лома =15,1-20%	23,8	46,3	9,9	10,7
% пл з долею лома =20,1-25%	11,5	28,8	1,7	0,1
% пл з долею лома >25%	0,8	2,0	0,0	0,0
Доля рідкого чавуну в металозавалці, %	84,7	81,7	86,4	86,7
min	70,8	70,8	71,6	77,1
max	100	100	93,9	100
Доля твердого чавуну в металозавалці, %	1,9	0,3	3,5	1,8
min	0	0	0	0
max	12,5	5,7	12,5	4,4
Вміст (кінцевий) вуглецю, %	0,056	0,048	0,064	0,055
min	0,012	0,012	0,019	0,012
max	0,513	0,513	0,470	0,391
Температура (кінцева), °С	1660	1655	1662	1665
min	1587	1591	1596	1587
max	1745	1745	1720	1735
% пл з температурой (кінцева) ≥1700°С	3,34	1,58	4,51	4,04
Кількість додування, % пл	15,8	12,5	16,4	19,8
Расход кисню на продування, м3/тн	60,49	58,7	61,37	61,94
Расход кисню на додування, м3/тн	0,75	0,56	0,85	0,89

За результатами статистичного аналізу за станом зносу футеровки збільшуються теплові втрати, що призводить до збільшення долі рідкого чавуну в металошихті. При цьому прямий вплив на процес робить якість вживаного рідкого чавуну - температура і зміст кремнію в чавуні. Заходи по відходу за футеруванням конвертера, виражені у збільшенні витрати магнієвмісних матеріалів на плавку, призводять до дестабілізації теплового балансу плавки в цих умовах і деякого спотворення самого процесу (зниження вмісту вуглецю в металі на випуску, збільшення додувок металу).

**УТОЧНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАФИНИРОВОЧНЫМ ШЛАКАМ КОВША-ПЕЧИ**  
**Неборачко А.В., керівник проф. Бойченко Б.М.**  
**Національна металургійна академія України.**

Исследование проведено с целью исключения или максимального снижения содержания плавикового шпата из состава шлакообразующих материалов, которые вводятся в ковш-печь. Традиционное использование фторида кальция сопровождается выделением ядовитых веществ в атмосферу цеха. Фторид кальция также агрессивно воздействует на футеровку ковша, особенно шлакового пояса, снижая ее стойкость. Шлаковые смеси на основе  $\text{CaF}_2$  обладают повышенной водородопроницаемостью. Кроме того, стоимость плавикового шпата, относительно других шлакообразующих компонентов, довольно высока, что увеличивает затраты на обработку стали.

Теоретический анализ, расчетные данные и результаты промышленных экспериментов, обработанные на ПК в оболочке «Excel», позволяли установить следующее. Подчеркнём, что расхождение между расчетными и экспериментальными данными не превышало 10%. Сульфидная емкость рафинировочных шлаков при увеличении их основности от 3,0 до 6,0 возрастает в 10 раз, и наилучшей основностью является  $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 6,0 \div 6,2$ . При доказанных оптимальных содержаниях  $\text{SiO}_2$  в рафинировочном шлаке в

пределах 8-10 % это приведёт к концентрации в нём  $\text{CaO}$  на уровне 58-62 %. Наибольший коэффициент распределения серы между шлаком и металлом достигается при активности кислорода в стали менее 15 ppm, что выдвигает требование ограничить содержание в шлаке  $\text{FeO} < 0,5$  и иметь в нём  $\text{MnO}$  в пределах 0,13-0,15 % при раскислении стали.

Подтверждено, что при раскислении стали алюминием для быстрого формирования жидкоподвижного шлака отношение его основности к содержанию в нём оксида алюминия должно составлять  $\frac{B}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,25 \div 0,35$ . Таким образом, содержание оксида алюминия в рафинировочном шлаке должно быть на уровне 20-25 %, и это позволяет обойтись без использования плавикового шпата в ковше-печи.

Для сталей, раскисленных только кремнием, содержание  $\text{SiO}_2$  в шлаке может превышать рекомендованный предел 10 %, и для исключения этого, а также удовлетворительной жидкоподвижности в состав шлака необходимо вводить 5-10 %  $\text{CaF}_2$  при содержании в нём  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5-8\%$ .

**ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ ТА КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ  
СТАЛЕЙ**

**Мажура Д.В., керівник доц. Мамешин В.С.**  
**Національна металургійна академія України.**

Основною тенденцією світового металургійного виробництва є постійне підвищення вимог до якості продукції та скорочення витрат на її виробництво. Одним із найбільш перспективних напрямів, у теперішній час є виробництво низьковуглецевих та корозійностійких сталей. Однак виробництво таких марок сталей у класичних сталеплавильних агрегатах пов'язано зі складностями та значними витратами матеріалів, що мають високу вартість. Тому були розроблені та впроваджені у металургійне виробництво ряд спеціальних технологій що дозволяють позбутися цих ускладнень.

Метод газо-кисневого рафінування (ГКР) реалізується в конвертерному агрегаті з донним або комбінованим підведенням дуття і відрізняється високою швидкістю протікання всіх рафінувальних процесів. У порівнянні з відомими аналогами (процесами AOD і VOD) метод ГКР відрізняється більш високою продуктивністю процесу, розширює технологічні

можливості сталеплавильного переділу і, в той же час, забезпечує високу якість готового металу на рівні кращих світових стандартів. Конвертори малого об'єму виявляються дуже зручним в умовах швидкоплинної кон'юктури ринку. Вони дозволяють отримати невеликі об'єми сталей гарної якості. Проте мають природний недолік – вартість виробництва сталі в них істотно вище. По цій причині представляє інтерес дослідження залежності собівартості різних сталей від ринкового кошторису найбільш дорогої сировини.

Відмінною особливістю цього агрегату являється можливість реалізувати як окислювальні, та відновні умови рафінування при виплавці металу. В процесі комбінованої продувки технічними газовими сумішами рідкого розплаву, відбувається видалення вуглецю з напівпродукту і підвищення степені засвоєння Cr (95%), Mn (70 %) та інших елементів, угар яких при звичайній технології електровиплавки звичайно великий. Дана технологія дозволяє виробляти кислотостійкі, жароміцні, прецизійні сталі і так звані сталі карбамідного класу з особливо низьким вмістом вуглецю (< 0,01 %) , сірки (< 0,01 %), сталі леговані азотом, а також сталі для атомної промисловості. Завдяки використанню в основі процесу ГКР конвертерного методу досягаються мінімальні як капітальні, так і експлуатаційні расходи на сталеплавильної стадії металургійного переділу.

### **ТЕХНОЛОГИЯ ФИНИШНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛИ В ИЗЛОЖНИЦЕ**

**Андрюхін Р.П., керівник доц. Молчанов Л.С.  
Національна металургійна академія України**

Производство сложнолегированных и специальных марок сталей сопряжено со значительным расходом дорогостоящих и дефицитных раскислителей и легирующих. При этом на мировом рынке металлопродукции отечественный прокат из легированных марок сталей до сих пор остается востребованным и конкурентоспособным. На современном этапе производства стали особое место отводится финишным технологиям ее обработки. При этом минимальное количество выплавленной марки стали определяется емкостью сталеплавильного агрегата. Такое развитие событий значительно снижает конкурентоспособность отечественных металлургических предприятий как на внутреннем так и на внешнем рынке. Поскольку в сложившихся условиях рынка металлопродукции потребители нуждаются в небольших партиях сложнолегированной и специальной сталей, а ее производство в массовых объемах является не рентабельным.

С целью диверсификации отечественной металлопродукции предложена технология окончательного легирования металла в изложнице. Данная технология базируется на введении в расплав порошковой проволоки, содержащей легирующие элементы на стадии заполнения изложницы. Поскольку введение порошковой проволоки осуществляется при помощи трайб-аппарата, то это позволяет регулировать скорость ввода легирующего элемента в расплав со скоростью обеспечивающей равномерное его распределение в объеме расплава.

Внедрение технологии окончательного легирования стали в изложнице позволит снизить себестоимость легированных марок сталей на 10 – 15 % при одновременном обеспечении минимального производства конкретной марки стали на уровне веса одного отливаемого слитка в условиях конкретного предприятия..

**ДОННИЙ БЛОК ДЛЯ ПРОДУВКИ МЕТАЛУ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ  
Шеремета Н.А., керівник доц. Молчанов Л.С.  
Національна металургійна академія України**

Сучасне металургійне виробництво якісної металлопродукції потребує обов'язкового застосування методів позапічного рафінування. При цьому необхідно застосовувати

спеціальні пристрої для інтенсифікації перемішування розплаву. Найбільше поширення в умовах сучасного металургійного виробництва отримали методи перемішування розплаву за рахунок продувки технологічними газами. З метою поліпшення масообмінних процесів що перебігають у розплаві запропонована інноваційна конструкція донного продувального блоку (рис. 1).

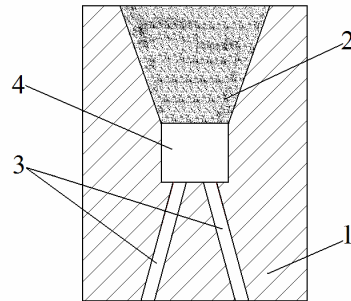


Рис. 1 Донний продувальний блок інноваційної конструкції:

1 – газонепроникна вогнетривка матриця; 2 – конічний канал, заповнений газопроникним вогнетривким матеріалом; 3 – циліндричні канали; 4 – порожниста камера циліндричної форми

Конструктивно блок для продувки металу газами складається з газонепроникної матриці та розташованих у ній каналів, причому два з яких циліндричної форми розташовані під кутом  $5 - 15^\circ$  до поздовжньої вісі симетрії блоку, а третій, заповнений газопроникним вогнетривким матеріалом, - конічної форми, розташований вздовж неї та орієнтований вершиною до центру блоку, і додатково оснащений порожнистою камерою циліндричної форми діаметром, рівним діаметру нижньої основи конічного каналу. При цьому діаметр верхньої основи конічного каналу у 2 – 2,5 рази більший від нижньої та довжина кожного циліндричного каналу дорівнює довжині конічного, а діаметр кожного з циліндричних каналів складає 0,2 – 0,4 діаметри порожнистої камери.

Використання продувального блоку розробленої конструкції дозволяє підвищити ступінь хімічної однорідності розплаву на 10 – 14 % у порівнянні з застосуванням продувочних блоків традиційної конструкції.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗЛИВАННЯ БЛЮМОВОЇ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОЇ ЗАГОТІВКИ ПЕРЕРІЗОМ 335 × 400 ММ**

**Мельник Д.В., керівник доц. Молчанов Л.С.  
Національна металургійна академія України**

Процеси виробництва безперервнолитої заготовки пов'язані зі здійсненням кристалізації металевого розплаву при температурах що на 10 – 20 °С перевищують температуру ліквідус. Тому актуальною проблемою при цьому є зменшення теплових втрат розплаву на стадії розливки.

Найбільш значні теплові втрати виникають на стадії транспортування розплаву у сталерозливному ковші, або перебування у проміжному ковші машини безперервного лиття заготовок. Враховуючи особливості теплообміну необхідно відзначити, що теплові втрати максимізуються при оголенні дзеркала металу та збільшення частки теплообміну за рахунок випромінення. З метою захисту дзеркала розплаву від теплових втрат у навколишнє середовище у світовій практиці виробництва безперервно литої заготовки зі сталей використовують теплоізолюючі суміші. Враховуючи сучасні потреби вітчизняного металургійного виробництва розроблено та обґрунтовано склад шлакової суміші для



теплоізоляції дзеркала металу, вихідними складовими якої є недефіцитні та низковартісні матеріали відповідно кон'юнктурних умов вітчизняного ринку.

Суміш для теплоізоляції дзеркала металу використовується шляхом засипки дзеркала розплаву при розливання сталі. Вона складається з теплоізоляційного матеріал, вуглецьмістячої добавки, що вигорає - деревної тирси та вогнетривкої глини, при наступному співвідношенні компонентів, % за вагою:

- деревна тирса - 45 - 55;
- вогнетривка глина - 10 - 15;
- теплоізоляційний матеріал - інше.

При цьому в якості теплоізоляційного матеріалу використовується керамзит з розміром шматків 1 - 5 мм.

Використання розробленої суміші для теплоізоляції дзеркала металу під час розливки дозволить скоротити теплові втрати при здійсненні процесу безперервної розливки на 20 – 30 % у порівнянні з існуючими сумішами. Крім того необхідно відзначити, що розроблена суміш також може бути успішно використана при здійсненні розливки сталі у зливки для теплоізоляції дзеркала металу у сталерозливному ковші.

### **ПОГРУЖНИЙ СТАКАН ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СОРТОВОЇ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОЇ ЗАГОТОВКИ**

**Божко М.Є., керівник доц. Молчанов Л.С.  
Національна металургійна академія України**

На сучасному етапі розвитку світового металургійного виробництва безперервне розливання сталі є найбільш поширеним методом отримання заготовки з рідких розплавів. При цьому важливим аспектом виробництва є додержання оптимального складу і температури металу особливо у передкристалізаційний період. З метою зменшення теплових втрат розплаву та виключення його контакту з окислювальним газовим середовищем у світовій практиці використовуються погрузні стакани різної конструкції. Особливо важливим їх застосуванню є при виробництві сортової заготовки при транспортуванні розплаву з проміжного ковша у кристалізатор.

З метою забезпечення рівномірної подачі розплаву у всі ділянки робочого простору кристалізатору розроблена удосконалена конструкція погрузного стакану (рис. 1).

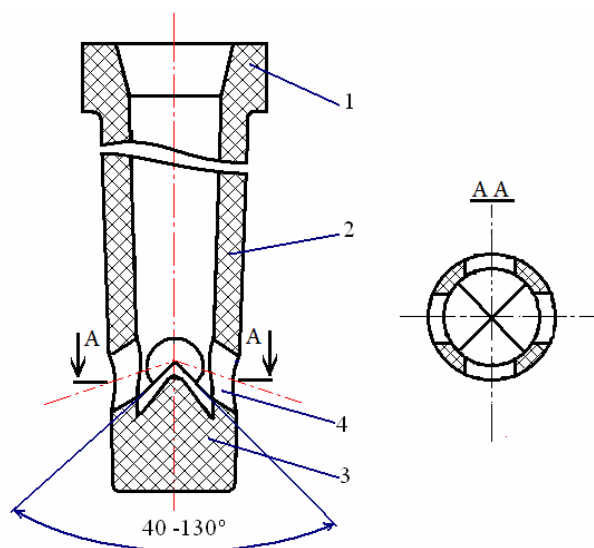


Рис. 1 Погрузний стакан для вдосконалення технології виробництва сортової безперервнолитої заготовки:

1 – фланця; 2 - конічна труба; 3 - глухе дно, поверхня якого всередині труби має форму розтинача; 4 - випускні отвори

Використання погрузного стакану вдосконаленої конструкції дозволить підвищити рівномірність надходження розплаву в порожнину кристалізатора та, відповідно зменшити кількість дефектів заготовки типу «кутові тріщини».

## **ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУВКИ СТАЛІ У ПРОМКОВШІ МБЛЗ ІНЕРТНИМ ГАЗОМ**

**Вайло А.В., керівник Синегін Є.В.**  
**Національна металургійна академія України**

На сьогоднішній день актуальною проблемою вітчизняних і закордонних металургів є рафінування сталі від неметалевих включень (НВ). Враховуючи той факт, що НВ утворюються в сталі впродовж усього процесу її виробництва починаючи від виплавки у пічному агрегаті і закінчуючи кристалізацією безперервнолитої заготовки, при виробництві якісних марок сталі доцільним є видалення НВ саме на фінішних етапах її виробництва, тобто у промковші МБЛЗ.

Видалення НВ у промковші відбувається переважно шляхом їх спливання та асиміляції шаром покривного шлаку. Однак цей процес є доволі повільним. Інтенсифікація цього процесу можлива шляхом примусового спрямовування потоків рідкої сталі у напрямку шлаку, наприклад при продувці аргоном через пористі вставки. З метою ефективного видалення НВ необхідно визначити раціональне розташування продувочних блоків і режими продувки.

Дослідження запропонованого вище процесу доцільно здійснювати методом фізичного моделювання на прозорій ізотермічній моделі. Для отримання адекватних результатів, які в подальшому можна буде перенести на оригінальний проміжний ківш перед проведенням моделювання були визначені критерії подоби. Встановлено, що процес продувки сталі в промковше МБЛЗ можна описати критеріями Архімеда, безрозмірної об'ємної витрати та лінійним симплексом, який є співвідношенням діаметра НВ до рівня рідини у промковші.

Наступним етапом було проведення фізичного моделювання на прозорій моделі промковша виготовленій у масштабі 1:3. В ході експерименту змінювали розташування продувочних пристроїв, інтенсивність продувки та рівень рідини в моделі промковша. Кожен дослід фіксувався на відеокамеру і в подальшому аналізувався на комп'ютері.

За результатами експерименту визначені раціональні розташування продувочних блоків і режими продувки. Встановлено, що використання запропонованих заходів дозволить зменшити кількість НВ в сталі щонайменше на 12 %.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ТОВ МЗ «ДНЕПРОСТАЛЬ»**

**Гиляк В.А., керівник доц. Журавльова С.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Металлургический комплекс Украины является движущей силой национальной экономики, ведь именно он играет ключевую роль в наполнении сводного бюджета, платежного баланса, обеспечивает жизнедеятельность многих регионов и городов страны. В последние годы кризисные явления оказывают свое негативное воздействие на металлургию Украины, что связано с дефицитом энергоресурсов, плохим качеством сырьевой базы и устарелыми материальными фондами предприятий. Поиск новых решений и оптимизация

существующих технологий выплавки и обработки металла являются актуальными вопросами на сегодняшний день.

Возможности повышения качества металла за счет совершенствования технологии выплавки в значительной степени исчерпаны, а уровень чистоты металла, потребительских свойств, требует дальнейшего улучшения. Одним из путей решения поставленной задачи является внепечная обработка металла массового назначения. В условиях производства стали в современных высокопроизводительных сталеплавильных агрегатах и при ее разливке на МНЛЗ, требуется качественная сталь с заданными узкими пределами по химсоставу и температуре. В работе рассмотрено развитие, и мировой опыт использования различных установок внепечной обработки стали, проанализированы их основные преимущества и недостатки.

Проведен аудит технологической цепочки внепечной обработки стали в условиях МЗ «Днепросталь» и предложены меры по оптимизации работы комплекса внепечной обработки. Проанализировано влияние основных технологических факторов на степень десульфурации металла в агрегате ковш-печь: основность шлака, расход электроэнергии и продолжительность обработки. Также в работе рассмотрена эффективность работы агрегата по вакуумированию стали и параметры, которые определяют конечную концентрацию растворенных газов в металле.

Эффективность мероприятий по совершенствованию технологии внепечной обработки стали возрастает при комплексном подходе и комбинированным методам по решению поставленных задач.

#### **ФОРМИ ПОШКОДЖЕННЯ ВОДНЕМ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТИХ ФЛОКЕНОЧУТЛИВИХ СТАЛЕЙ**

**Хуторний Д.Ю., керівник проф. Бойченко Б.М.  
Національна металургійна академія України.**

Описано види і схеми утворення дефектів відбракованої продукції з безперервнолитих високоміцних сталей. Основні дефекти індуковані розчинившимся в металі воднем, що призводить до локального окрихчення мікрооб'ємів сталі, причому інтеркристалічні розломи, тріщини зі специфічним розташуванням, пори та інші мікроскопічні недосконалості їх структури не виключені на поверхні поодиноких зерен навіть у виробках найпростішої форми.

На основі фундаментальних металургійних положень і розрахунків автор оцінив рівні граничного вмісту водню в рідкому і твердому залізі стосовно виробництва флокеночутливих високоміцних сталей. Промислові експерименти показали, що вміст водню в металі [H] знижується при його позапічній обробці в ковші-печі і вакуумуванні стабільно до  $\leq 1$  ppm. Однак протягом безперервного розливання в проковші можуть мати місце значно більш високі значення [H], і слід розробити заходи з тим, щоб у прокатаній стрічці концентрація [H] знижувалася до рівня  $\leq 1$  ppm.

Завдяки низьким значенням [H] можна виключити викликані воднем дефекти металопродукції. При подальшій обробці або протягом служби виробу необхідно виключати контакт протонів з його поверхнею, щоб уникнути їх проникнення в сталь, особливо, в стані її напруги, і появи тріщин.

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ  
ПЕРЕДЕКСПОНЕНЦІАЛЬНОГО МНОЖНИКА РІВНЯННЯ АРРЕНІУСА ВІД  
ЕНЕРГІЇ АКТИВАЦІЇ В'ЯЗКОСТІ ШЛАКУ ФЕРОСИЛКОМАРГАНЦЮ**

**Король І.І., керівник проф. Гасик М.І.  
Національна металургійна академія України**

В'язкість шлаку являється важливою характеристикою властивості шлаків феросплавного виробництва. Аналіз інформаційного ресурсу даних свідчить, що дослідженню в'язкості шлаків присвячено багато розрахункових і експериментальних робіт. При математичній обробці експериментальних даних застосовують рівняння Арреніуса

де  $k$  – швидкість реакцій,  $E$  – енергія активації,  $A$  – передекспоненціальний множник,  $k$  – постійна Больцмана.

В багатьох роботах множник  $A$  некоректно приймають за постійну величину. Між тим відомо правило W.M.Meyer і H. Neldela, згідно якого  $\ln A$  і енергія активації  $E$  пов'язані лінійною залежністю. Правило ПМН справедливе для багатьох експериментально досліджених процесів фізики, хімії, біології і електроніки.

Враховуючи актуальність розвитку теоретичних положень щодо удосконалення технології виплавки феросилкомарганцю у роботі виконано комп'ютерне моделювання функції  $\ln A = f(E_\eta)$  для визначення можливості застосування правила ПМН для аналізу властивостей шлаків феросилкомарганцю с підвищеним вмістом глинозему. Встановлено, що взаємозалежність  $\ln A$  від  $E$  описується лінійним рівнянням

$$\ln A_\eta = 0,0568 \cdot E_\eta - 3,6325 \cdot R^2 = 0,9818$$

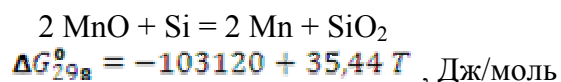
Таким чином, у роботі для шлаків феросилкомарганцю вперше встановлено, що аналітично пов'язані величини  $\ln A_\eta$  і  $E_\eta$  підлягають правилу Мейєра і Нелдели і встановлена залежність енергії активації від основності шлаку.

**ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕАКЦІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ МАРГАНЦЮ  
КРЕМНІЄМ І РОЗРОБКА ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ УДОСКОНАЛЕННЯ  
СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ МЕТАЛІЧНОГО МАРГАНЦЮ  
СИЛКОТЕРМІЧНИМ СПОСОБОМ**

**Притула О.М., керівник проф. Гасик М.І.  
Національна металургійна академія України**

Металічний марганець силкотермічного способу виплавки за вмістом домішок являється найбільш високоякісним і між тим найбільш дорогим у порівнянні з іншими видами марганцевих феросплавів. Металічний марганець виплавляють в електродугових печах з периклазовою футерівкою з використанням низькофосфористого марганцевого шлаку ШМП-78, силкомарганцю і вапна.

В узагальненому виді процес відновлення оксиду марганцю чистим кремнієм може бути представлено реакцією



З використанням нових вихідних термодинамічних даних отримано рівняння зміни енергії Гіббса від температури

$$\Delta G_{298}^0 = -80452 + 32,481 T, \text{ Дж/моль}$$

З метою підвищення корисного використання марганцю в шихту додають вапно для підвищення основності пічного шлаку.

У загальному вигляді хімізм процесу можна найбільш достовірно описати реакцією

$$2(2 \text{ MnO} \cdot \text{SiO}_2) + 6(\text{CaO}) + 1,5[\text{Si}] = 3[\text{Mn}] + 4[2(\text{CaO}_{0,75}\text{MnO}_{0,25}) \cdot \text{SiO}_2]$$

З метою зменшення витрат шихтових матеріалів і електричної енергії у роботі проаналізовано основні технічні рішення щодо удосконалення кожної із трьох технологічних стадій: виплавки низькофосфористого шлаку, силікомарганцю і металічного марганцю.

## **ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКООСНОВНИХ МАРГАНЦЕВИХ РУД ДЛЯ ОТРИМАННЯ СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВОГО ФЕРОМАРГАНЦЮ**

**Волков І.В., керівник – проф. Гладких В.А.**  
**Національна металургійна академія України**

Середньовуглецевий феромарганець виплавляється на підприємствах України ПАТ «НЗФ» і ПАТ «ЗФЗ» з використанням висококремнеземистого переробного марганцевого шлаку, що одержується під час виплавки високовуглецевого феромарганцю бесфлюсовим способом або з спеціально малофосфористого шлаку, який виплавляють окремо. Тому, особливістю силікотермічного процесу є підвищений вміст кремнію в металі під час процесу на рівні 5-7%. Це вимагає додаткового рафінування середньовуглецевого феромарганцю. Для реалізації процесу в шихту присаджують вапно, кількість якого визначається вмістом кремнезему в марганцевій сировині. Додавання в шихту вапна призводить до додаткових витрат електроенергії.

Використання високоосновної марганцевої сировини дозволить скоротити час плавки за рахунок зменшення добавки вапна на 20-30% і знизити витрату електроенергії.

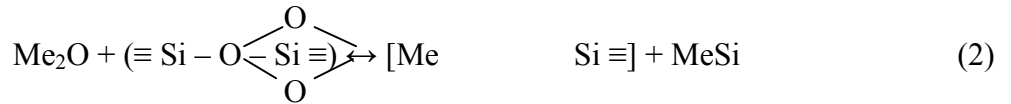
## **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЯЗКОСТЬ ШЛАКОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Лебедин Н.А., руководитель проф. Горобец А.П.**  
**Национальная металлургическая академия Украины**

Одной из важнейших характеристик технологии ферросплавного производства является вязкость шлака, определяющая кинетику массообменных процессов на границе металл-шлак. Фундаментальное уравнение Стокса-Эйнштейна (1), определяющее связь диффузионных транспортных потоков, физических показателей среды (вязкость  $\eta$ ) и размерных параметров диффузанта (радиус частицы  $r$ ) применимо для идеальных растворов, исключаяющих взаимодействие среды и диффундирующей частицы.

$$D = kT/4\pi r \zeta \quad (1)$$

Современные представления о строении жидких шлаков базируются на концепции ионно-молекулярной структуры шлакового расплава, представленного ионами, молекулярными соединениями и комплексными соединениями – ассоциатами. В такой шлаковой системе помимо химического состава определенное значение для характеристик вязкости приобретает размерный фактор компонентов системы. В шлаках производства марганцевых ферросплавов содержится от 30 до 50%  $\text{SiO}_2$ , что создает предпосылки для появления в расплаве полимерных комплексов в виде сетки цепочечных анионов  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  и объемной катионно-анионной решетки с преобладанием в ее структуре анионов  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  и  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ . Как следствие, увеличение размерного фактора компонентов системы, обуславливает повышение вязкости шлакового расплава и затрудняет седиментацию корольков металла в шлаке. Снижение вязкости шлака достигается при разрушении катионно-анионной решетки посредством замещения части кислородных ионов в структуре аниона катионами элементов-модификаторов, например, фтора. В качестве деполимеризатора анионов  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$  служат катионы сильных оснований ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ) в соответствии со схемой (2):



Практическая реализация снижения вязкости шлаков производства высоко- и среднеуглеродистого ферромарганца и ферросиликомарганца достигается применением разжижителей шлакового расплава (плавиковый шпат, окислы щелочных металлов в составе горных пород) при содержании в шлаке указанных компонентов  $\leq 5\%$  масс.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПИЛОГАЗОВИХ ВИКИДІВ ПРИ АГЛОМЕРАЦІЇ МАРГАНЦЕВОГО КОНЦЕНТРАТУ І ВИПЛАВЦІ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ

**Волинець Д.О., керівник доц. Жаданос О.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Науково-технічний прогрес супроводжується інтенсивним антропогенним впливом на навколишнє середовище, екологічний стан якої є одним з провідних критеріїв якості життя населення. Останнім часом у зв'язку з інтенсивним розвитком ІТ - технологій, отримали розвиток автоматизовані інформаційні системи моніторингу навколишнього середовища, які, в залежності від метеорологічних умов, параметрів місцевості, технологічних параметрів виробничого процесу дозволяють здійснювати контроль і прогнозування приземних концентрацій забруднюючих речовин з метою коригування технологічного процесу для запобігання перевищення ГДК. Для металургійної галузі вирішення цих проблем є дуже важливим.

Відомі два підходи в математичному моделюванні процесу поширення забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери. Перший з них заснований на вирішенні рівняння турбулентної дифузії і отримав розвиток в основному в державах СНД. Цей підхід дозволяє досліджувати завдання з джерелами пилогазових викидів різного типу (різними граничними умовами, характеристиками середовища).

Другий підхід, який використовує емпірико-статистичний метод, в основному отримав розвиток в Європі і США. Відповідні йому математичні моделі називаються «гаусовими». Вони описуються щільністю розподілу Гауса. Ця методика рекомендована Агентством з охорони навколишнього середовища США для проведення розрахунків, що носять нормативний характер. Перевагою методики Гауса є її порівняно висока точність при досить простій параметризації впливають на розсіювання домішок факторів, а також можливість підстроювання емпіричних параметрів з урахуванням специфіки конкретного джерела пилогазових викидів.

Відповідно до моделі Гауса, концентрація забруднень, що викидаються з точкового джерела, описується рівнянням (1).

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot u_{\text{шл}} \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2(x)}\right) \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{(z - H_{\text{шл}})^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) + \exp\left(-\frac{(z + H_{\text{шл}})^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) \right\} \quad (1)$$

де  $c(x, y, z)$  – концентрація речовини, що викидається в точці з координатами  $x, y, z$ ,  $\text{мг/м}^3$ ;  $Q$  – потужність безперервного джерела,  $\text{мг/с}$ ;  $u_{\text{шл}}$  – швидкість вітру на висоті  $H_{\text{шл}}$ ,  $\text{м/с}$ ;  $x$  – відстань від джерела,  $\text{м}$ ;  $y$  – поперечна відстань від осі шлейфа,  $\text{м}$ ;  $z$  – висота над поверхнею землі,  $\text{м}$ ;  $H_{\text{шл}}$  – кінцевий підйом шлейфу над землею (ефективна висота підйому шлейфа),  $\text{м}$ ,  $\sigma_y(x)$ ,  $\sigma_z(x)$  – стандартні відхилення розсіювання по осях  $y, z$ .

Виконано моделювання поширення пилогазових викидів в зоні впливу ПАТ «Нікопольський завод феросплавів», результати якого добре узгоджуються з експериментальними даними стаціонарних постів спостереження.

Розроблена модель дозволяє в залежності від метеорологічних умов прогнозувати поширення твердих і газоподібних компонентів, щоб коригувати технологічний процес і уникати перевищення ГДК викидаються речовин.

## **РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ ЕЛЕКТРОСТАЛІ КОЛІСНОГО СОРТАМЕНТУ В АГРЕГАТАХ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**Рожко В., керівник доц. Жаданос О.В.**

**Національна металургійна академія України**

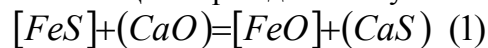
Однією з найважливіших задач позапічної обробки сталі є забезпечення перед розливкою регламентованого хімічного складу металу, в тому числі по сірці, що необхідно для забезпечення сприятливих умов формування якісної структури злитку. При цьому необхідно мінімізувати витрати енергетичних та сировинних ресурсів. Тому дослідження технології десульфурації сталі та її вдосконалення є актуальною задачею.

Сталь 2 колісного сортаменту згідно ГОСТ 10791-2011 має наступний хімічний склад (табл. 1)

Таблиця 1 - Хімічний склад колісної сталі 2

C	Mn	S	Si	P	Ni	Cu	Al	H, ppm
0,55-0,61	0,55-0,85	≤0,018	0,25-0,42	≤0,02	≤0,25	≤0,025	0,015-0,02	≤2

Зниження вмісту сірки в металі в процесі плавки відбувається в результаті переходу її в шлак. Цей перехід може бути описаний наступною реакцією:



$$\lg K_S = 935/T - 1,375 \quad (2),$$

$K_S$  – константа рівноваги реакції видалення сірки

Сприятливими умовами для протікання процесу десульфурації є: низька окисленість шлаку ( $FeO < 0,5\%$ ); висока основність шлаку ( $B > 2,2$ ); підвищені температури; періодичне видалення шлаку; необхідна кратність шлаку.

В результаті промислових експериментів щодо впливу хімічного складу шлаку, що рафінує, на ефективність десульфурації встановлено, що найбільш ефективним є наступний хімічний склад шлаку, %.

Таблиця 2 - Хімічний склад шлаку, що рафінує

CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaF <sub>2</sub>
58-62	15-20	6-8	5-8	<0,5	5-10

Дуже важливим питанням процесу десульфурації є забезпечення раціонального режиму роботи агрегату ківш-піч. При проведенні процесу десульфурації виключно в УКП, енергетичний к.к.д. цієї установки у зв'язку з необхідністю періодичних зупинок, в середньому складає 40-45%. Тому виконані експериментальні дослідження технології наскрізної десульфурації послідовно в агрегаті ківш-піч та у вакуумній установці. Встановлено, що часткове перенесення процесу десульфурації у вакуумну установку дозволяє забезпечити більш ефективне використання УКП за рахунок забезпечення нагрівання без технологічних зупинок. В цьому випадку на агрегаті ківш-піч відбувається введення необхідних хімічних добавок та

нагрівання металу до необхідних температур. Енергетичний к.к.д. ковша-печі при такій технології позапічної обробки сталі підвищується до 60-65%. Це дозволяє забезпечити економію до 15% електричної енергії.

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИПЛАВКИ СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВОГО ФЕРОМАРГАНЦЮ У ДУГОВИХ ПЕЧАХ

**Глущенко Б.О., керівник доц. Цибуля Є.І.**  
**Національна металургійна академія України**

Середньовуглецевий феромарганець представляє групу рафінованих дорогих марганцевих феросплавів і застосовується для легування низьковуглецевих конструкційних низько- і високолегованих високоякісних сталей.

Середньовуглецевий феромарганець виплавляється силікотермічним способом в дугових електропечах з магnezитовим футеруванням. В умовах ПАТ НЗФ виплавка середньовуглецевого феромарганцю ведеться в дуговій, трифазній печі закритого типу СКБ-6063 з круглою ванною викочування, що нахилиється, з розташуванням електродів по вершинах рівностороннього трикутника. В якості шихтових матеріалів застосовуються переробні марганцеві шлаки, марганцеві окисні концентрати, вапно і феросилікомарганець.

Фізико-хімічною основою процесу отримання середньовуглецевого феромарганця є процес взаємодії оксидів марганцю з кремнієм, розчиненим у феросилікомарганці.

Процес відновлення марганцю з оксиду марганцю розчиненим в марганці кремнієм може бути представлений хімічною реакцією



Залежність зміни енергії Гіббса реакції (1) від температури з урахуванням термодинамічних даних фазових перетворень проміжних реакцій має вигляд

$$\Delta G_T^0 = -98680 - 111,94T + 13,55 \lg T - 19,85 \cdot 10^{-3} T^2, \text{ Дж/Г} \cdot \text{ат Si} \quad (2)$$

Апроксимація функціональної залежності для інтервалу температур 1250-1700°C призводить до спрощеного запису рівняння (2):

$$\Delta G_T^0 = -47000 + 91,45T, \text{ Дж/Г} \cdot \text{ат Si} \quad (3)$$

При цьому аналіз реакції (1) через константу рівноваги, яка може бути представлена в наступному виді

$$K_{\text{Mn,Si}} = \frac{\alpha_{\text{Mn}}^2 \cdot \alpha_{\text{SiO}_2}}{\alpha_{\text{MnO}} \cdot \alpha_{\text{Si}}} = \frac{[\text{Mn}]^2 (\text{SiO}_2) f_{[\text{Mn}]}^2 f_{\text{SiO}_2}}{(\text{MnO})^2 [\text{Si}] f_{(\text{MnO})}^2 f_{[\text{Si}]}} \quad (4)$$

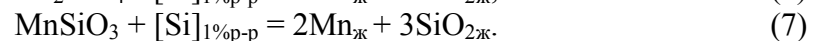
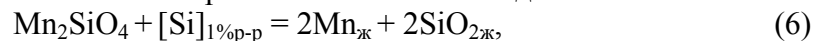
(де  $f$  - коефіцієнти активності Mn, MnO, Si і SiO<sub>2</sub> відповідно) і перетворена у вид

$$[\text{Mn}] = \frac{K_{\text{Mn,Si}} (\text{MnO})^2 f_{(\text{MnO})}^2 [\text{Si}] f_{[\text{Si}]}}{[\text{Mn}] f_{\text{Mn}}^2 (\text{SiO}_2) f_{\text{SiO}_2}} \quad (5)$$

показує, що чим вище зміст (активність) оксиду марганцю в шлаці і концентрація кремнію в сплаві і нижче зміст (активність) кремнезему в шлаці, тим більшим має бути витягання марганцю в середньовуглецевий феромарганець. Таким чином, зменшуючи активність SiO<sub>2</sub> в шлаку шляхом вибору оптимальної його основності, можна підвищити коефіцієнт корисного вилучення марганцю у середньовуглецевий феромарганець.

Для повнішого термодинамічного аналізу силікотермічного процесу слід враховувати, що відновлення марганцю при отриманні середньовуглецевого феромарганцю проходить не з чистого закису марганцю, а з марганцевосилікатних розплавів.

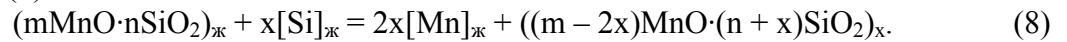
Реакції відновлення марганцю з силікатних розплавів мають вигляд:



Виконаними дослідженнями показано, що при відновленні марганцю з



марганецсиликатных розплавів при присадці силікомарганцю в кислий шлаковий розплав в початковий період плавки реакція має екзотермічний характер. У міру зниження змісту кремнію в марганці і MnO в шлаковій фазі реакція приймає ендотермічний характер. Реакції (6) і (7) не йдуть до повного відновлення марганцю, тому їх можна представити в загальному вигляді реакцією (8):



Введення в розплав системи MnO-SiO<sub>2</sub> оксиду кальцію підвищує термодинамічні умови повнішого відновлення марганцю внаслідок збільшення активності закису марганцю і зниження активності кремнію в шлаці. Реакцією, що визначає силікотермічний процес відновлення марганцю кремнієм з шлакових розплавів системи CaO-MnO-SiO<sub>2</sub> є реакція (9):



### **ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СЛИТКА ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛИКВИДУС ЖИДКОГО РАСПЛАВА**

**Бажин О.С., Кириченко Д.В., руководитель доц. Головачёв А.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Комплекс механических и эксплуатационных свойств металлопродукции во многом формируется в ходе процессов затвердевания металла. Поэтому вопросы механизма процессов, происходящих при кристаллизации, и поиск возможностей контроля их для предотвращения развития структурной и химической неоднородности сохраняют актуальность.

Накопление одного из компонентов сплава и/или примеси вблизи межфазной границы неизбежно ведет к образованию слоя расплава с более низкой равновесной температурой ликвидус. Это, в свою очередь, приводит к необходимости создания дополнительного термического переохлаждения расплава этого состава для начала кристаллизации. Это явление, называемое «концентрационным» переохлаждением, является одной из причин замедления продвижения плоского фронта кристаллизации или изменения его формы на ячеистый и дендритный.

Выполненные расчеты изменения температуры ликвидус при получении двухслойной быстрорежущей стали Р6М5 с доливом внутреннего слоя сталью 40Х показывают, что при разбавлении жидкого центрального объема слитка (77% объема смешиваемых жидких расплавов) добавлением металла в объеме прибыльной части слитка (23% того объема) характеристическая температура ликвидус повышается (расчет по разработанной программе с использованием уравнения Хау). Для стали смешанного состава она равна 1455°С, что на 13°С выше ликвидуса стали Р5М5 (1442 °С).

### **ОСОБЕННОСТИ ВЫПЛАВКИ АМОРФНЫХ СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Храновский М.Е., Якименко В.В., руководитель доц. Головачёв А.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Все чаще применяют методы целенаправленного воздействия на структуру металлов и сплавов методом сверхбыстрой закалки расплава (104-106 К/с). Это позволяет устранять ликвацию, получать очень мелкое зерно и пересыщенные твердые растворы, а в ряде сплавов – твердое аморфное состояние с сохранением ближнего порядка расположения атомов.

На сегодняшний день наиболее широко используются аморфные сплавы систем Fe-B, Fe-Si-B, Fe-B-P-C, Fe-Si-B-C, Fe-Si-B-P-C (в разных соотношениях) с добавками Ni, Cr, Co в целых процентах (от 3 до 40%), а также нанокристаллические сплавы («Finemet») с добавками в эти системы Cu, Mn, Nb в количестве до 1 - 3%. Основная масштабная область

применения обеих групп сплавов – электротехника, т.к. их магнитные свойства конкурируют или превышают таковые у пермаллоев и ферритов.

Значительную трудность представляет сплавление железа, никеля или кобальта с металлоидами (обычно их суммарное количество составляет 15-20 ат.% в разных сочетаниях). Имея большие различия плотности ( $V=2,34 \text{ г/см}^3$ ,  $C \text{ (графит)}=2,1 \text{ г/см}^3$  против  $7,0 \text{ г/см}^3$  расплава Fe при  $1600^\circ\text{C}$ ) и температур плавления, металлоиды, благодаря развитой поверхности и плохой смачиваемости расплавом, выталкиваются на поверхность ванны и неудовлетворительно усваиваются. Это касается также Si и P, введение которых в состав исходной заготовки в нужном количестве – не менее трудная задача по тем же причинам.

Совершенствование технологии выплавки заготовок аморфных сплавов, направлено на снижение их себестоимости путем частичной или полной замены чистых компонентов шихты на ферросплавы или другие минералы, содержащие в своем составе необходимый легирующий компонент. Это вызвано тем, что доля исходной заготовки в себестоимости ленты составляет 40-60%. Отсюда большой интерес могут представлять действующие металлургические цеха, имеющие побочные продукты производства, содержащие элементы-аморфизаторы. Так, при производстве элементарного фосфора в рудовосстановительной электропечи попутным продуктом плавки является сплав, состава (вес. %): 15–30P, 8–12Si, 2–4Mn, 55–70Fe. Химический состав сплава, не соответствующий требованиям промышленности к феррофосфору, обуславливает его относительно низкую стоимость. Но в то же время использование его в качестве основного компонента шихты при производстве аморфных сплавов является перспективным.

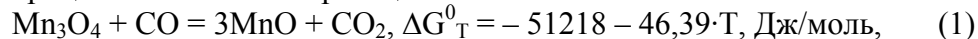
Резюмируя вышеизложенное, целью данной работы является разработка стабильной технологии выплавки аморфных сталей однородного химического состава с использованием в качестве шихты лигатур вместо чистых компонентов, а также с подшихтовкой вторичных продуктов металлургического производства.

## **ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДКАРБИДОКРЕМНИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ ШИХТЫ ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА**

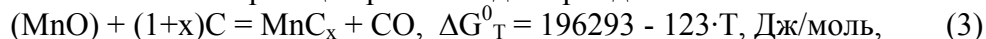
**Бугаев А. И., Рудь В. А., руководитель доц. Деревянко И. В.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Ферросиликомарганец представляет собой комплексный ферросплав, как правило получаемый в мощных рудовосстановительных дуговых электропечах. В качестве исходных видов сырья применяются марганцевый агломерат и кварцит. В качестве восстановителя используются углеродсодержащие материалы (кокс-орешек и др.).

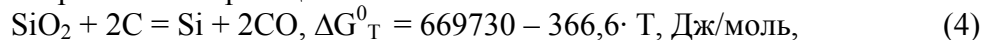
Термодинамика процесса описывается реакциям:



в реальных условиях восстановление марганца протекает до карбида Mn



восстановление кремния протекает по реакции:



совместное восстановление марганца и кремния описывается выражением:



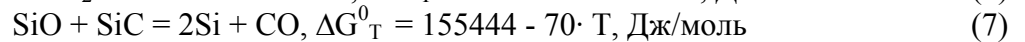
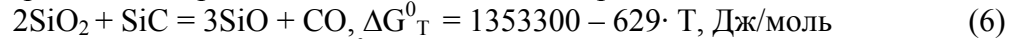
Проведенные теоретические исследования позволили сделать заключение о возможности использования в составе шихты для выплавки ферросиликомарганца вторичных материалов углеграфитового производства.

Вторичные материалы имеют следующий химический состав (% масс.): 50 C, 25 SiC, 25 SiO<sub>2</sub>. По общепринятому механизму восстановления кремнезема углеродом включает промежуточные стадии образования газообразной фазы монооксида кремния (SiO<sub>газ</sub>) и

карбида кремния и этот механизм представлен следующей последовательностью образования фаз.



Наличие в составе шихты карбида кремния, который сам является восстановителем, позволяет снизить энергетические расходы на восстановление кремния:



и при этом развивать реакции восстановления марганца



Таким образом проведенные термодинамические расчеты позволяют сделать вывод о позитивном влиянии карбида кремния на процесс выплавки силикомарганца.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАРГАНЦЕВОГО МАГНЕЗИАЛЬНОГО АГЛОМЕРАТА

**Казаков В.Э., Горейн В.А., руководитель доц. Деревянко И.В.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Ферросиликомарганец представляет собой комплексный ферросплав, как правило получаемый в мощных рудовосстановительных дуговых электропечах. В качестве исходных видов сырья применяться марганцевый агломерат и кварцит.

Комплекс теоретических и опытно-промышленных экспериментов позволил выявить определенную закономерность положительного влияния оксида магния на повышение технико-экономических показателей выплавки ферросиликомарганца.

Из-за отсутствия в Украине разрабатываемого месторождения магнезита (или MgO-содержащих природных материалов), предложено для производства марганцевого магнезильного агломерата использовать отвалы магнезильно-силикатные шлаки выплавки ферроникеля на Побужском ферроникелевом комбинате (ПФК) химический состав (% масс.): 28,6 MgO, 53,2 SiO<sub>2</sub>; 4,0 CaO 2,1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Содержание марганца в агломерате поддерживалось на уровне 37-40% за счет использования различного количества в аглошихте никопольских концентратов. Отличительной особенностью опытного марганцевого агломерата является более высокое содержание MgO (7,0-8,9%), пониженное содержание CaO (3,9-5,1%) при одинаковой с базовым агломератом основности (%CaO+%MgO)/%SiO<sub>2</sub> (0,38-0,45). Магнезильный марганцевый агломерат имел следующий химический состав (% масс.): 36,9 Mn; 27,1 SiO<sub>2</sub>; 3,8 CaO ; 7,9 MgO; 3,3 Fe ; 2,8 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,19 P; 2,13 K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O.

Управление шлаковым режимом выплавки ферросиликомарганца путем повышения содержания оксида магния за счет введения MgO-содержащих материалов увеличивает полезное извлечение марганца в сплав как за счет повышения активности закиси марганца, так и роста температуры ликвидус печного шлака:  $t_L(^{\circ}\text{C}) = 7,84 (\% \text{MgO}) + 60 (\% \text{CaO}) / (\% \text{Al}_2\text{O}_3) - 175 (\% \text{MnO}) / (\% \text{SiO}_2) + 1443,43$ ; коэффициент распределения  $L_{\text{Mn}} = 0,568 (\% \text{MgO}) - 0,699$  ( $r = 0,93$ ).

Обработкой опытных данных установлено, что разработанная технология позволяет снизить удельные расходы: марганцевого сырья на 39 кг/т, коксика на 12 кг, электроэнергии на 64 кВт·ч/т. При этом полезное извлечение марганца повысилось с 84,3% до 86,5%.

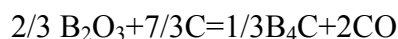
## **СУЧАСНИЙ СТАН ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРБІДУ БОРУ І НАПРЯМИ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ**

**Дмитренко М.І., керівник доц. Пройдак А.Ю.  
Національна металургійна академія України**

Карбід бору В<sub>4</sub>С (торгова марка тетрабор) використовується як абразивний матеріал в машинобудівній промисловості та інших областях науки і техніки.

Наприклад, для насичення поверхні бором металевих виробів. Броньові плити, виготовлені з використанням В<sub>4</sub>С, мають комплекс спеціальних властивостей, як сталі плити втричі більшої товщини. Температура плавлення В<sub>4</sub>С (77,28%В) становить 2720 К, кипіння 3370 К. Аналіз інформаційного ресурсу даних свідчить, що результати нових фундаментальних і прикладних досліджень сприяють новим знанням відносно теплофізичних і механічних властивостей карбіду бору.

Карбід бору виробляють за електротермічною технологією з використанням у якості вихідних сировинних матеріалів борної кислоти Н<sub>3</sub>В<sub>0</sub><sub>4</sub> і вуглецевого відновника згідно сумарної реакції



Карбід бору виплавляється у дугових трьохфазних електропечах потужністю 2,0 МВА з використанням графітових електродів.

Після закінчення плавки отримують блок карбіду бору з вмістом 95-98% В<sub>4</sub>С. Блок карбіду підлягає подрібненню, розлому і збагаченню. Виробництво карбіду бору пов'язано з використанням дорогої борної кислоти, великої питомої витрати електричної енергії близько 18000 кВт·год. на 1 т карбіду бору. Основні напрями удосконалення технології виробництва карбіду бору пов'язані з удосконаленням складу шихти, електричних режимів плавки, технології збагачення порошку карбіду бору а також з вирішенням проблемних екологічних задач.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСШЕГО УРОВНЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОСТАЛИ**

**Дмитренко А.В. Щеголев А.Ю., руководитель – доц. Рубан А.В.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Требования к чистоте стали трубного сортамента постоянно возрастают в направлении уменьшения содержания газов, примесей, и частоты возникновения дефектов связанных с присутствием неметаллических включений (оксидов, сульфидов, оксисульфидов), образующихся во время внепечной обработки и разлива. Внедрение современных процессов внепечной обработки показало, что они позволяют существенно улучшить качество стали (механические свойства, коррозионную стойкость, электротехнические показатели и др.), но и получить сталь с принципиально новыми свойствами. Повышение качества стали привело к росту работоспособности машин и конструкций при уменьшении их массы. Другим важным фактором, обеспечившим этот результат, явилась возможность гарантированно получать сталь с узкими пределами содержания элементов.

Новые технологии обработки металла в сталеплавильных печах и вне их привели к заметному увеличению масштабов производства стали и сплавов, однородных по свойствам и содержащих ничтожно малое количество газов, неметаллических включений. Связанное с этим усложнение технологии оправдывается достигаемыми результатами в отношении качества и надёжности металлопродукции. Лучшие результаты воздействия на качество металла достигаются при использовании комбинированных или комплексных способов, когда в одном или нескольких последовательно расположенных агрегатах осуществляется ряд операций. Использование агрегатов «ковш-печь» позволило вынести из плавильных

агрегатов восстановительный период и доводку металла, что резко повысило производительность сталеплавильного производства, В электросталеплавильном производстве за счет исключения резкого перепада окисленности ванны удалось значительно сократить расход огнеупоров, использовать одношлаковую технологию и технологию работы с «болотом» (оставленным в дуговой печи шлаком предыдущей плавки), что привело к значительному снижению расхода электроэнергии.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Репешко А. А., руководитель – доц. Рубан А.В.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

В металлургии и других отраслях ферросплавы, а также технически чистые металлы используют для раскисления и легирования стали, получения высоколегированных сплавов специального функционального назначения и чугунов. Ферросплавная промышленность производит более 150 различных видов и марок простых и сложных ферросплавов, в которые отдельно или в различном сочетании входят примерно 25 элементов. Современная электрометаллургия ферросплавов специализируется на первичном извлечении металлов из руд, концентратов и технически чистых оксидов. При использовании ферросплавов и чистых легирующих металлов необходимо их растворение в жидкой стальной ванне.

Современный ферросплавный завод представляет собой крупное промышленное предприятие с законченным циклом по переработке рудного сырья в готовую продукцию - ферросплавы. В процессе производства ферросплавной продукции в цехе образуются различные виды отходов, которые после переработки в цехе вторичной переработки, возвращаются в основное производство завода. В состав возвратных отходов, подлежащих переработке, входят: отходы загущения шлака; отходы из «закозленных» ковшей; корки отвального шлака, образованные на стенках литых ковшей; отходы чистки леточных желобов печей. Сущность переработки отходов состоит в их охлаждении, измельчении до установленной фракции, дроблении до фракции 0-130мм и возврате в основное производство автомобильным или железнодорожным транспортом. Одним из эффективных направлений использования отвальных шлаков ферросиликомарганца является получение шлаколитой продукции.

Кроме производства литых блоков предложено изготавливать рабочую емкость контейнера в виде монолитной оболочки (капсулы) из армированного стеклокристаллического материала (СКАРМ), сырьем для которого являются огненно-жидкие шлаки ферросплавного производства. СКАРМ-капсула из шлаков ферросплавного производства обеспечивает: абсолютную герметичность; высокую стойкость к воздействию химически агрессивных сред; хорошие энергопоглощающие показатели радиоактивного излучения; высокую прочность; относительно низкую себестоимость при серийном изготовлении вследствие дешевизны сырья.

## **ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ВОДОРОДА ПРИ КОВШЕВОМ ВАКУУМИРОВАНИИ**

**Гофман Артем, руководитель доц. Жаданос А.В.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

С каждым годом объем стали, подвергаемой внепечной обработке возрастает. Одной из важнейших технологических операций на участке внепечной обработки стали является удаление водорода, выполняемая в вакуумной установке. Водород обладает малой растворимостью в железе при низких температурах и высокой диффузионной способностью,

что вызывает возникновение значительных внутренних напряжений в металле в местах его скопления (микropopы). Водород понижает усталостные свойства и приводит к возникновению флокенов.

Механизм удаления водорода из электросталей имеет свои особенности. Так как эти стали предварительно раскисляются марганцем, кремнием, алюминием, удаление водорода через пузырьки CO оказывают незначительное влияние. Поэтому основными механизмами удаления водорода является переход из расплава в вакуум на поверхности раздела и удаление водорода с пузырьками аргона.

Процесс удаления водорода из расплава в вакуум можно описать уравнением, предложенным Н.М. Чуйко.

$$[H] = K_H \cdot P_{H_2}^{(1+\alpha)/(1+\alpha_1)},$$

где  $[H]$  – концентрация растворенного водорода, %;  $P_{H_2}$  – парциальное давление водорода, атм.;  $K_H$  – константа равновесия реакции растворения;  $\alpha$  – степень диссоциации молекул в газовой фазе;  $\alpha_1$  – степень диссоциации молекул газа на атомы в металле.

Приравнявая  $\alpha$  к 0,  $\alpha_1$  к 1 получаем закон Сиверта.

$$[H] = K_H \sqrt{P_{H_2}},$$

где  $[H]$  – концентрация растворенного водорода, %;  $P_{H_2}$  – парциальное давление водорода, атм.;  $K_H$  – константа равновесия реакции растворения.

По Дж. Чипмену

$$\lg K_H = \lg \frac{[H]}{\sqrt{P_{H_2}}} = -\frac{1670}{T} - 1,68$$

При  $T_{расп} = 1600^\circ\text{C}$   $K_H = 0,0027$

Процесс удаления водорода в пузырьки аргона хорошо описывается уравнением Геллера.

$$V' = \frac{2240}{M_{H_2}} \left[ P \cdot K_H^2 \cdot \left( \frac{1}{[H]_{кон}} - \frac{1}{[H]_{исх}} \right) + ([H]_{кон} - [H]_{исх}) \right],$$

где  $V'$  – удельный объем инертного газа, м<sup>3</sup>/т;  $[H]_{исх}$ ,  $[H]_{кон}$  – соответственно, начальное и конечное содержание водорода, %;  $M_{H_2}$  – молекулярная масса водорода;  $K_H$  – константа равновесия реакции растворения;  $P$  – давление над расплавом, МПа.

По результатам выполненных расчетов получены нормативы времени для вакуумирования углеродистых сталей в зависимости от начального содержания водорода. Установлено, что в случае начального содержания водорода 9 ppm для снижения содержания водорода до уровня менее 2 ppm необходимо 27-33 минуты глубокого вакуума (удельный расход аргона 1,2-1,8 л/мин·т), а при начальном содержании 4 ppm – 18-24 минуты. При этом 30% водорода удаляется через открытую поверхность расплава, а 70 – с пузырьками аргона.

## *ПІСЕКЦІЯ «МЕТАЛУРГІЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ»*

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЧЕРНОВОГО СВЕНЦА**

**Носуль Е.П., руководитель проф. Игнатъев В.С.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

В настоящее время основным способом переработки разделочного аккумуляторного лома в барабанных вращающихся (роторных меггах). Главными достоинствами плавки лома в барабанных являются небольшой выход шлака (01), извлечение свенца (93%), небольшой

расход топлива (205 м<sup>3</sup>/час природного газа), спекание органических веществ, что облегчает очистку газов. Основные показатели кароткобарабаних плавки черного свинца: длительность плавки 2-7 час., скорость вращения печи 0,1-1,0 мин<sup>-1</sup>; производительность печи 10-30 т/сутки.

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ВАНАДИЯ С ЦЕЛЬЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Голомоз Д.О., руководитель проф. Трегубенко Г.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

В настоящее время промышленность Украины не производит ванадий и его соединения из отечественного сырья в заметных количествах и удовлетворяет свои потребности за счет импорта. В то же время в Украине существуют реальные перспективы для создания производства ванадия и его соединений на базе собственного минерально-сырьевого потенциала. Основу которого составляют месторождения других полезных ископаемых, где ванадий находится как попутный компонент. Основной базой добычи ванадия в настоящее время являются титаномагнетиты, магнетиты и некоторые другие минералы железа.

Наряду с природными геологическими объектами, на территории Украины накоплены большие массы техногенного сырья, содержащего относительно значимые концентрации ванадия. Из них наиболее перспективными являются следующие: золы, золошлаки, шлаки, шламы, пыли ТЭС, работающих на мазутах и определенных типах углей; твердые и жидкие отходы нефтеперегонных заводов; отходы титанового производства; промышленные растворы и “красные шламы” Николаевского глиноземного завода, а также шламохранилище ЗАЛК; гидроминеральное сырье - шахтные воды угольных, железорудных и других месторождений.

На основании анализа современных и перспективных способов производства ванадия и его соединений, а так же проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложены технологические рекомендации по эффективному и рентабельному использованию в Украине собственного ванадийсодержащего сырья.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ**

**Литерова А.Г., руководитель проф. Трегубенко Г.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Одним из основных сырьевых ресурсов производства алюминиевых сплавов является переработка вторичного сырья, доля которого в общем сырьевом балансе цветной металлургии постоянно увеличивается. Переработка вторичного алюминиевого сырья для получения алюминиевых сплавов характеризуется высокими технико-экономическими показателями по сравнению с первичной металлургией: низкие транспортные расходы, относительно небольшие удельные капитальные вложения и расход электроэнергии, повышенный уровень рентабельности; уменьшение загрязнения окружающей среды металлическими отходами и сокращение свалок.

Для комплексного использования сырья и снижения потерь во время его переработки используют сложные, многостадийные технологические схемы. Компоновка конкретной технологической схемы переработки вторичного алюминиевого сырья определяется видами использованного сырья и применённых плавильных агрегатов.

При анализе передовых технологий при производстве вторичных алюминиевых

сплавов определено, что самыми приемлемыми с точки зрения минимизации инвестиций являются: 1.использование рациональных схем переработки алюминиевых шлаков, позволяющих возвращать в производство увлеченный при выгребе шлака из печи металл и сокращающих, засорение металла примесями; 2. приобретение установок дробления и сепарации алюминиевого лома; 3. внедрение новых технологии рафинирования алюминиевых сплавов и повышения качества металла по содержанию неметаллических включений и водорода; 4. сокращение расходов рафинирующих флюсов и оптимизация их состава; 5. применение наиболее эффективных плавильных агрегатов для рециклирования алюминия; 6. использование экологически чистых модификаторов и флюсов.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ДІОКСИДУ ЦИРКОНІЮ**

**Ребров К.С., керівник проф. Трегубенко Г.М.  
Національна металургійна академія України**

Проаналізовано вимоги до діоксиду цирконію. Показано, що він може вироблятися у вигляді 4 марок технічного діоксиду цирконію (ЦрО-1, ЦрО-К, ЦрО-Б, ЦрО-Е) і 4 марок чистого  $ZrO_2$  - "ХЧ", "Ч", ЦрО-Н1, ЦрО-Н2. Так само діоксид цирконію може вироблятися стабілізованим оксидом ітрію.

Виконано аналіз сировини для виробництва діоксиду цирконію. Встановлено, що в Україні сировиною для виробництва діоксиду цирконію є руди Малишевського родовища, з яких отримують три основних концентрати: ільменітовий, рутиловий, цирконовий і два попутних - дистенсиліманітовий і ставролітовий.

Вивчено теоретичні та технологічні основи отримання діоксиду цирконію та запропоновано заходи щодо поліпшення технології його виробництва, в тому числі і установка автоматизованих фільтр-пресів з горизонтальними камерами (ФПАКМ). Показано, що основними перевагами цих фільтр-пресів, крім їх повної автоматизації, є розвинена поверхня фільтрування, можливість за допомогою діафрагми регулювати товщину і вологість осаду і хороші умови для регенерації тканини в процесі роботи фільтру. Виконано розрахунок необхідних характеристик ФПАКМ для забезпечення нормальної роботи цеху з виробництва цирконію.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТИТАНУ МАГНІЄТЕРМІЧНИМ СПОСОБОМ**

**Фаль Є.В., керівник проф. Трегубенко Г.М.  
Національна металургійна академія України**

В даний час існує або ведеться розробка 23 різних методів отримання первинного титану з  $TiCl_4$ ,  $TiO_2$ ,  $TiC$ ,  $K_2TiF_6$  відновленням цих з'єднань металами, воднем, хімічно або з використанням плазмохімії. Однак, незважаючи на великі капіталовкладення замінити металотермічний процес відновлення  $TiCl_4$  поки не представляється можливим з економічної ефективності, продуктивності, якості одержуваного продукту і іншими показниками. При цьому в даний час магнієтермія застосовується практично на всіх діючих великих титанових металургійних підприємствах в світі.

Удосконалення магнієтермічного способу виробництва титану йде за двома напрямками: апаратурному і технологічному, хоча, як правило, ці напрямки взаємопов'язані. Головною тенденцією розвитку апаратурного оформлення магнієтермічного процесу є збільшення циклового знімання губчастого титану, завдяки чому досягається зниження питомої витрати електроенергії на переділах відновлення і вакуумної сепарації і значне поліпшення якості губчастого титану за більшістю домішок.



На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень запропоновано заходи щодо поліпшення технології виробництва титану магнієтермічним методом.

### **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ І ПЕРСПЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ ТИТАНУ**

**Бородай Д.В., керівник проф. Трегубенко Г.М.**

**Національна металургійна академія України**

У розпорядженні металургів є велика кількість способів переробки руд, які містять титан. Всі існуючі і пропонувані способи отримання металевого титану можна умовно розділити на чотири групи:

1. Одностадійне відновлення двоокису титану до чистого металу. Як відновник можна використати вугілля, водень, кремній, магній, натрій, алюміній і кальцій.

2. Двостадійне відновлення  $TiO_2$ : спочатку до титану, забрудненого домішками, а потім його переробка на чистий метал.

3. Електроліз сполук титану ( $TiO_2$ ,  $TiCl_4$ ,  $TiCl_3$ ,  $K_2TiF_6$ ).

4. Отримання чистого  $TiCl_4$ , а потім його відновлення або металом (магнієм або натрієм), або використовуючи енергію високотемпературної плазми.

Вибір технологічної схеми отримання первинного титану залежить від багатьох факторів. Головними з яких є: мінімізація вмісту в титані домішок, фізико-хімічні властивості титанвмісних з'єднань, ступінь складності апаратурного оформлення і собівартість одержуваного продукту.

### **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА С ЦЕЛЬЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Кирилах В.И., руководитель проф. Трегубенко Г.Н.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Производство алюминия является одной из ведущих отраслей в мировой промышленности. Однако, без организации в соответствующих масштабах, производства глинозема на современном уровне техники эффективное получение алюминия практически невозможно. В настоящее время в мире производится около 40 млн. тонн первичного алюминия в год. При этом производство глинозема составляет около 80 млн. тонн в год. В Украине производят глинозем на Николаевском глиноземном заводе (НГЗ), который выпускает свыше 1,2 млн. тонн глинозема в год и является одним из лучших в Европе по применяющемуся на нем оборудованию и технологии. Выполненный анализ сырьевой базы Украины и путей ее использования показал, что в настоящее время нет альтернативы переработке на НГЗ импортных бокситов.

На основании анализа современных и перспективных способов производства глинозема, а так же проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложены рекомендации по усовершенствованию технологии производства глинозема из бокситов.

Определено, что основным направлением улучшения технологии является повышение температуры выщелачивания до 280–320°C с одновременным повышением рекуперации тепла, затраченного на нагрев пульпы.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВЗАЄМОДІЇ ГАЗІВ З МАГНІЄВИМИ СПЛАВАМИ ПРИ ЇХ ВИРОБНИЦТВІ**

**Криворотько В.С., керівник проф. Трегубенко Г.М.  
Національна металургійна академія України**

Гази в магнієвих сплавах обумовлюють виникнення численних дефектів в металевих напівфабрикатах і готових виробих (наприклад, газова пористість, окисна плівка, шлакові включення). Властивості магнієвих сплавів значною мірою визначаються газами, що містяться в них, і їх впливом на механічні, фізико-хімічні і технологічні властивості. Концентрація газів в магнієвих сплавах є однією з основних характеристик, що зумовлює їх властивості і сфери застосування. Тому дослідження взаємодії газів з магнієвими сплавами (особливо для авіа- і автобудування) є особливо актуальними для України, в якій знаходяться ряд підприємств, що проводять виробу з них, у тому числі і відповідального призначення (наприклад, завод «Мотор-Січ»).

Метою роботи є вивчення фізико-хімічних закономірностей взаємодії газів з магнієвими сплавами і розробка технологічних рекомендацій по зниженню шкідливого впливу газів на властивості виробів з магнію і його сплавів. На основі детального вивчення особливостей взаємодії магнію і його сплавів з різними газами, видів дефектів магнієвих сплавів, заходів боротьби з шкідливим впливом газів при виплавці і розливанні магнієвих сплавів, термодинамічного аналізу та експериментальних досліджень запропоновані оптимальні технологічні рекомендації по зниженню шкідливого впливу газів на властивості виробів з магнієвих сплавів.

## **ТЕХНОЛОГИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ И ГАФНИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

**Скоркин А.В., руководитель ст. преп. Поляков Г.А.  
Национальная металлургическая академия Украины**

В производстве циркония и гафния развиваются преимущественно два направления: магнетермическое восстановление четыреххлористого циркония с получением губчатого металла и электролиз фторцирконата калия в хлоридно-фторидном электролите с получением порошка циркония (гафния). Другие способы получения циркония, хотя и находят применение, но удельный вес их в производстве невелик.

Большой интерес к цирконю и гафнию возник в последние 20—25 лет в связи с использованием их сплавов в ядерной энергетике. Вслед за титаном цирконий и его сплавы также становятся важнейшими конструкционными материалами современного машиностроения. Значение циркония, гафния и их соединений в техническом прогрессе непрерывно возрастает. Обнаружено принципиальное различие в величине эффективного поперечного сечения захвата тепловых нейтронов (гафний — один из их сильнейших поглотителей), то выяснилось, что уникальные по сочетанию механические и коррозионные свойства циркония как конструкционного материала для атомной энергетики могут быть использованы лишь после очистки его от гафния.

Рассмотрены свойства растворов циркония и гафния. Обычно используют азотную, соляную или серно — кислые растворы. Форма нахождения циркония в растворе зависит от исходных соединений и способа приготовления раствора.

Изучены виды экстрагентов для разделения Zr и Hf, применяют экстрагенты различных классов: нейтральные растворители, кислые экстрагенты, а также основными растворителями.

Рассмотрена аппаратура для экстракционного разделения. В производстве рационально использовать ящичный экстрактор. Эффективной степени разделения циркония

и гафния составляет >95%.

Предложена технология жидкого экстракционного разделения циркония и гафния из водных растворов бутиловым эфиром фосфатной кислоты. Установлена зависимость коэффициента распределения и разделения циркония и гафния от концентрации азотной кислоты. При всей концентрации азотной кислоты коэффициент распределения циркония больше чем у гафния, а коэффициент разделения с увеличением кислотности понижается.

По предложенной технологии получения циркониевого продукта с содержанием гафния менее 0,1%, и гафниевого продукта с содержанием >98% Hf.

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА  
ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ МОЛІБДЕНУ І ЙОГО СПЛАВІВ**  
**Кудlach В.О., керівник ст. преп. Поляков Г.А.**  
**Национальная металлургическая академия Украины**

Розглянуто основні фізико-хімічні властивості молибдену та його сполук; мінерально-сировинна база молибдену; галузі застосування молибдену та його сплавів. Проведено аналіз способів виробництва і рафінування молибдену. Запропоновано технологічну схему вилучення молибдену з молибденітового концентрату.

Наведені теоретичні та фізико-хімічні основи та термодинамічні розрахунки відновлення оксиду молибдену різними компонентами. У роботі розглянута технологія отримання компактного молибдену за допомогою електронно-променевої плавки.

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

Оптимальним режимом отримання якісних злитків діаметром 80мм 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 молибдену високої чистоти виплавляють послідовним вакуумним рафінуванням за допомогою електронно-променевої зонної плавки і електронно-променевої краплинної плавки, внаслідок чого отримують молибден чистотою не гірше 99,99%-99,999%.

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТИТАНУ  
НАТРІЙТЕРМІЧНИМ СПОСОБОМ**  
**Чернов В.В., керівник ст. преп. Поляков Г.А.**  
**Национальная металлургическая академия Украины**

На підставі проведених теоретичних досліджень визначено, що відновлення тетраклориду титану натрієм можна в принципі здійснити за трьома варіантами: при температурі нижче точки плавлення хлористого натрію (800 °); в інтервалі температур 801 - 883 °, т. е, вище температури плавлення хлористого натрію, але нижче температури кипіння натрію; вища за температуру кипіння натрію, т. е в газовій фазі.

Отримані дослідні дані свідчать про те, що реалізація запропонованої вдосконаленої технології дозволяє зменшити вміст домішок в титанових порошках, одержуваних натрійтермією. При цьому, визначено, що оптимальною температурою процесу є 750 ° С.

На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень в роботі розроблена вдосконалена апаратно-технологічна схема відновлення тетраклориду титану натрієм при температурах нижче точки плавлення хлористого натрію (700 -800 ° С).

Результати досліджень можуть бути застосовані для розширення підприємств по отриманню титану.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА ВТОРИЧНОГО АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

**Кисель А.И., руководитель ст. преп. Поляков Г.А.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Последние десятилетия характеризуются значительным ростом потребления алюминиевых сплавов и замены стальных, чугуновых и других изделий на алюминиевые в различных отраслях промышленности и быта. Одним из основных сырьевых ресурсов производства алюминиевых сплавов является переработка вторичного сырья, доля которого в общем сырьевом балансе цветной металлургии постоянно увеличивается.

Переработка вторичного алюминиевого сырья для получения алюминиевых сплавов характеризуется высокими технико-экономическими показателями по сравнению с первичной металлургией: низкие транспортные расходы, относительно небольшие удельные капитальные вложения и расход электроэнергии, повышенный уровень рентабельности; уменьшение загрязнения окружающей среды металлическими отходами и сокращение свалок.

При анализе передовых технологий при производстве вторичных алюминиевых сплавов определено, что самыми приемлемыми с точки зрения минимизации инвестиций являются: 1. использование рациональных схем переработки алюминиевых шлаков, позволяющих возвращать в производство увлеченный при выгребе шлака из печи металл и сокращающих, засорение металла примесями; 2. приобретение установок дробления и сепарации алюминиевого лома; 3. внедрение новых технологии рафинирования алюминиевых сплавов и повышения качества металла по содержанию неметаллических включений и водорода; 4. сокращение расходов рафинирующих флюсов и оптимизация их состава; 5. применение наиболее эффективных плавильных агрегатов для рециклирования алюминия; 6. использование экологически чистых модификаторов и флюсов.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОГНЕВОГО РАФИНИРОВАНИЯ АНОДНОЙ МЕДИ МЕТОДОМ ГАЗОКИСЛОРОДНОГО РАФИНИРОВАНИЯ (ГКР)**

**Бабяк С.Я., руководитель ст. преп. Подгорный С.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Анализ практики и научно-технических разработок в области пирометаллургического рафинирования меди показывает, что необходима технология, которая обеспечивает снижение энергоемкости и трудоемкости процесса огневого рафинирования меди и улучшает качество медных анодов.

Предлагается объединить принятые в классической технологии, конвертирование черной меди и огневого рафинирования до меди анодной чистоты.

Для этого была проведена опытная компания по переработке медного концентрата на черную медь, которая проводилась в условиях участка №2 цеха №9 Никопольского завода ферросплавов, с последующим огневым рафинированием в условиях НМетАУ.

Разработанная технологическая схема рафинирования черной меди в конверторе ГКР полученной пирометаллургическим методом предусматривает продувку кислородом в защитном слое природного газа через донные дутьевые устройства.

Процесс состоит из трех периодов: I и II - окислительные, III - восстановительный.

Исходный расплав черной меди заливают в конвертер ГКР, при этом подают дутье (азот) на донные фурмы, после, переводят агрегат в вертикальное положение и начинают

кислородную продувку. Интенсивность продувки - 0,9-0,1 м<sup>3</sup>/т\*мин.

В первом периоде продувку необходимо вести чистым кислородом, при этом, образуется большое количество шлака и окисляется сера. После скачивания большей части шлака и отбора пробы металла необходимо продувать металл смесью кислорода и азота, с постепенным увеличением доли азота в дутье.

Применение азота во втором периоде, должно способствовать более глубокой десульфуризации металла за счет снижения парциального давления SO<sub>2</sub>.

Во время проведения восстановительного периода (III период) переходят на продувку смесью азота и природного газа (как восстановитель).

Экспериментально установлено, что при рафинировании сплава с содержанием в черной меди менее 85% использование меди составляет более 91,4%, до меди анодной чистоты, при снижении затрат на рафинировании более, чем на 32% по сравнению с общепринятой технологией. Распределение меди между продуктами плавки при конвертировании чёрной меди следующее, 89,5-91,2% в металл, 6-8,2% в шлак, до 1,2% пыли.

### **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПЕЧНОГО ФЕРРОНИКЕЛЯ В КОНВЕРТОРАХ С ДОННЫМ ПОДДВОДОМ ДУТЬЯ**

**Кессар Д.А., руководитель ст. преп. Подгорный С.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

В Украине первичный ферроникель производят на единственном предприятии ООО «Побужский ферроникелевый комбинат», по технологии, разработанной норвежской фирмой «ЭЛКЕМ», которая включает следующие стадии: подготовка руды; восстановительный обжиг; плавка огарка в электропечах, с получением черного ферроникеля, и рафинирование в конверторах с верхней продувкой кислородом.

Электропечной ферроникель, который содержит до 7% кремния, до 3% углерода и до 3 % хрома, до 0,5% серы, стабильно выплавляется в рудотермической печи, работающей на импортной окисной никелевой руде. И без предварительной подготовки не может быть использован для производства сталей и сплавов.

Основная цель работы - разработка технологии рафинирования ферроникеля в агрегатах с донной продувкой, для интенсивного удаления примесей, уменьшения потерь никеля в виде его оксидов в шлаках и увеличения технико-экономических показателей.

По разработанной технологии, в качестве основных агрегатов используется конвертора с донным подводом дутья с кислой и основной футеровкой, с предварительной десульфурацией кальцинированной содой.

Полученный металл после рафинирования в «основном» конверторе с донной продувкой имеет следующий состав, %мас.: более 15,0 Ni; 0,20-0,30 Si; до 0,05 C; до 0,03 S; до 0,03 P; ост. Fe.

Установлены основные расходные коэффициенты на производство 1 т ферроникеля, кг: черновой ферроникель 1400-1450; ферросилиций ФС-65 3,5-4; известняк 170; известь 4; флюоритовый концентрат 3; и энергоносителей, м<sup>3</sup>: кислород 100-150; азот 15-20; природный газ 10-15.

Общее использование никеля при рафинирование по данной технологии колеблется в пределах 95-97,5 %.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОПРОЦЕНТНОГО ФЕРРОТИТАНА ИЗ ИЛЬМЕНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ**

**Юзь Р.О., руководитель ст. преп. Подгорный С.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Технология производства ферротитана из ильменитового концентрата алюминиотермическим методом с довосстановлением шлака достаточно хорошо изучена.

Проведенные теоретические расчеты восстановления оксидов по реакциям алюминиотермического восстановления ильменитового концентрата показали, что из 100 кг концентрата образуется 51,6 кг сплава с содержанием титана не более 51,3%. Для получения стандартного высокопроцентного ферротитана (70% Ti) требуется дополнительное введение в шихту рутилового концентрата или лома титановых сплавов. При этом дефицит энергии равен ~ 32% отн. Даже если полностью исключить из состава шихты отходы титановых сплавов, дефицит тепла сохранится, что определяет низкую степень восстановления титана из минерального сырья.

Выполненные экспериментальные исследования подтвердили принципиальную возможность осуществления в индукционной печи комбинированного процесса, объединяющего прямой переплав титановых отходов с восстановлением титана из рудных материалов с получением готового сплава, содержащего до 50% титана. Однако напряженный тепловой баланс не позволяет при этом надежно работать на выпуск. Даже учитывая меньшие удельные тепловые потери в печах промышленной емкости, нельзя гарантировать устойчивую работу агрегата в течение большого количества плавов. Футеровка тигля будет быстро зарастать высокотемпературными глиноземистыми шлаками. Введение же в состав шлака флюсов, снижающих их температуру плавления, приведут к увеличению веса шихты и, снижению удельной экзотермичности процесса в целом.

Перспективным в развитии этого направления можно считать лишь совмещение металлотермического процесса с прямым электронагревом его продуктов, например в электродуговых печах с использованием разжижающих легкоплавких компонентов на основе фтористых соединений кальция.

## **ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ХЛОРУВАННЯ ЦИРКОНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ**

**Хрипко Н.А., руководитель ст. преп. Подгорный С.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

На основі літературних даних у роботі виконано порівняльний аналіз існуючих промислово освоєних методів хлорування цирконової сировини, виявлені їх переваги та недоліки.

З метою розробки теоретичних основ процесу виконано термодинамічні розрахунки ймовірності протікання основних реакцій хлорування циркону у солевому розплаві і побічних реакцій у хлораторі.

розроблена методика і проведені дослідження на дослідному солевому хлораторі з конденсаційною системою створеної на базі печі Тамана.

Виконана термодинамічна оцінка вірогідності проходження основних і побічних реакцій хлорування циркону в розплаві солей лужних металів і в конденсаторі.

Проведені експерименти за визначенням ступеня хлорування циркону і феросиліцію, що входять до складу шихти в розплаві солей при різних температурах.

У розділі технологічні розробки виконаний розрахунок процесу хлорування з використанням, як сольовий розплав відпрацьованого електроліту електродів, а як термодобавки – феросиліцій.

Наведені в роботі рекомендації дозволяють зробити висновок про перспективність запропонованої технології і доцільність продовження досліджень у цьому напрямку.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ВТОРИЧНОГО МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

**Клименко Ю.Ю., руководитель доц. Бубликов Ю.В.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Все основные производители меди, которые в качестве сырья используют лома, решают главную задачу – максимальное вовлечение всех видов медьсодержащего сырья в металлургический передел, исключение влияния качества ломов на качество готовой продукции и работают принципиально по одной схеме:

- Плавление ломов и медесодержащих материалов с максимальным извлечением меди;
- Рафинирование черновой меди до анодного качества;
- Электролиз с получением катодов;
- Получение медной катанки из катодов.

Именно такая схема, при достаточно больших объемах производства, позволяет нивелировать влияние качества исходных материалов на показатели качества готовой продукции.

Для украинских производителей кабельной продукции характерна схема:

- Детальная, качественная сортировка электротехнического лома;
- Вовлечение сортированного электротехнического лома напрямую в производство заготовки для производства кабельной продукции (медной катанки, вайербарса).

Эта схема экономически очень интересна, но при увеличении объемов заготовки ломов и доли их использования в производстве происходит объективное ухудшение качества готовой кабельной продукции, за счёт перехода из ломов части примесных элементов в катанку, что в результате приводит к снижению механических свойств и электропроводности.

Наиболее рациональной и перспективной является комплексная технологическая схема глубокой металлургической переработки всего спектра имеющегося на внутреннем рынке медьсодержащего сырья. При этом необходимо организация участка огневого рафинирования на котором возможна организация дуплекс процесса – плавильный агрегат и конвертер, что позволит значительно расширить сортамент и, следовательно, объем вовлекаемого сырья за счёт использования низкокачественных ломов. При этом в зависимости от глубины рафинирования имеющегося пакета заказов на медную катанку марок М0, М1, М2 возможно ее производство непосредственно после огневого рафинирования при дошихтовке электротехническим ломом. Однако учитывая постоянно снижающееся качество лома и рост цен на электротехнический лом освоение процесса огневого рафинирования наиболее рационально для получения меди анодного качества в количестве необходимом для загрузки сырья участка электролитического рафинирования.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТИТАНОВОГО ШЛАКА С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА**

**Палий Т.В., руководитель доц. Бубликов Ю.В.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Основным показателем качества титанового шлака как промежуточному продукту процесса магнетермического получения титана является содержание оксида железа концентрация которого находится в пределах 8-12%.

Достаточно высокая концентрация FeO в титановом шлаке с одной стороны позволяет снизить температуру оксидной системы с целью обеспечения успешного выпуска его из рудотермической печи при этом с другой стороны приводит к существенному удорожанию тетраоксида титана в процессе его получения из-за необходимости очистки от хлорида железа путем ректификации шлака с низким содержанием FeO позволяют снизить затраты на получение очищенного TiCl<sub>4</sub> в итоге готового продукта- титановой губки

С целью анализа возможности получения титанового шлака с низким содержанием оксида железа проводится на рудотермической печи СКБ-6063 удельный расход на 1 т шлака составил, кг :

- ильменитовый концентрат 1593,8;

- антрацит 78,1;

-электроды графитированные 30.

Расход электроэнергии составил, кВт\*ч – 4150.

В результате проведения опытно-промышленной кампании удалось получить титановый шлак следующего состава: TiO<sub>2</sub> 75-78%, SiO<sub>2</sub> 2,1-3,2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3,5-6%, CaO 0,3-0,5; MgO 0,5-1%; MnO 1,6-1,8

При этом содержание FeO не превышало 5%, а на большинстве плавов составляло 3,5-4%.

Необходимо отметить, что во время отстоя расплава для осаждения королек железа, проходило образование корки в ванне печи расплавление котрой достигалось путем подачи фтористого концентрата на ее поверхности.

Проведенными исследованиями показано возможность получения низкого содержания FeO в титановом шлаке.

## **МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА МАГНІЮ**

**Захарчук І.О., керівник доц. Воляр Р.М.**

**Запорізька державна інженерна академія**

Магній відноситься до легких кольорових металів. Він легше за залізо в 4,5 разу і алюмінію в 1,5 разу. За останні роки спостерігається збільшення виробництва і споживання магнію. Широке споживання магнію у промисловості, досягається завдяки його властивостям та досягненню створення нових сплавів на основі магнію, що мають високу механічну міцність, хімічну стійкість і жароміцність.

У даний час промислові методи виробництва магнію засновані на електролітичному розкладанні хлористого магнію або прямому відновленню окислу магнію (термічні методи). Найбільш поширено отримання магнію електролізом із-за суттєвих економічних переваг перед іншими методами. Технологічні схеми виробництва магнію електролізом, відрізняються один від одного використанням початкової сировини, і отриманням побічних продуктів і виробництва магнію.

Термічні методи підрозділяють на: силікотермічний метод, заснований на прямому відновленню окислу магнію кремнієм, карбідотермічний метод, заснований на прямому відновленню окислу магнію карбідом кальцію. Карботермічний метод, заснований на



відновленні окислу магнію вуглецем. Відмітною особливістю термічних методів від електролітичного методу, є застосування енергії змінного струму або природного горючого газу.

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНВЕРСІЇ ТЕТРАХЛОРИДУ КРЕМНІЮ У ВИРОБНИЦТВІ ПОЛІКРЕМНІЮ**

**Кравченко М.Ю., керівник доц. Воляр Р.М.  
Запорізька державна інженерна академія**

Одним з найважливіших та найпоширеніших напівпровідникових матеріалів, який використовується в даний час, є кремній. Технологія виробництва кремнію напівпровідникової якості складається з декількох складних етапів, один з яких виробництво полікристалічного кремнію. На даний час Сіменс-процес залишається домінуючою технологією при виробництві полікристалічного кремнію.

Досліджено вплив температури, тиску і мольного співвідношення на гідрування, або конверсію тетрахлориду кремнію. Встановлено, що гідрування значно зростає в діапазоні температур від 900 до 1100°C, далі підвищення температури вповільнює проходження основної реакції, при тиску в діапазоні від 1 атм. до 3 атм. ступінь конверсії збільшується швидко, в той час як при тиску вище 3 атм. збільшення ступені конверсії йде повільно, оптимальне мольне співвідношення 4. Проведена модернізація устаткування, де графітове оснащення замінене на більш стійке вуглекомпонентне, перенесено подання і вихід парогазової суміші для більш повного проходження основної реакції конверсії, та вдосконалена форсунка для загартування відхідних газів.

Отримані результати досліджень дозволили підвищити міру конверсії вище 20 %, що у свою чергу значно знижує собівартість виробництва полікристалічного кремнію і наближає його ціну до ринкової.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОДЕЛЕЙ АНОДНОГО КОНТЕЙНЕРА РАФІНУВАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОЛІЗЕРА ЗА ЛАБОРАТОРНИХ УМОВ**

**Лукошніков А. І., керівник доц. Нестеренко Т. М., доц. Лукошніков І. Є.  
Запорізька державна інженерна академія**

Модель електрохімічного осередку рафінувального електролізера виготовляли в масштабі 1:20 з дотриманням умов подібності. Як електроліт використовували водний розчин, 1 л якого містить 25 г  $\text{CuSO}_4$  і 72 г 96 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Після виконання одиничного електролізу мідну пластину (катод) виймали з розчину, видаляли осад міді, промивали у проточній воді і сушили. Потім на поверхню пластин наносили сітку ліній, що розділяють висоту та ширину кожної пластини на дев'яносто однакових прямокутників. У центрах тяжіння кожної ділянки вимірювали залишкову товщину міді, обчислювали зменшення товщини пластин для різних ділянок і середньозважене зменшення товщини металу. Після виконання експериментів на моделі плоско-паралельного анодного контейнера переходили до дослідження моделей інших форм.

Про рівномірність розподілу струму в горизонтальному перерізі моделей контейнера робили висновок за відношенням максимальної щільності струму до мінімальної. Чим меншою була зазначена величина, тим більшу рівномірність розподілу струму забезпечує контейнер такої форми. Експериментально встановлено, що абсолютні значення максимальної щільності струму на аноді зменшуються згідно з рядом: плоско-паралельні решітки (3,32); «сочевиця» (2,40); ромб (2,07); циліндр (1,33); циліндр з вертикальними бічними пазами (1,12); овал (1,09). Проте, оскільки величина загальної поверхні передніх стінок моделей контейнерів була різною, то за абсолютними значеннями максимальної

щільності струму ряд був іншим: циліндр (0,165 А/см<sup>2</sup>); плоско-паралельні решітки (0,154 А/см<sup>2</sup>); ромб (0,130 А/см<sup>2</sup>); «сочевиця» (0,126 А/см<sup>2</sup>); овал (0,122 А/см<sup>2</sup>); циліндр з вертикальними бічними пазами (0,108 А/см<sup>2</sup>). У такій же послідовності зростає корозійна стійкість вказаних контейнерів, оскільки крізна корозія анодних решіток, у першу чергу, здійснюється в місцях, де щільність струму має найбільше значення. Отже, найбільш корозійностійким є циліндричний анодний контейнер з вертикальними бічними пазами.

## **ПРО ФІЛЬТРАЦІЙНЕ РАФІНУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ РОЗПЛАВІВ, ОТРИМАНИХ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ**

**Кисельов В.Є., Азаєв Р.А., керівник доц. Нестеренко Т.М.  
Запорізька державна інженерна академія**

Для видалення неметалевих включень і інтерметалідів із алюмінієвих розплавів, отриманих під час плавлення низькосортної вторинної алюмінієвої сировини (в тому числі алюмінієвого пакування) в електродних СШОЛ, в лабораторних умовах досліджено їх рафінування фільтрацією через зернисті фільтри.

Забруднений алюмінієвий розплав фільтрували в ємність, на яку встановлено фільтрувальну камеру з решітчастим днищем. Як фільтрувальний матеріал використано гранульований глинозем, кусочки базальту, шамоту певних розмірів. Для видалення адсорбованої вологи фільтрувальний матеріал прожарювали за температури: 700–720 °С для глинозему, 850–900 °С для базальту і шамоту. В підігріту до 700 °С фільтрувальну камеру завантажували прожарений фільтрувальний матеріал в кількості, потрібній для створення фільтрувального шару певної висоти і заливали алюмінієвий розплав. У камері підтримували рівень розплаву над фільтром завтовшки 10–15 мм. Фільтрувальний матеріал використовували одноразово у всіх дослідах.

Під час дослідження визначали вплив температури фільтрування, висоти фільтрувального шару, типу фільтрувального матеріалу на величину зерна та чистоту отриманого металу за технологічними пробами. Встановлено, що підвищення температури заливання розплаву від 700 °С до 750 °С збільшує розмір зерен вилівка. В центрі вилівка зерна крупніше, більш сферичніші, розташовані рівномірніше, ніж за периферією. Порівнянням мікроструктур вилівок після фільтрування та без фільтрування встановлено зменшення кількості газових раковин і пор, тобто фільтрація розплавів сприяє їх частковій дегазації.

## **РАФІНУВАННЯ ВТОРИННОЇ МІДІ**

**Швец Н.С., Шаповал К.Г., керівник доц. Воляр Р.М.  
Запорізька державна інженерна академія**

З виникненням електроніки і ряду інших нових видів виробництв вимоги до чистоти міді сильно зросли. З'явилася необхідність виробляти мідь особливо високої чистоти, вміст основного металу в якій 99,99 % і вище. Тому основну масу «чорнової» міді направляють на електролітичне рафінування у водневих розчинах. Цей метод рафінування дозволяє отримувати мідь високої чистоти

Розглянуто основні технологічні фактори при проведенні електролітичного рафінування міді на вихід по струму, а саме катодна і анодна щільності струму, склад електроліту, наявність і швидкість циркуляції електроліту, якість вихідного анода і його хімічний склад, тривалість процесу рафінування.

Визначено що збільшення анодної щільності в інтервалі від 222 А/м<sup>2</sup> до 756 А/м<sup>2</sup> призводить до зменшення виходу за струмом і часу пасивації. При підвищенні анодної щільності струму швидкість переходу іонів міді з анода в аноліт починає переважати над

швидкістю відводу іонів міді з аноліту в об'єм розчину.

Встановлено що підвищення концентрації іонів міді в інтервалі від 30 г/л до 60 г/л сприяє зменшенню виходу по струму і часу пасивації. При підвищенні концентрації іонів міді в розчині (при незмінній розчинності мідного купоросу в розчині, що відповідає певній температурі розчину і концентрації сірчаної кислоти) аноліт швидше насичується іонами міді і швидше настає пасивація анода. Анод довше працює в пасерованому стані і тому знижується вихід за струмом. Підвищення концентрації сірчаної кислоти в інтервалі від 120 г/л до 200 г/л призводить до зниження виходу за струмом і часу пасивації. Підвищення концентрації сірчаної кислоти призводить до зменшення розчинності мідного купоросу в розчині, що також призводить до швидкого накопичення іонів міді в аноліті і початку пасивації анода.

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ЯКОСТІ ГРАФІТОВАНИХ ЕЛЕКТРОДІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ГРАФІТАЦІЇ

**О.Р. Бережна, керівник доц., О.А. Юхименко**  
**Запорізька державна інженерна академія**

Основним параметром, що визначає рівень фізико - механічних характеристик графітованих електродів, є гранична температура графітації. Від граничної температури графітації залежить міжплощинна відстань  $d_{002}$ , питомий електричний опір, коефіцієнт теплопровідності і лінійного термічного розширення, межі міцності на стискування і розтягування.

В умовах прямої графітації розподіл температури по довжині електродів стає неоднорідним в результаті різного електричного опору в зонах стикування окремих електродів по довжині свічки і в зонах токопідводів.

Вибір конструктивного рішення стикування електродів у свічці представляє складну науково - технічну задачу.

Пряме стикування по торцях електродів, оброблених механічним шляхом, не забезпечує щільного контакту. Заповнення зони стикування порошкоподібним графітом або вугіллям вимагає прикладання високого питомого тиску і крім того, технологічно зробити це складно.

Формування зони стикування у вигляді профільної поверхні вимагає високої точності обробки двох поверхонь, що знаходяться в різних площинах.

Найбільш зручним варіантом може бути установка зони стикування прокладення на основі графойла. Цей варіант буде дещо дорогим, але значно технологічніше.

У класичних печах графітації основна кількість тепла виділяється в коксовій засипці, а нагрів заготівель електродів реалізується за рахунок теплопровідності від їх поверхні до центру.

Відведення тепла від керна печі в подину, бічні стіни і зведення значно знижує температуру в зонах бічних поверхонь.

Використання для нагріву змінного електричного струму призводить до появи скин - ефекту, в результаті якого щільність електричного струму вище по периферії, ніж в центрі. За рахунок скин - ефекту відбувається деяке вирівнювання температури по поперечному перерізу керна. Протерізність температур складає до 400°C.

Такий перепад температур створює неоднорідні властивості в електродах між центром заготівель і їх краями.

Зниження електропровідності по краях заготівель призводить до перевитрати електричної енергії на одиницю продукції.

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СПІКАННЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ГРАФІТОВАНИХ ЕЛЕКТРОДІВ**

**О.Р. Бережна, керівник доцент Трифонов В.А.  
Запорізька державна інженерна академія**

Випал - одна з найважливіших технологічних операцій, в процесі якої формуються якісні характеристики та експлуатаційні властивості електродних матеріалів різного призначення.

Під випаленням розуміють процес термічної обробки пресованих заготівель, що призводить до спікання часток порошку наповнювача коксом зв'язуючого.

Основним при випаленні вуглецевих пресованих заготовок є формування зі зв'язуючого цементуючих коксових решіток. При цьому відбувається термічна деструкція зв'язуючого, утворення з нього напівкоксу і наступне перетворення його в кокс, що зв'язує в єдине ціле частки вуглецевого наповнювача. Матеріал, що утворюється в результаті спікання, представляє агломерат вуглецевих часток, скріплених коксом зв'язуючого. Це новий стан забезпечує такі цінні властивості виробів, як міцність, термічна і хімічна стійкість, висока електропровідність, завдяки яким вуглецеві матеріали широко застосовуються в різних галузях промисловості.

Виходячи з призначення операції випалення вуглецевих формованих заготовок, головними завданнями при випаленні вважають забезпечення максимального виходу коксового залишку зі зв'язуючого, що обумовлює міцність спікання часток наповнювача і кінцеву механічну міцність обпалюваних заготовок і готових виробів; отримання матеріалу з однорідної за усім об'ємом заготівлі бездефектною структурою.

Виконання цих вимог залежить від безлічі чинників, у тому числі від якості початкових сировинних матеріалів (коксу-наповнювача і зв'язуючого), умов виготовлення "зеленої" заготовки (рецептури, параметрів змішування і пресування маси), а також від параметрів випалення: швидкості нагріву "зелених" і охолодження обпалених заготовок, рівномірності температурного поля по довжині заготовок, кінцевої температури випалення, властивостей засипочних матеріалів, схем завантаження заготівель в камери і так далі.

В процесі випалення у вуглецевих заготовках внаслідок їх складного початкового складу протікають різні фізико-хімічні процеси, що супроводжуються зміною агрегатного стану (заготівля спочатку розм'якшується внаслідок розплавлення зв'язуючого пека, потім знову твердне в результаті коксування останнього); зміною розмірів (розширенням і усадкою); втратою маси. Ці зміни заготовок можуть відбуватися в певній послідовності і одночасно супроводжувати один одного. Результатом різноманітних дій є напруження в заготовках, які при несприятливому поєднанні технологічних параметрів можуть призвести до зміни форми заготовок або до їх розтріскування. Тому нагріваючи і охолоджуючи заготовки при випаленні за інших рівних умов необхідно вести так, щоб звести до мінімуму напруження, що неминуче виникає в них.

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

## **ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ПЕРІОДІВ ВИПЛАВКИ СТАЛІ В ДСП**

**Дворковой О.І., керівник проф. Камкіна Л.В.  
Національна металургійна академія України**

У даний час велику частину сталі в ДСП виплавляють за одношлаковою технологією. Залізобуглецевих напівпродукт обробляють в ковші, отримуючи сталь заданого хімічного складу і температури. У разі, якщо відновний період проводять під білим шлаком, перед наведенням рафінування шлаку метал розкислюють ферромарганцем і кусковим

ферросиліцієм або силікомарганцем з розрахунку введення 0,1% Si в метал і марганцю на нижню межу. Тривалість рафінування під білим шлаком складає  $\geq 40$  хв, під карбідним шлаком 1-1,5 ч. Остаточну метал розкислюють або повністю алюмінієм на штангах за 3-5 хв до випуску, або частину алюмінію замінюють силікокальцієм.

У відновний період бажано вести перемішування металу за допомогою установки електромагнітного перемішування. Так, наприклад, на 100-т електропечах Новолипецького заводу установки електромагнітного перемішування включають в наступні моменти: в окислювальний період до досягнення металом 1600 °С при хорошому стані подини; при скачуванні шлаку; при розкисленні металу; за 5 хв. до взяття проб та заміру температури.

Такий режим роботи установки електромагнітного перемішування не впливає на стійкість подини і укосів електропечі.

У практиці вітчизняних і особливо зарубіжних заводів широко застосовується виплавка вуглецевої сталі в електропечах одношлаковим процесом на свіжій шихті з окисленням.

### **ТЕХНОЛОГІЯ ВИПЛАВКИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ В ДСП**

**Камкин В.Ю., Івахненко О.Є., керівник доц.. Мяновська Я.В.**

**Національна металургійна академія України**

У даний час в світі різко збільшилася потреба в низьковуглецевій сталі, в тому числі корозійностійкій, автолистовій та ін. Вимоги до якості виплавленого металу постійно зростають. Класична дугова сталеплавильна піч (ДСП) - це агрегат, який забезпечує весь технологічний цикл отримання сталі необхідного складу і якості. Однак інтенсифікація технологічного процесу киснем внесла значні корективи в технологію і конструкцію електродугових печей. Відсутність відновного періоду, використання на сучасних печах системи пальників, які працюють в режимі нагріву і рафінування, значно підвищили кисневий потенціал ванни. Багато технологічних операцій були винесені за межі агрегату. Для отримання низьковуглецевої якісної сталі з регламентованим вмістом розчиненого кисню і неметалевих включень в сучасних сталеплавильних агрегатах використовують сучасні засоби позапічної обробки.

Вуглецеву сталь в дугових електропечах виплавляють як одно-, так і двушлаковим процесом. Виплавка з двома шлаками проводиться на свіжій шихті з окисленням і дифузійним розкислюванням металу в печі під білим, слабокарбідним або вапняно-глиноземістим шлаком. Плавлення ведуть форсовано з використанням кисневої або газокисневої продувки. Кінець розплавлення встановлюють станом ванни (відсутність місцевого інтенсивного кипіння), промацуванням шомполами і по температурі металу, яка повинна бути  $\geq 1550^\circ\text{C}$ . Окисний період закінчується при вмісті вуглецю в металі, що дорівнює нижній межі для даної марки сталі або ще на 0,03 - 0,05% нижче, і при вмісті фосфору  $\leq 0,015\%$ . Температура металу в кінці окислення ванни повинна бути  $\geq 1610^\circ\text{C}$ . Після закінчення присадок залізної руди або продувки киснем проводиться 10-хв витримка.

### **ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗНЕВУГЛЕЦЮВАННЯ**

**Федоренко І.О., керівник ст.. викл. Безшкуренко О.Г.**

**Національна металургійна академія України**

Для виробництва сталі в сталеплавильні печі завантажують шихтові матеріали, що складаються з двох основних частин: металовмісна частина (лом, чавун, феросплави, металізованої сировини); неметалева частина (флюси - вапно, вапняк, плавиковий шпат, боксит); окислювачі - залізна руда, кисень, карбюрізатор - електродний бій, відсів коксу.

За кордоном при виробництві низьковуглецевих сталей із вмістом вуглецю менше 0,03% на етапі позапічної обробки застосовують метод вакуум-вуглецевого розкислення, при виробництві низьковуглецевих сталей зі вмістом вуглецю менше 0,01% - метод вакуум-кисневого рафінування. За останні десятиліття утвердилася нова концепція виробництва сталі, відповідно до якої сталеплавильний агрегат призначений, головним чином, для розплавлення шихти і доведення розплаву по температурі - отримання напівпродукту. Сталь із заданим складом, якістю та властивостями отримують, в основному, на агрегаті ківш-піч (УКП).

Існує дві основні технологічні схеми проведення позапічної обробки: пряма схема - ДСП-УКП-VD-МБЛЗ; зворотна схема - ДСП-VD-УКП-МБЛЗ; і ДСП-УКП-МБЛЗ (без вакуумування). Пряма схема вирішує традиційну задачу видалення газів, зворотна дозволяє максимально видалити кисень з рідкої сталі вуглець-вакуумним розкисленням і зменшити кількість феросплавів-розкислювачів і, отже, неметалевих включень. Як показали результати досліджень, кількість і морфологія неметалевих включень при різних схемах позапічної обробки ідентичні і знаходились в заданих межах. У металі без вакуумування відзначений більш високий сумарний бал силікатів і алюмінатів.

### **ВИМОГИ ДО ФУТЕРУВАННЯ СТАЛЕРОЗЛИВНИХ КОВШІВ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ**

**Андріанова К.А., керівник доц.. Анкудінов Р.В.  
Національна металургійна академія України**

Жорсткі умови експлуатації сталерозливних ковшів пред'являють комплекс вимог до робочих властивостей вогнетривів – висока стійкість до корозійного зносу, достатню термостійкість, відсутність хімічної взаємодії з компонентами металу та шлаку. При розливанні сталі у сталерозливному ковші виникають проблеми зі стійкістю їх вогнетривного футерування. Для зниження агресивного впливу шлаку на футерування необхідно контролювати вміст у шлаку MgO до межі насиченості. Вміст MgO вище насичення для даної температури може привести до гетерогенізації системи. Це зменшить рафінувальну здатність шлаку і негативно вплине на стійкість футеровки ковша. Для низько- і середньовуглецевих марок сталей добавка MgO на плавку при середній вазі шлаку 2,35 т складе 20-30 кг матеріалу, що містить 100% MgO.

Пароподібний Ca також може вступати у взаємодію з вуглецем з утворенням карбїду кальцію. При парціальному тиску  $P_{CO} = 1$  атм температура початку утворення карбїду кальцію відповідає 1817°C, що можливо при роботі електричної дуги. Високотемпературний перегрітий шлак легко проникає в пори вогнетривів, при їх утворенні при розігріві і сушінні ковша через вигоряння вуглецю вогнетрива. Можливо також їх утворення внаслідок механічного вимивання зерен периклазу циркуляційними потоками металу і шлаку.

При зниженні парціального тиску  $P_{CO}$  в процесі вакуумування до 0.1 атм карбїдоутворення протікає при більш низьких температурах - 1650°C. Початок реакцій відповідає температурі 1397°C. Обробка металу в умовах глибокого вакууму при позапічній обробці істотно знижує температуру початку взаємодії CaO шлаку з вуглецем вогнетрива.

**ВИБІР ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ КРИТЕРІЇВ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ В'ЯЗКОСТІ ШЛАКІВ ФЕРОСПЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА**  
**Єфімов В. А, керівник доц.. Надточій А.А.  
Національна металургійна академія України**

В'язкість шлаку у виробництві феросплавів робить значний вплив на швидкість і повноту відновних реакцій, визначає розмір корольків металу, що залишаються в шлаку,

полегшує відділення крапель сплаву від шлаку, і тим самим створюються сприятливі умови для інтенсифікації процесу. Отже, виявлення залежності в'язкості шлакових розплавів виплавки феросплавів від складу шлаку необхідне для вибору оптимального складу шлаку.

У більшості робіт, присвячених вивченню властивостей шлаків виробництва марганцевих феросплавів, досліджувалася їх залежність від хімічного складу, хоча чисельні значення цих величин у ряді випадків істотно відрізнялися. Експериментальне визначення комплексу властивостей шлаків є складним і трудомістким і практично нездійсненим в поточному виробництві. У зв'язку з цим актуальною є задача прогнозування цих властивостей. Залежність властивостей від складу шлаків, тобто від поєднання і співвідношення компонентів, є складною, і цим визначається трудність їх оцінки в практиці при управлінні шлаковим режимом відновної плавки. Е. В. Приходько [1], узагальнивши експериментальні та лабораторні дані, дійшов обґрунтованого висновку, що запропоновані раніше методи розрахунку в'язкості оксидних розплавів від хімічного складу розроблялися без урахування характеристик міжатомної взаємодії та ролі структури розплавів у формуванні їх властивостей. Для усунення цього недоліку по хімічному складу досліджуваних шлаків визначені інтегральні характеристики хімічного і структурного стану розплавів, до яких відносяться наступні показники: показник стехіометрії  $\rho$ , який дорівнює відношенню числа катіонів до числа аніонів, параметр  $\Delta e$ , що характеризує середньостатистичний зв'язок в напрямі катіон-аніон,  $tga$  - середньостатистичний параметр, що характеризує індивідуальність катіонної підрешітки. Вибрані критерії  $\rho$ ,  $\Delta e$  та  $tga$  дозволяють виконувати аналіз експериментальних даних по цих характеристикам, тому з використанням теоретичних основ, висловлених в [1], і експериментальних даних одержані прогнозні моделі, що дозволяють прогнозувати з достатнім ступенем точності, в'язкість шлакових розплавів в діапазоні складів феросплавних шлаків для різних температур.

Література:

1. Приходько Э.В. Физико-химическая модель структуры шлаковых расплавов / Э.В. Приходько // Сталь. – 1990. - №10. – С. 14-22.

## **ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ СТАЛІ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ ФОСФОРУ В МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВАХ**

**Попов Є.Р., керівник доц., Надточій А.А.  
Національна металургійна академія України**

Марганцеві руди України, а також феросплави, що виробляються з них, відрізняються високою концентрацією фосфору. Допустима концентрація фосфору в марганцевих феросплавах за останні роки збільшилася майже вдвічі з 0,35-0,38 до 0,5-0,6% у вуглецевих феромарганцях і з 0,25-0,35 до 0,6% - у силікомарганцю.

Зниження концентрації фосфору в марганцевих феросплавах може бути досягнуто в результаті: 1) поліпшення використання марганцю шихти при плавці феромарганцю і силікомарганцю; 2) переробки концентратів, що отримані механічним способом, на якісні малофосфористі концентрати; 3) розробки нових способів плавки, що включають дефосфорацію продуктів плавки (феромарганцю, силікомарганцю). Однак навіть при підвищенні вилучення марганцю на 10-15% вміст фосфору в сплавах знижується несуттєво, не більше, ніж на 0,05-0,07%. Тому перший шлях для цих руд ефективний лише в поєднанні зі значним підвищенням якості концентратів.

Проблема отримання феросплавів з низьким вмістом фосфору посилюється якістю марганцевих концентратів, яка постійно погіршується. Тому отримання якісних по фосфору феросплавів пов'язано з виправкою низькофосфористого передільного шлаку. Підвищення питомого вмісту фосфору (P/Mn) в марганцеворудній сировині викликає необхідність

збільшення витрат низькофосфористого шлаку для отримання феросплавів. Для зниження вмісту фосфору на 0,1% необхідно витратити до 800 кг шлаку на 1 т базового сплаву. При цьому кожні 100 кг низькофосфористого шлаку, що застосовується в шихту, знижують вилучення марганцю на 0,3-0,5%, питома витрата електроенергії зростає на 30 кВт·год/баз.т.

Це означає, що кардинальним вирішенням проблеми виплавки феросплавів з необхідним вмістом фосфору є тільки забезпечення виробництва низькофосфористою марганцевою сировиною, а також дефосфорація сплавів.

## **РІВНОВАЖНИЙ РОЗПОДІЛ ФАЗ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ ПРИ ОДЕРЖАННІ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ**

**Карягін Є.Д. , керівник доц.. Надточій А.А.  
Національна металургійна академія України**

З досліджень металургійних характеристик різного марганцевої сировини, а також шихт для виплавки марганцевих феросплавів слід, що вони легкоплавкі і температури їх плавлення (1000-1200<sup>0</sup>С) істотно нижче температури початку відновлення марганцю (1310<sup>0</sup>С). Отже, процеси шлакоутворення в технології сплавів марганцю значно випереджають за часом процеси відновлення заліза, марганцю і кремнію. Все шлаки виробництва марганцевих феросплавів в першому наближенні можна віднести до потрійній системі MnO-CaO-SiO<sub>2</sub>, так як сума цих оксидів становить 95%. Розрахунок рівноваги в системі MnO-CaO-SiO<sub>2</sub> проводили з використанням термодинамічних баз даних "HSC Chemistry 5.1". Розрахунок показав утворення наступних сполук стабільних при високих температурах: MnO, CaO·SiO<sub>2</sub>, 2MnO·SiO<sub>2</sub>, 3CaO·2SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, MnO·SiO<sub>2</sub>, 3CaO·SiO<sub>2</sub>, CaO. Розрахунки проведені при постійній температурі (1350<sup>0</sup>С) з метою більш детального аналізу впливу основності на рівноважний склад фаз.

Збільшення основності при постійній кількості оксиду марганцю в потрійній системі MnO-CaO-SiO<sub>2</sub> призводить до зниження з'єднань, що містять MnO, зокрема 2MnO·SiO<sub>2</sub> і MnO·SiO<sub>2</sub>, і призводить до збільшення вільного оксиду MnO, що має полегшувати відновлення марганцю. Збільшення основності призводить до виключення вільного оксиду SiO<sub>2</sub>, який переходить в з'єднання з CaO, такі як CaO·SiO<sub>2</sub>, 3CaO·2SiO<sub>2</sub>, а після основності 0,6 з'являються помітні кількості 3CaO·SiO<sub>2</sub>. На кривій зміни рівноважного складу фази CaO·SiO<sub>2</sub> спостерігається максимум при основності 0,6-0,7, подальше збільшення основності призводить до зниження вмісту CaO·SiO<sub>2</sub>, що в свою чергу збільшує вміст вільного оксиду MnO.

В'язкість шлаку в виробництві феросплавів істотно впливає на швидкість і повноту відновних реакцій, визначає розмір корольків металу, що залишаються в шлаку. Авторами [1] вивчені шлаки в широкому діапазоні їх значень, і визначені в'язкість даних шлаків. В'язкість шлаків вимірювали в інтервалі 1100-1450<sup>0</sup>С. Результати цих експериментів представлені на рис. 2. Для системи MnO-SiO<sub>2</sub>-CaO в досліджуваному температурному інтервалі температур мінімальну в'язкість мають шлаки, основність яких становить 0,5-0,8 (див. рис. 2), що пов'язано, швидше за все, зі з'єднанням CaO·SiO<sub>2</sub>.

Література:

1. Исследование вязкости передельного шлака бесфлюсовой плавки углеродистого ферромарганца / Н.И. Ракитина, Н.А. Туркина, А.А. Морозов [и др.] // Физикохимия и металлургия марганца : сб. науч. тр. отв. ред. Б.Н. Ласкорин. – М. : Наука, 1983. – С. 16–20.



## **ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ НАСКРІЗНЬОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ НА ОСНОВІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇЇ ОСНОВНИХ ЕТАПІВ**

**Коваленко К.Т., керівник доц. Мішалкін А.П.  
Національна металургійна академія України**

Обов'язковими етапами виробництва сталі з ультранизьким вмістом вуглецю є проведення позапічної обробки чавуну та сталевого напівпродукту. Так сучасна технологія включає обробку чавуну, що забезпечує суттєве зниження в ньому сірки, кременю та фосфору та в подальшому зниження часу проведення виплавки сталевого напівпродукту з низькими витратами флюсів. Для досягнення високих показників виплавки сталі необхідно використовувати чавун позапічної обробки з 0,010 – 0,020% фосфору, 0,03-0,05% кременю та 0,002-0,004% сірки.

В подальшому вибір методів технологічних операцій позапічної обробки напівпродукту залежить в основному від марки сталі, вмісту в ній сірки, азоту, водню та домішок кольорових металів. При цьому досить важливим фактором є порівняльний аналіз витрат на їх проведення з досягаємим ефектом.

Методом фізичного високотемпературного моделювання досліджено особливості позапічної обробки сталевого напівпродукту, отриманого в кисневому конвертері комбінованого дуття (C – 0,003; Si – 0,015; Mn – 0,010; S – 0,035; P – 0,007).

На основі отриманих результатів моделювання обґрунтовано найбільш раціональна, на нашу думку, схему виробництва низьковуглецевої сталі, що дозволяє мінімізувати негативний вплив на кінцевий результат послідовності проведення операцій позапічної обробки сталевого напівпродукту: підвищення вуглецевого потенціалу металу, що рафінується в конвертері; випуск напівпродукту з конвертера з температурою біля 1720°C; розкислення, десульфуратія та проведення мікролегування сталі титаном та ванадієм, що переходить в метал в результаті алюмотермічного відновлення з ильменитового ( $\text{FeTiO}_3$ ) та ванадієвого (40-50 %  $\text{V}_2\text{O}_5$ ) концентратів, що забезпечується термодинамічними та кінетичними умовами процесу.

## **ОБОСНОВАНИЕ ТИПА МОДИФИКАТОРОВ И РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ**

**Коткова В.А., руководитель доц. Мешалкин А.П.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Одной из основных задач на ближайшую перспективу остается совершенствование технологии внепечной обработки: раскисления, десульфурации, модифицирования и микролегирования стального полупродукта, максимально подготовленного к проведению этих процессов, т.е. иметь оперативную оценку состояния расплава по уровню окисленности, чистоте по неметаллическим включениям, газам, температуре и др. параметрам. Выбор вида и состава модификаторов обосновывается целью обработки и требуемыми служебными характеристиками готовой продукции.

Основными технологическими операциями внепечной обработки стали, обеспечивающие, по нашему мнению, получение качественной заготовки стабильности свойств металлопродукции и металлопродукции в дальнейшем являются:

1. Удаление печного шлака позволяет уменьшить окислительный потенциал наводимого ковшевого шлака и загрязненность металла оксидами, увеличить сульфидную емкость шлака и предотвратить обратный переход серы в сталь, что обеспечит повышение

2. Недопущение превышения концентрации кальция выше уровня  $2,5 \cdot [S]$  для предотвращения образования нежелательных чистых сульфидов кальция. Получить

заданную степень модифицирования включений в стали можно только с учетом содержания в ней серы, ввиду значительного сродства к ней кальция.

3. В наиболее полной степени использовать модифицирующее действие добавок за счет уменьшения возможности их окисления кислородом атмосферы. Сведение до минимума вторичного окисления металла позволяет проводить модифицирование до вакуумирования, что позволит более полно удалить включения и, соответственно, обеспечить большую чистоту металла.

4. Проведение первичного глубокого раскисления на выпуске для снижения активности кислорода до уровня не более 0,0005%.

## ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ХРОМІТУ ЗАЛІЗА

**Зикін Є.С., керівник доц. Гришин О.М.**

**Національна металургійна академія України**

Фізико-хімічні особливості відновлення хроміту заліза були предметом багатьох досліджень, але дотепер немає єдиного уявлення про термодинамічні та кінетичні закономірності процесу. В більшій мірі це стосується твердофазного відновлення, метою якого є отримання губчатих лігатур. Складність термодинамічного аналізу полягає в багатьох варіантах процесу. В залежності від умов реалізації процесу, кінцеві продукти відновлення можуть мати різний фазовий та хімічний склад.

Хроміт заліза має складну кристалографічну структуру і не менш складну структуру хімічних зв'язків всередині молекули. В літературі відсутні достовірні дані про закономірності зміни кристалографічних характеристик шпінелі в процесі її відновлення. Це також ускладнює термодинамічний аналіз процесу її відновлення. За результатами наших досліджень, а також даних інших робіт, при спільному відновленні окислів заліза та хрому, або хроміту заліза, можливо первинне видалення кисню, зв'язаного з залізом. Однак, достатня близькість температур початку відновлення створює умови для паралельного відновлення заліза та хрому із складної оксидної сполуки [1].

При відновленні хроміту заліза чітка стадійність процесу втрачається, що обумовлено складністю хімічних зв'язків у молекулі  $\text{Cr}_2\text{FeO}_4$ . Отримані нами термодинамічні дані свідчать про дуже близьку ймовірність отримання на першій стадії, як чистого заліза, так і  $\text{Fe}_3\text{C}$ . На підтвердження карбиду свідчить і наявність в шихті вільного вуглецю. Відновлювальні якості  $\text{C}_{\text{ТВ}}$  та  $\text{Fe}_3\text{C}$  по відношенню до різних оксидів дуже близькі. Виходячи зі сказаного, можна припустити, що утворене  $\text{Fe}_{\text{мет}}$  проходить процес утворення розчину  $\text{Fe} - \text{C}$ , який досягає найвищого значення, перетворюється в карбід  $\text{Fe}_3\text{C}$  за реакцією:  $\text{Fe}_{\text{нас.С}} + \text{C} = \text{Fe}_3\text{C}$ , яка термодинамічно дозволена вище  $\sim 1063\text{K}$ . Таким чином, на початковій стадії відновлення в аналізованій системі, крім вихідних компонентів шихти, можуть утворюватися  $\text{Fe}$  і  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Цементит, що утворюється, може брати участь у процесі відновлення через реакцію газифікації практично рівноправно з вільним вуглецем, але строго термодинамічно в області підвищених температур більш переважним є  $\text{C}_{\text{ТВ}}$ . Разом з тим, реальний процес не можна звести до кількох окремих реакцій, не беручи до уваги формування та участь у процесі спільних карбідів. На початку відновлення хрому, в системі, крім оксидної фази і вуглецю, присутні  $\text{Fe}_{\text{нас.С}}$  і / або  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Надалі процес може розвиватися за трьома гіпотетичними схемам:

а) утворюються атоми хрому, які розчиняються в  $\text{Fe}_{\text{нас.С}}$ , в результаті формується сумісний металевий розчин;

б) атоми хрому за механізмом заміщення легують цементит, що утворює фазу  $\text{M}_3\text{C}$ ;

в) відновлені атоми хрому взаємодіють з вуглецем, утворюючи наступні карбіди  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6 \rightarrow \text{Cr}_7\text{C}_3 \rightarrow \text{Cr}_3\text{C}_2$ , які можуть розчинювати атоми заліза (на різних стадіях). Хром є більш

сильним карбідоутворюючим елементом і більш вірогідно, що на базі карбіду хрому утворюється карбід  $(Cr, Fe)_n C_m$ .

Не можна виключати також варіант паралельної реалізації зазначених схем.

Дефіцит вуглецю при відновленні  $Cr_2FeO_4$  змінює термодинамічну схему процесу. На певній стадії процесу, коли вуглець повністю витрачається, функції твердого відновника переходять до карбіду  $(Cr, Fe)_3 C_2$ .

Література:

1. Разработка технологических основ энергосберегающего процесса получения хромистых лигатур в тв. состоянии с использованием техногенных отходов промышленных предприятий Украины // Отчет по НИР.- Днепропетровск, ГМетАУ, 1997.-37с.

### **ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ОКАТИШІВ НА ЇХ ВІДНОВЛЮВАНІСТЬ** **Зимовець Б.І., керівник доц. Колбін М.О.** **Національна металургійна академія України**

Відновлюваність є однією з найголовніших металургійних властивостей окатишів. Тому вивчення впливу параметрів їх виробництва на відновлюваність є дуже актуальним. Як відомо окатиші виробляються на випалювальних машинах. В такому разі параметрами виробництва можуть бути: зовнішні – температура, витрата газу, хімічний склад газу; та внутрішні – хімічний склад окатишів, пористість та інше. Слід зазначити, що це розподілення досить умовне тому, що внутрішні визначають зовнішні і навпаки.

Параметри виробництва головним чином впливають на внутрішні властивості окатишів, які і визначають відновлюваність. Як відомо, температура випалу окатишів складає  $1200-1350^{\circ}C$ , і головна мета випалу – це підвищення міцності окатишів. При цьому температура не повинна бути більшою, ніж  $1320-1350^{\circ}C$ , інакше станеться оплавлення окатишів і зварювання їх у великі брили. Вона також не повинна бути меншою  $1200^{\circ}C$ , бо це призведе до зниження міцності окатишів. Як бачимо, температурний інтервал виробництва окатишів досить вузький, тому температура не може бути суттєвим чинником, що впливає на відновлюваність окатишів. Її вплив досить суперечливий, тому що вона націлена на підвищення міцності, а це знижує відновлюваність окатишів.

Іноді до шихти підмішують вугілля або коксову дрібноту. При обпалі таких окатишів утворюється відновлювальна атмосфера. Значна частка заліза в таких умовах відновлюється до металу, таки окатиші містять до 40% металічного заліза. Інколи окатиші роблять двошаровими, тобто усередину закатують вугілля, яке залишається в ньому на протязі всього періоду обпалу, і готовий окатиш містить усередині вже готовий відновник, що сприяє поліпшенню їх відновлюваності. Заслугує на увагу і можливість підвищити відновлюваність, якщо обкатування робити у відновній атмосфері. Тоді при утворенні закритих пор в них буде також газ-відновник, що сприятиме відновлюваності.

При інших рівних умовах основний вплив на відновлюваність окатишів мають внутрішні чинники, зокрема, хімічний склад, який обумовлює створення добре відновлюваних сполук, або створюють в окатиша умови, які підвищують його відновлюваність.

### **ЗМІНЕННЯ МІЦНОСТІ ОКАТИШІВ ПРИ ГАЗОВОМУ ВІДНОВЛЕННІ ШАРУ** **ЗАЛІЗОРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ** **Третньов В. Д., керівник доц. Колбін М.О.** **Національна металургійна академія України**

Процес відновлення ускладнюється рядом явищ, що безпосередньо впливають на кінетику та властивості одержуваного продукту. До них варто віднести і явища втрати

міцності продукту, що супроводжується іноді аномальним збільшенням розміру окатишів, що може привести до порушення ходу процесу одержання металізованого продукту. Залізорудні окатиші в процесі їхньої металізації піддаються одночасному впливу високих температур, динамічним і статичним навантаженням, і тому повинні мати необхідну суму властивостей, що протистоять зазначеним впливам. Найпоширеніші методи оцінки механічних властивостей окатишів по визначенню опору статичним навантаженням. Ці методи незручні при визначенні максимально припустимих навантажень, оскільки пов'язані з необоротною зміною структури окатиша, тобто з їхнім руйнуванням. І тим більше ці методи не придатні при вивченні зміни міцності по ходу відновлювального процесу. Безупинно вдається простежити за іншою характеристикою, безпосередньо пов'язаною з міцністю на стискання - зміна обсягу зразка. У даній роботі було показано, що зміна об'єму окатишів й їхньої міцності зв'язані пропорційно. Для виміру обсягу окатишів був використаний метод зважування в ртуті.

Роботи, пов'язані зі зміною міцності окатишів по ходу відновлювального процесу, становлять істотний інтерес, оскільки дозволяють визначити стадію, що лімітує руйнування матеріалу. І тим більше важливі такі дослідження при вивченні процесу відновлення в умовах шару, а не з одиничним зразком, оскільки в промисловості абсолютна більшість процесів відбуваються у шарі матеріалів. Дослідження структури відновлювального процесу показало, що у шарі, залежно від температурних умов, утворюється кілька реакційних зон, які просуваються з різними швидкостями, і найповільнішою ланкою є зона переходу вуглецю в залізо.

Експерименти з визначення зміни об'єму поодиноких окатишів залежно від ступеня відновлення зразка показали, що найбільша зміна розміру при відновленні воднем не перевищують припустимої величини для використання їх у шахтних печах (не більше 20%); добавки СаО та кремнезему знижують набухаємість окатишів, особливо сильний вплив мають добавки СаО. Відзначено різке падіння міцності на стадії відновлення гематит-магнетит, а мінімальне її значення - при ступеню відновлення 20-40%. На заключних стадіях процесу відновлення після появи металевого заліза відбувається зменшення обсягу окатишів у результаті спікання заліза і при цьому відбувається збільшення міцності окатишів.

Стосовно процесів, що відбуваються у шарі, отримані дані інтерпретуються у такий спосіб. Нижні окатиші піддаються більшим статичним навантаженням за рахунок тиску маси верхнього шару окатишів. Оскільки мінімальна міцність окатишів спостерігається на ступеню гематит-магнетит, а в умовах шару при процесі, що лімітується потоком відновлювального газу, відбувається поділ ступенів відновлення у просторі, необхідно організувати процес таким чином, щоб ступінь гематит-магнетит розташовувалася на верхніх горизонтах відновлювального агрегату. Також одним зі способів зменшення набухаємість окатишів є використання магнетитових окатишів.

## **ЗАСТОСУВАННЯ РЕАГЕНТНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ ОБОРОТНОЇ ВОДИ ПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА ВІД СПОЛУК ЖЕЛЕЗА, ЗАВИСЛИХ ЧАСТОК ТА НАФТОПРОДУКТІВ**

**Рудько Н. А., Луценко С.М., керівник доц. Щеглова І.С.  
Національна металургійна академія України**

Створення безстічних систем водопостачання в промисловості - найбільш перспективний напрямок, що дозволяє знизити норми водоспоживання і виключити потрапляння забруднених стоків у природні водойми.

Метою даних досліджень є розробка технології реагентної обробки технічної води, спрямованої на зменшення вмісту у воді сполук заліза, завислих часток і нафтопродуктів до рівня ГДК. Найчастіше для очищення великих обсягів технічної води від іонів металів,

завислих часток і нафтопродуктів використовують гідролізні коагулянти і флокулянти, які сприяють ефективному видаленню домішок у вигляді важко розчинних осадів.

У лабораторних умовах були досліджені нові неорганічні коагулянти, що містять сполуки алюмінію (товарні назви Pro-aqua 18, ПОЛВАК 68, Pro-aqua SB, а також сульфат алюмінію) в комбінації з флокулянтом - аніонним полімером AN-913. Були визначені оптимальні концентрації реагентів, умови введення в оборотну воду, розроблені рекомендації щодо встановлення додаткового обладнання для здійснення реагентної обробки води і подальшого видалення осадів домішок.

Стічні води для лабораторних випробувань відбирали перед вторинними горизонтальними відстійниками системи водоочищення прокатних станів. Умови пробного коагулювання включали такі етапи 1) холосте перемішування (2 хв., 200 об/хв); 2) введення коагулянту, перемішування 30 сек., 200 об/хв; 3) введення флокулянта, перемішування 60 сек., 200 об/хв; 4) повільне перемішування 5 хв., 40 об / хв; 5) відстоювання 30 хв.; 6) аналіз вмісту домішок у воді.

Найбільш високий ступінь очищення води від домішок заліза і нафтопродуктів був встановлений при використанні: 1) коагулянту оксихлорида алюмінію Pro-aqua-18 (20 мг/л) і флокулянта AN 913 (0,5÷1,0 мг / л); 2) коагулянту сульфату алюмінію (20 мг/л) і флокулянта AN 913 (0,5÷1,0 мг/л). Використання цих реагентів забезпечує видалення 95÷99% сполук заліза, близько 95% зважених речовин і 80÷87% нафтопродуктів. Встановлено, що додавання до оборотній воді цих реагентів не призводить до зміни її лужності і рН. Для проведення виробничих випробувань в якості коагулянту рекомендований реагент Pro-AQUA-18, як більш зручний продукт з точки зору технології обробки води (зберігання і дозування). Як флокулянт рекомендований аніонний полімер AN 913.

Використання реагентної обробки оборотної промислової води дозволяє: довести якість зворотному технічної води до санітарних норм, припинити скидання забруднених стоків у природні водойми, скоротити витрати свіжої води на підживлення оборотних циклів, повторно використовувати на виробництві сполуки заліза, вилучені з оборотної води (десятки тонн на добу в залежності від обсягу прокатного виробництва).

Запропоновані для обробки технічної води реагенти не погіршують якості води і в рекомендованих концентраціях екологічно безпечні.

## **КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ НИТРИДООБРАЗОВАНИЯ В Cr – Mn – N-АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЯХ**

**Фединчик А.Н., руководитель доц. Исаева Л.Е.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Оптимизация условий упрочнения Cr – Mn – N - аустенитных сталей, позволяющая увеличить коэффициент полезного действия, надежность и долговечность энергоблоков тепловой и атомной энергетики, возможна в условиях работы при повышенных температурах (до 650° С) и давлении пара (до 350 МПа). Для этого необходимы стали с высоким уровнем длительной прочности и низкой ползучестью, а для запорно-регулирующей арматуры дополнительно с высокой кавитационной и коррозионной стойкостью. При этом стали должны иметь достаточно низкую себестоимость легирования и производиться стандартными металлургическими технологиями в условиях открытой плавки, прокатки,ковки, литья. Эти стали с дисперсионным карбидным, нитридным или интерметаллидным упрочнением обеспечивают высокую теплостойкость и низкую ползучесть при требуемом уровне коррозионной стойкости.

В настоящей работе для создания таких сталей нужны сведения о результатах кинетической зависимости образования нитридов. Состав исследованной стали 17X15ГАФ

содержал (мас.%): 0,17C; 0,08Si; 18,97Mn; 14,89Cr; 0,223N; 0,320V; 0,045Al; 0,011S; 0,013P. В связи с тем, что на основе современных представлений невозможно рассчитать комплексное влияние феррито- и аустенитообразующих элементов на структуру  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фаз в Cr–Mn–N–V-сталей в литом, горячекатаном и термообработанном состоянии, необходимо было, кроме определения химического состава нитридных фаз, знать скорость их образования в интервале 1200–700°C.

Результаты определения кинетических зависимостей нитридообразования, в виде скорости образования нитридов в единицу времени ( $V=dC/dt$ ) при различных температурах показали, что значения максимальных скоростей образования  $V_{VN}=0,0108$  г/ч при 900°C;  $V_{AIN}=0,0023$  г/ч при 1200°C и суммарного связывания азота в нитриды  $V_N=0,0025$  г/ч при 1000°C, являются определяющими при оптимизации условий дисперсионного нитридного упрочнения. В других сталях, значения максимальных скоростей и температур образования нитридов определяются их химическими составами.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИТРИДОВ ТИТАНА И КАРБОНИТРИДОВ НИОБИЯ НА КАЧЕСТВО ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ**

**Дворковой О. И., руководитель доц. Исаева Л.Е.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Достаточно актуальной проблемой развития высокотемпературных ядерных энергетических установок является необходимость повышения жаропрочности конструкционных материалов активной зоны реактора. Это вызвано тем, что термическая ползучесть в сочетании с радиационными эффектами в материалах оболочек тепловыделяющих элементов и сборок приводят к необратимым деформациям и формоизменениям, тем самым уменьшая ресурс эксплуатации активной зоны и технико-экономические показатели ядерных энергетических установок. Основными конструкционными материалами оболочек тепловыделяющих элементов и сборок реакторов с газовым и жидкометаллическим теплоносителем являются радиационно-стойкие хромоникелевые стали аустенитного класса. Эти стали, обладая приемлемым уровнем радиационных свойств при рабочих температурах 500-550°C, имеют недостаточное сопротивление ползучести.

Одним из методов повышения сопротивления ползучести сталей аустенитного класса является введение второй высокодисперсной фазы. При этом частицы второй фазы должны быть устойчивы против коагуляции. Основными высокодисперсными фазами, применяемыми для упрочнения аустенитных сталей, являются окислы редкоземельных элементов, нитриды титана и карбонитриды ниобия.

Высокая прочность этих сталей достигается термомеханической обработкой, при которой обеспечивается оптимальное выделение нитридов титана или карбонитридов ниобия в объеме металла. Поскольку нитрид титана имеет большую энергию образования и более устойчив, чем другие дисперсные выделения в аустенитных сталях, комплексное легирование титаном и азотом более предпочтительно с точки зрения повышения жаропрочности, чем использование карбонитридов ниобия.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ФЕРРИТООБРАЗОВАНИЯ В ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОФЛЮСОВАННЫХ СМЕСЯХ**

**Киричок В.С., руководитель доц. Бабенко А.В.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Процесс ферритообразования, основанный на взаимодействии оксидов железа и кальция, является неотъемлемой составной частью реакций, протекающих при спекании

офлюсованного железорудного сир'я. Кількість ферритної складової в мікроструктурі агломерата закономірно збільшується з ростом його основності. В відповідності з існуючими представленнями про склад ферритів в багатій залізом частині системи  $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$ , відомим стійким зв'язком є однокальцієвий феррит.

Відзначаючи позитивний вплив ферритоутворення на процес спекання офлюсованного сир'я, дослідники зазвичай використовували синтетичні ферритні суміші, які спеціально додавали в аглошихту для інтенсифікації процесу її спекання. Склад цих сумішей також відповідав однокальцієвому ферриту.

Дослідження особливостей відновлення ферритів різної морфології показали, що призматичний (пластинчастий) феррит має більш низьку відновимість, ніж игольчатий або мелкокристалічний. Високу відновимість игольчатих ферритів зв'язують з їх морфологією і достатньою газопроникністю. Взаємозв'язок різних форм кристалізації игольчатих і табличчастих ферритів обумовлюється різним витратом теплоти і ступенем оплавленості ділянок, в яких вони утворюються. При спеканні з низьким витратом теплоти игольчасті феррити не розкладаються, щільна структура не утворюється, тому агломерат має високу відновимість. При високому витраті теплоти феррити плавляться, розподіл теплоти вирівнюється по об'єму, в результаті відбувається часткове плавлення і утворюється щільна спекана структура на силікатній зв'язці з окремими кристалами ферритів табличчастої форми.

*ПІДСЕКЦІЯ «ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО»*

### **ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ЧАВУННИХ КУЛЬ**

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

**Національна металургійна академія України**

Метою дослідження було визначення комплексу модифікувальних елементів для одержання високоміцного чавуну з підвищеною ударостійкістю.

Експериментальні плавки проводили в індукційній печі з кислотою футеровкою, вага шихти 40 кг. Після розплавлення шихти потужність печі знижували до 30-40% від максимальної, зчищували шлак періоду плавлення, вимірювали температуру та вводили гафній у вигляді гафнієвої лігатури такого складу, мас. %: гафній 90, залізо решта. Модифікування робили таким чином: модифікувальні елементи (церій, лантан) вводили у ківш перед випуском металу у вигляді лантан-церієвої лігатури такого складу, мас. %: лантан 8...10; церій 10...15; вуглець 0,3...0,5; кальцій 0,4...0,5; кремній 40...45; залізо решта. При температурі  $1500 \pm 5^\circ\text{C}$  чавун випускали у ківш з необхідною наважкою модифікаторів та при досягненні температури  $1330...1340^\circ\text{C}$  заливали у ковпачні форми. Виливки мали розміри: 1) куля діаметром 60 мм, 2) циліндр діаметром 50 мм та висотою 200 мм. З цих виливків вирізали зразки для хімічного аналізу, металографічних досліджень, випробування межі міцності при розтягу та ударостійкості. Випробування межі міцності при розтягу проводили за стандартним методом. Випробування ударостійкості проводили за кількістю ударів до руйнування литої кулі при падінні її з висоти 6 м.

В результаті проведених досліджень обраний модифікувальний комплекс значно поліпшує структуру та фізико-механічні властивості чавуну: збільшується дисперсність перліту з ПД1,0 до ПД0,5 та ПД0,3, ударостійкість досягає 25-29 разів, а міцність  $\sigma_B^{600}$  – 735-760 МПа.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕРИЯ НА СТРУКТУРУ ЧУГУНА**

**Щепакин Д.А., руководитель проф. Иванова Л.Х.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Модифицирование является одним из способов повышения качества отливок.

Целью работы было исследование структурных изменений в чугуне после модифицирования расплава церием.

Образец из немодифицированного базового чугуна после кристаллизации со скоростью охлаждения 5,5 град/с имел структуру доэвтектического белого чугуна: дендриты аустенита были окружены ледебуритной эвтектикой сотового типа с микротвердостью  $H_{50} 7512$  МПа. Эвтектоидное превращение аустенита проходило с образованием троостита, микротвердость которого была 3883 МПа, редко встречались участки пластинчатого перлита. Превращение ледебуритного аустенита чаще проходило с разделением фаз, цементит наслаивался на эвтектическом, феррит выделялся отдельно.

При модифицировании чугуна церием в пределах исследованных концентраций (0,113...0,948%) были получены белые чугуны, в матрице которых количество перлита возрастало от 66,4 до 72,5%. В чугуне с содержанием церия 0,113% в сравнении с базовым чугуном возросло количество аустенита и снизилось количество ледебурита (30,6%), а также его микротвердость до 6992 МПа. При эвтектоидном превращении образовывался перлит с более низкой микротвердостью  $H_{50} 3790$  МПа. При повышении церия до 0,208 и 0,392% при кристаллизации большая часть жидкости превращалась в аустенит, количество которого достигало 68,0%. Оставшаяся часть жидкости претерпевала эвтектическое превращение с образованием тонкого ледебурита и участков с конгломератной структурой. Эвтектоидное превращение проходило в основном с образованием тонкодифференцированного перлита (троостита) с микротвердостью 4280 МПа. Следует отметить, что при концентрациях 0,113...0,392% в ледебуритных колониях встречался аномальный феррит. При содержаниях церия 0,651 и 0,948% кристаллизация ледебурита в чугуне полностью подавлялась, эвтектическое превращение проходило с разделением фаз. Микротвердость карбидов достигала максимальных значений – 9463 и 9571 МПа, соответственно. При эвтектоидном превращении образовывался троостит с микротвердостью 4373 МПа.

Итак, критическое содержание церия, обеспечивавшее максимальное количество карбидов (без учета карбидов в ледебурите сотового типа), было получено при остаточном содержании церия 0,651%.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ НА ЇХ ЯКІСТЬ**

**Москаленко А.О., керівник проф.Іванова Л.Х.**

**Національна металургійна академія України**

Значна частина валків при експлуатації виходить з ладу передчасно по уламкам, що пояснюється низькою міцністю матеріалу, з якого вони виготовлені.

Метою роботи був аналіз основних розробок по тепловому обробленню чавунних виливків.

Показано, що теплове оброблення виливків можна робити як по повному режим, так і з гарячого посаду в умовах ливарного цеху. Наприклад, в результаті подвійного відпалу виливків по повному режиму дослідили значні структурні зміни в металевій матриці та підвищення фізико-механічних властивостей чавуну на 8...95%. Крім того, такий відпал сприяв зниженню залишкових напружень на 87...90%. Режим відновлювального теплового оброблення виливків дозволив подовжити термін їх роботи на 30...55% за рахунок збільшення властивостей та зменшення напружень. Теплове оброблення з гарячого посаду



випадків за рахунок термоцикування сприяло підвищенню службових та механічних властивостей на 16...73%. В результаті циклічного відпалу службові характеристики (зносостійкість та термостійкість) збільшувалися в 2,3 рази, а міцність  $\sigma_B^{\text{внг}}$  – на 16%, міцність  $\sigma_B^p$  на 40%, а величина залишкових напружень зменшувалася на  $\approx 78\%$ .

### **ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ**

**Лутченко Я.В., керівник проф. Іванова Л.Х.**  
**Національна металургійна академія України**

Найбільш сутнім поліпшенням якості чавунних виливків є поліпшення фізико-механічних властивостей їх матеріалу в результаті комплексного легування та модифікування розплаву, наприклад лігатурою, що містить РЗМ, кремній, титан та мідь.

Вибір оптимального складу лігатури здійснювали з використанням методу математичного планування експерименту. Для реалізації задачі, що пов'язує показники фізико-механічних властивостей чавуну з вмістом обраних хімічних елементів в лігатурі, використовували планування експерименту за типом 4 x 4 латинського квадрату, досліди в комірках якого ставили в випадковому порядку. Якість чавуну оцінювали за 3 параметрами:  $u_1$  – частка графітних включень вермикулярної форми у загальній кількості графіту ВГ, %;  $u_2$  – кількість фериту в мікроструктурі чавуну Ф, %;  $u_3$  – модуль пружності чавуну Е, МПа. Особливості модифікувального впливу лігатури вивчали в лабораторних умовах на технічних чавунах, які плавили в силітовій печі. Як модифікатори використовували лігатури, одержані сплавленням лігатури з РЗМ на залізкремністій основі з індивідуальними РЗМ, феротитаном, міддю та карбонільним залізом. Після розплавлення та доводки за хімічним складом чавун перегрівали до температури  $1450 \pm 10^\circ\text{C}$ , після чого піч відключали та при досягненні необхідної температури чавун модифікували в печі методом примусового занурення лігатури. Після модифікування розплав випускали й заливали форми діаметром 15...25 та висотою 130...150 мм. З одержаних виливків вирізали зразки для хімічного аналізу та визначення фізико-механічних властивостей.

Проведеним експериментом встановлено, що до оптимальних параметрів лігатури слід віднести вміст РЗМ – 15, кремнію 15, титану 20 та міді 25%, за яких комплексний показник якості чавуну має максимальне значення 0,92, що у 2,4...2,5 разів перевищує його у вихідних чавунах.

### **РОЗРОБКА СПОСОБУ ЛИТТЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ**

**Терехін І.В., керівник проф. Іванова Л.Х.**  
**Національна металургійна академія України**

Метою досліджень була задача підвищити здатність до зняття напруг при релаксаційному відпалюванні чавунних прокатних валків.

Спосіб лиття складається з двох стадій. Технологію первинного модифікування здійснювали механічною сумішшю з комплексного модифікатора на основі рідкісноземельних елементів та гадолінієвого концентрату у співвідношенні 10:1 у розливному ковші при витраті суміші у кількості 0,55-0,77 мас. %. Вторинне модифікування здійснювали феросиліцієм при його витраті 0,2-0,4 мас.% на струмені чавуну при заливанні форми з чавуном. Випробовування здатності до зняття напруг при релаксаційному відпалі проводили за допомогою спеціального пристрою на трьох зразках-балках рівного опору, вирізаних по глибині робочого шару валків при їх механічному обробленні. Релаксаційне відпалювання проводили за таким режимом: нагрівання зі швидкістю 25 град/год до  $550 \pm 5^\circ\text{C}$ , витримка 1 год, охолодження зі швидкістю 25 град/год

до 20°C. Вимір деформацій до та після відпалювання проводили за допомогою індикатора часового типу з ціною поділки 0,01 мм.

Аналіз проведених експериментів показав, що здатність до зняття напруг при релаксаційному відпалі матеріалу робочого шару дослідного прокатного валка підвищилася на 18,6-23,5%.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ЛИТТЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ**

**Ніколаєнко О.А., керівник проф. Іванова Л.Х.**

**Національна металургійна академія України**

Метою досліджень була задача підвищити якість чавунних прокатних валків.

Спосіб лиття складається з двох стадій. Технологія первинного модифікування здійснюється комплексним модифікатором на основі рідкісноземельних елементів у розливному ковші при витраті його у кількості 0,5-0,7 мас. %. Серією лабораторних досліджень було встановлено, що для одержання необхідного підвищеного рівня міцності серцевини прокатного валка необхідно додати у сплав, мас. %: кремнію 0,87-1,12; магнію 0,012-0,016. Тому вторинне модифікування здійснюється при заливанні валкової форми з чавуном механічною сумішшю з феросиліцію та модифікатору для виливків із чавуну на основі магнію, кремнію та заліза марки КМг2 ДСТУ 3362-96 у співвідношенні 1:1 на струмені металу при витраті суміші у кількості 0,6-0,8% від маси розплаву, до дозволило підвищити рівень міцності при вигині  $\sigma_{\text{виг}}$  на 3-5% .

### **ВПЛИВ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ АЛЮМІНІЄВИХ ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ**

**Фролов Є.О., керівник доц. Доценко Ю.В.**

**Національна металургійна академія України**

При плавці алюмінієвих сплавів особливо шкідлива взаємодія розплаву з парами води, тому що вона сприяє одночасному забрудненню їх оксидами і воднем. Для запобігання цього вживають заходи по видаленню вологи з футеровки плавильних печей і різних розливальних пристроїв, флюсів що рафінують і модифікують, покривних флюсів, фарбують плавильно - розливальний інструмент; очищають і сушать шихтові матеріали. Однак як би ретельно не проводилася плавка на повітрі, алюмінієві розплави завжди виявляються забрудненими оксидами, нітридами, воднем, включеннями шлаку і флюсу.

Неметалеві включення присутні в алюмінієвих розплавах як у виді нерівномірно розподілених по об'єму макроскопічних великих часток і плин, так і у виді тонкодисперсних суспензій, розподілених по об'єму відносно рівномірно.

Великі неметалеві включення і плівки з локальним характером розподілу найбільш шкідливі, тому що в місцях їхнього перебування послаблюється перетин вилівка, утворюються несплошності, що приводять до появи течі, корозії, знижуються пластичні властивості сплавів. Ці включення, будучи концентраторами напруг, сприяють розтріскуванню виливків. У злитках великі включення і плівки є центрами утворення розшарувань при пластичній деформації. Тонкодисперсні неметалеві включення впливають на структуру виливків і полегшують утворення газових міхурів при охолодженні газонасичених розплавів.

## **ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНИХ ПОРОШКІВ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ**

**Гопчук М.І., керівник доц. Доценко Ю.В.  
Національна металургійна академія України**

У зв'язку зі структурними особливостями литих сплавів системи алюміній-кремній - грубими крихкими включеннями кремнію та інтерметалідних фаз - міцнісні характеристики силумінів невисокі, особливо низьке значення відносного подовження. Для поліпшення структури і механічних властивостей ливарних промислових сплавів алюмінію регулюють режими плавки і литва, умови кристалізації виливків (литво в піщані і металеві форми, під тиском і т.д.). Але найбільш дієвим чинником, що визначає сприятливе структуроутворення силумінів, залишається модифікування, тобто подрібнення структури за рахунок введення в розплав перед його заливкою малих добавок модифікуючих елементів.

У сучасному ливарному виробництві з'являються нові типи модифікаторів алюмінієвих сплавів: разом з широким застосуванням солей лужних металів почали використовувати перехідні метали. Застосування тугоплавких композицій в якості модифікаторів алюмінієвих сплавів дозволяє одержати новий тип литої структури з дрібним зерном, який характеризується підвищеними механічними властивостями.

В даний час велика увага приділяється застосуванню ультрадисперсних порошоків (УДП) хімічних сполук. Розмір частинок УДП не перевищує 100 нм, унаслідок чого їх часто називають нанопорошками (НП). Особливістю таких частинок є сумірність кількості атомів, що знаходяться в поверхневому шарі, кількості атомів, що містяться в їх об'ємі. В результаті цього вони володіють унікальними фізико-хімічними і механічними властивостями, що істотно відрізняються від властивостей матеріалів того ж хімічного складу в масивному стані, які можуть певною мірою впливати на якість одержуваних з них або з їх участю виробів.

## **ВПЛИВ УМОВ ПЛАВКИ Й РАФІНУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ**

**Асмолов К.І., керівник доц. Доценко Ю.В.  
Національна металургійна академія України**

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.

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЛИТИХ ЮВЕЛІРНИХ ВИРОБІВ** **Асмолов А.І., керівник доц. Доценко Ю.В.** **Національна металургійна академія України**

В даний час литі ювелірні вироби одержують двома методами: перший литтям у гіпсо-тридимітові суміші, і другий - метод ручної обробки металу. Метод лиття в тридимітові суміші має ряд переваг, таких як висока швидкість виготовлення ювелірних виливків, якість одержаної поверхні, геометрична складність виробу, дозволяє одержувати виливки з мінімальними витратами на механічну обробку. Однак у виді того що залягання природного кристобаліту, який використовують у формувальних сумішах має досить високу вартість, що стримує подальший розвиток ювелірного лиття.

Використання в якості формувальної маси кремнезему робить більш дешевим процес виготовлення виливків. Однак висока швидкість схоплювання формувальної маси приводить до необхідності застосування сповільнювачів. Як сповільнювачі використовують кислоти, такі як фосфорна, соляна, щавлева, борна, що приводить до погіршення санітарно - гігієнічних умов роботи в цеху.

З аналізу технологічних особливостей виготовлення ювелірних виливків, впливає, що основну увагу при рішенні проблеми одержання якісних виливків необхідно зосередити на наступних трьох положеннях.

Перше - визначити оптимальні умови для виготовлення ювелірних виливків, потім необхідно з'ясувати вплив різних матеріалів і методів формоутворення, завершальним етапом є розробка методу компенсації деформаційно-усадкових явищ у технологічному ланцюзі одержання виливків. Найбільш важливим критерієм при оцінці якості виливків є ступінь розмірної точності, що досягається на різних етапах їхнього виготовлення. Існує визначений комплекс матеріалів, які використовують для відповідних виливків. Підбор матеріалів для виготовлення виливків повинний бути зроблений так, щоб розмірні зміни виливки цілком компенсувалися комплексом з допоміжних матеріалів.

## **ОЦЕНКА ТЕКУЧЕСТИ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ** **Матюха М.В., Бушейко Я.В., керівник проф. Реп'ях С.І., к.т.н. Усенко Р.В.** **Національна металургійна академія України**

Для оценки состояния формовочных смесей разработана методика оценки их текучести - одного из основных технологических параметров.

Опробование разработанной методики проведено на смеси воды и песка Вольногорского месторождения марки 2К3О1016 с содержанием глины менее 0,2% по массе.

Установлено, что в соответствии с разработанной методикой сухой песок содержит воды  $mH_2O \leq 0,19\%$  (по массе), влажный песок -  $0,19\% < mH_2O < 0,24\%$ , мокрый песок -  $mH_2O \geq 0,24\%$ .

## **ЩО ДО РОЗРАХУНКУ РОЗМІРІВ РОБОЧИХ ПОРОЖНИН ПРЕС-ФОРМ У ЛИТВІ** **ЗА ВИТОПЛЮВАНИМИ МОДЕЛЯМИ** **Бельгольський А. С., Бічевнік І. В., керівник проф. Реп'ях С.І., к.т.н. Усенко Р.В.** **Національна металургійна академія України**

За результатами дилатометричних досліджень золо-кварцових керамічних оболонкових форм (КО), що виготовлені на основі рідкого скла та просочені водними розчинами солей з кислотними властивостями, уточнили формулу для розрахунку розмірів робочих порожнин прес-форм у яких виготовляють витоплювані моделі виливків:

$$l_{ПФ} = l_H [1 + 0,01(\alpha_M + \alpha_{КО} + \alpha_O + \alpha_{ВКО})] \pm \Delta \pm \Delta^I,$$

де  $l_H$  – креслярський (номінальний) розмір деталі, мм;  $\Delta$  – допуск на розмір, мм;  $\Delta^I$  – допуск на виготовлення прес-форми, мм;  $\alpha_M$  – лінійна усадка витоплюваної моделі при затвердінні та охолодженні від температури запресування модельного скелду до  $19 \pm 1$  °С, %;  $\alpha_{КО}$  – лінійне розширення КО при нагріванні від 20 °С до температури, при якій вона заливається рідким металом, %;  $\alpha_O$  – лінійна усадка сплаву вилівка, %;  $\alpha_{ВКО}$  – лінійна усадка КО при витоплюванні з неї модельного складу, %.

При просоченні КО сірчаноокислим алюмінієм  $\alpha_{ВКО} = 0,22 \dots 0,23$  %, при просоченні хлористим кальцієм -  $\alpha_{ВКО} = 0,25 \dots 0,26$  %.

### О НАСЫПНОЙ И КАЖУЩЕЙСЯ ПЛОТНОСТИ ПЕСКА

Логвиненко Д.О., Костикова К.І., керівник проф. Реп'ях С.І., к.т.н. Усенко Р.В.  
Національна металургійна академія України

Определена удельная насыпная и кажущаяся плотности песка Вольногорского месторождения марки 2К3О1016 с содержанием глины менее 0,2% и воды до 0,1% по массе.

Удельную кажущуюся плотность определяли после вибрационного уплотнения песка в насыпном состоянии. Помимо этого, проводили определение данных параметров в зависимости от массового ( $m_1$ ) содержания в песке жидкого стекла (после плакирования песчинок).

Результаты исследований представлены в виде зависимостей на рис. 1.

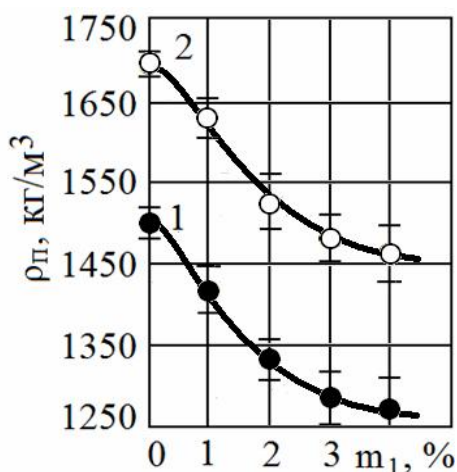


Рисунок 1 - Зависимости насыпной (1) и кажущейся (2) плотности песка от массы жидкого стекла, использованного для его плакирования

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛЮМОФОСФАТНИХ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ З ПИЛОПОДІБНИМИ ВІДХОДАМИ

Хоменко Д.О., керівник доц. Мазорчук В.Ф.  
Національна металургійна академія України

Визначенні фізико-хімічні характеристики пилоподібних відходів, а саме пилу газоочистки плавки нормального електрокорунду (Поле 2). При використанні чистого матеріалу  $Al_2O_3$ , для забезпечення хімічної реакції та надання технологічної міцності використовують від 3 до 5%. У нашому випадку враховуючи хімічний склад відходу досліджували властивості суміші з відходом від 5 до 20%. При використанні меншого відсотку реакція не пройде, а при більш ніж 20% значно буде знижуватись газопроникність, тому що відхід дуже мілкодисперсний. Встановлено, що з підвищенням вмісту

ортофосфорної кислоти й Поле 2 міцність на стиск суміші зростає. Тому при обранні суміші слід враховувати, що підвищення ортофосфорної кислоти й пилу підвищує міцність на стиск, але при цьому знижує газопроникність. Рекомендован наступний склад суміші: кварцовий пісок – 77 ... 89%, Поле 2 – 5 ... 15%, ортофосфорна кислота – 6 ... 8%. Вміст більш ніж 8% ортофосфорної кислоти й Поле 2 20% та більше, призводить к зниженню газопроникності, і як слід до браку виливків по газовим раковинам.

## **ВПЛИВ ПИЛОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОГНЕТРИВКИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАДЛИВІВ**

**Земляний А.С., керівник доц.. Мазорчук В.Ф.  
Національна металургійна академія України**

Невиробничі втрати металу на надлив виливка можуть досягати 10 ... 20% від загальної ваги. Зменшення невиробничих втрат повязних з зменшенням витрат металу на надлив є актуальною задачею. Вогнетривкі формувальні суміші з пилоподібних відходів з покращеними теплофізичними властивостями дозволять більш ефективно утеплювати надлив, а також утилізувати пило подібні відходи різних виробництв.

Проведені дослідження дозволили встановити основні теплофізичні показники вогнетривкої суміші, що виготовлена з пилоподібних відходів. Питома теплоємність складала  $C = 697$  Дж/кг·К, теплопровідність  $\lambda = 0,352$ , Вт/м·К, теплоаккумулююча здатність  $b_f = 630,27$  Вт·с/м·К. Визначено, що усі суміші мають достатню сиру міцність 0,5...0,64 МПа. Визначена вогнетривка формувальна суміш для виготовлення надливів наступного складу: зола ТЕС 70...80% і у якості зв'язуючого зола від спалювання лузги 20...30%.

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМОСТАТУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ ОБОЛОНОК ПРИ ЛИТТІ ЗА ВИТОПЛЮВАНИМИ МОДЕЛЯМИ**

**Ступніченко Р.І., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.  
Національна металургійна академія України**

Відомо, що найбільш «вузькими» місцями в литві за витоплюваними моделями (ЛВМ) є процеси формування, прогартування, заливки форм і охолодження виливків, а також підготовчі інженерні роботи, пов'язані з розробкою ливниково-живильних систем.

Особливо для виливків спеціального призначення в цеху ЛВМ ВО ПМЗ саме цими проблемами визначається до 95% всього браку литва. У аналогічній ситуації знаходяться практично всі вітчизняні підприємства, що випускають подібну продукцію з використанням традиційної технології ЛВМ. Тому проведення досліджень, направлених на вдосконалення технологічних процесів формування, прогартування, заливки є актуальним завданням.

Метою роботи є аналіз даних досліджень, проведених бюро ливарної технології ВО ПМЗ і фахівців кафедри ливарного виробництва НМетАУ, в завдання яких, зокрема, входило:

- розробка способу формування керамічних оболонок, що забезпечує скорочення циклу прогартування і збільшення тривалості витримки прогартованих форм на повітрі до заливки не менше 8-10 хвилин без втрати температури керамічних оболонок;
- дослідження режимів охолодження керамічних форм залежно від способу їх формування.

Аналіз даних, що характеризують вплив способу формування на охолодження керамічних форм після прогартування показав, що найбільш тривала стабільність температури форми спостерігається при способах формування керамічних форм в зернистий опорний наповнювач і термостат. Причому, змінюючи товщину або матеріал теплоізоляційного шару термостата, можна регулювати тривалість термостатування

керамічної форми в широких межах, і тим самим управляти процесами формування виливка і його якостю.

Шляхом математичної обробки експериментальних даних із застосуванням ПЕОМ встановлені залежності: тривалості збереження температури форми від товщини теплоізоляційного шару термостату, описувана рівнянням полінома четвертого ступеня з достовірністю апроксимації (R2), рівної 0,9998:  $y = -0,0003*x^4 + 0,0199*x^3 - 0,5312*x^2 + 7,9477*x + 0,0887$  і швидкості нагріву керамічних оболонок в термостатах від початкової температури в прогартувальній печі, описуваній експоненціальним рівнянням з достовірністю апроксимації (R2), рівній 0,9521:  $y = 0,3526*e^{0,0082*x}$ .

Дані про вплив керамічної кришки на чаші літника на охолодження керамічної оболонки показують, що в результаті охолодження керамічної оболонки в термостаті без кришки на чаші ливника протягом 140 с і більше, внутрішні напруги в оболонці призводять до руйнування її і уходу металу при заливці форм. Встановлено, що при формуванні в термостаті достатня тривалість прогартування керамічних оболонок при 950 - 980 0С становить близько 1 години.

В результаті аналізу даних про вплив термостатування оболонки на механічні властивості сталі 08X14H7МЛ показано, що механічні властивості сталі знаходяться на одному рівні незалежно від способу формування керамічних оболонок і відповідають вимогам ТУ. Тому у виробничих умовах зразки на механічні властивості для виливків, що одержуються в термостатах можна заливати в незаформовані керамічні оболонки.

В ході аналізу експериментальних даних про вплив газового тиску на щільність виливків із сталі 08X14H7МЛ встановлено, що надлив газового тиску ефективніший, ніж надливи атмосферного тиску з утепленням і без утеплення. Причому, незалежно від способу утеплення, надливи атмосферного тиску в умовах термостатування форм працюють практично з однаковою ефективністю.

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИЛИВКІВ ІЗ ВИСОКОМАРГАНЦЕВОЇ СТАЛІ**

**Решетняк Д.О., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.  
Національна металургійна академія України**

Підвищення комплексу показників механічних й експлуатаційних властивостей виливків з високомарганцевої сталі можна досягти за рахунок варіювання вмістом хімічних елементів у цій сталі й впливом зовнішніх факторів. Метод виплавки високомарганцевої сталі непрямим образом можна віднести до зовнішніх факторів.

Для з'ясування впливу методу виплавки високомарганцевої сталі на комплекс показників механічних властивостей були проаналізовані результати плавки високомарганцевої сталі в основній дуговій печі ДСП-6 методом окислювання, методом переплаву (100% марганцовистий лом), методом переплаву з використанням 30% вуглецевого лому.

Були залиті зразки в піщану форму й потім термооброблені за стандартною технологією (нагрівання до температури 1050-1100°С й охолодження у воді) для кожного з методів з метою визначення показників механічних властивостей. Аналіз даних показав, що рівень механічних властивостей для всіх трьох методів практично ідентичний, вміст фосфору не перевищувало 0,09%. Структура металу аустенітна з невеликою кількістю карбідної фази. Такий рівень механічних властивостей був досягнутий завдяки чіткому дотриманню технології плавки й низькому сумарному вмісту закису марганцю й закису заліза в передвипускних шлаках (менш 6%). При цьому витрати на одержання однієї тони рідкої сталі методом переплаву (100% марганцовистого лому) і методом переплаву з використанням 30% вуглецевого лому менше, відповідно на 48,4% й 32,8% витрат на

одержання однієї тони рідкої сталі методом окислювання. Таким чином, було встановлено, що застосовуючи метод переплаву з використанням 30% вуглецевого лому, можна значно зменшити витрати на плавку, при цьому одержати виливки, що мають високий рівень механічних властивостей.

Для підвищення експлуатаційних властивостей виливків із сталі 110Г13Л досліджували вплив комплексного модифікування сталі модифікаторами з РЗМ і магнієм на структуроутворення й зносостійкість виливків. Статистичний аналіз впливу хімічного складу на ливарні властивості сталі і її зносостійкість дозволив визначити наступний її оптимальний склад, %: 0,9...1,2 C; 12...13 Mn; 0,3...0,65 Si; 0,6 Cu; 1,0 Cr; <0,08 P; 0,05...0,15 Ti; 0,05...0,15 V; <0,05 Al; <0,02 S.

Рекомендовано прогресивний процес No-bake (виготовлення форм і стрижнів з холоднотвердіючих сумішей). Якість виливків, виготовлених у формах, отриманих No-bake процесом, відповідає світовим стандартам.

Для заварки дефектів і зварювання литих виробів з високомарганцевих сталей запропоновані порошкові дроти ВЕЛТЕК-210Г и ВЕЛТЕК-Н220М. Застосування активних десульфураторів у сполученні з основними шлаками забезпечує досить низький вміст шкідливих домішок ( $S < 0,01\%$  й  $P < 0,016\%$ ) у наплавленому металі. Комплексне легування марганцем, титаном, ванадієм, молібденом й ін. легуючими елементами дозволяє реалізувати структуру аустеніту зміцнену дисперсними карбідами. Глобулярні неметалічні включення діаметром 0,5-2,0 мкм рівномірно розподілені в металі і являють собою складні оксисульфіди. Метал звареного шва має прийнятні механічні властивості:  $\sigma_b = 680-800$  МПа,  $\sigma_T = 400-500$  МПа,  $\delta = 24-30\%$ , КСУ=100-130 Дж при 200 °С.

Запропоновано використання систем комп'ютерного моделювання ливарних процесів (СКМ ЛП), що дозволяють проводити тепловий розрахунок затвердіння виливка та розрахунок можливої шпаристості у виливку, що дозволяє попередити утворення виявлених дефектів шляхом внесення змін в конструкцію самого виливка або ливарної форми на прикладі моделювання процесу затвердіння виливка цехової номенклатури «Кронштейн» із сталі 110Г13Л в СКМ ЛП «Полігон».

## **РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИТИСНЕННЯ РОЗПЛАВУ ІЗ СИФОННОЇ ЛИВНИКОВОЇ СИСТЕМИ КРУПНОГО СТАЛЕВОГО ВИЛИВКА З ВИКОРИСТАННЯМ ГАЗОВОГО ТИСКУ**

**Колесніков М.М. керівник проф. Селівьорстов В.Ю.  
Національна металургійна академія України**

Відомо, що при виробництві сталевих литва вихід придатного складає ~50 - 60% від маси металу, що заливається. Це обумовлено, насамперед, необхідністю витрат металу на ливниково-живильну систему. Крім того, у зв'язку з високою вартістю матеріалів і енергоносіїв на українських підприємствах, проблема зменшення непродуктивних втрат металу, зокрема на ливникову систему при виробництві крупних сталевих виливків є однією з актуальних проблем ливарного виробництва.

Одним з найбільш поширених типів ливникових систем, широко використовуваних в ливарному виробництві, є сифонна система. В основному сифонне підведення металу застосовують для отримання масивних виливків з високими службовими властивостями. Проте, чим масивніше виливок, тим більша кількість металу витрачається на ливникову систему. У зв'язку з цим, економія металу на ливникову систему, є одним з шляхів підвищення ефективності виробництва крупних сталевих виливків, що мають сифонну ливникову систему.

Проаналізовані основні способи газодинамічного впливу на розплав в ливниковій системі, які можуть бути використані для виливка «плита підштампова» масою 12600 кг і



конструкції пристроїв для здійснення такого впливу. Відмінні технологічні особливості пропонуваніх пристроїв полягають в герметизації ливникової системи від навколишнього середовища за рахунок шару затверділого металу. Введення газу в приведених конструкціях пристроїв по одному з варіантів проводиться з використанням контейнера-холодильника з фіксованою кількістю речовини, яка утворює газ при нагріві. У іншому варіанті здійснюється регульована подача газу від зовнішнього джерела з необхідними значеннями тиску. Пропонувані пристрої можуть бути легко вбудовані в діючий технологічний процес. Встановлена також можливість занурення пристрою в рідку сталь у разі попадання шлаку в стояк.

Визначені технологічні параметри вилівка «плита підштампова». Проведений розрахунок охолодження вилівка у формі, тривалість якого складає ~ 177 год. Виконані розрахунки за визначенням кількості і складу речовин, при нагріві яких виділяється достатній об'єм газу для витиснення розплаву із стояка. Для витиснення сталі із стояка заввишки 2,5 м вилівка «плита підштампова» при створенні тиску на рівні ~ 0,3 МПа парафіну необхідно - 6,3 г, а суміші карбонату кальцію з вуглецем в 13 разів більше - 80 г. Встановлено, що застосування суміші карбонату кальцію з вуглецем менш технологічне і ефективне в порівнянні з парафіном (твердим граничним вуглеводнем). Головна його перевага - незалежність від тиску реакції термічного розкладання (реакція розкладання парафіну необоротна, що робить роботу пристрою стабільнішою).

В результаті аналізу технологічних особливостей роботи різних конструкцій пристроїв, що забезпечують газодинамічне витиснення розплаву із сифонної ливникової системи встановлено, що для вилівка «плита підштампова» при використанні сифонних вогнетривких припасів найбільш прийнятною є конструкція пристрою з регульованою подачею газу. Окрім надійності формування затверділого шару в сифонній ливниковій системі, дана конструкція пристрою забезпечує ліквідацію можливих нещільностей по роз'єму вогнетривких трубок за рахунок можливості повернення рідкого металу в стояк. Після твердіння нового шару металу і повної герметизації ливникової системи від навколишнього середовища знов здійснюється витиснення розплаву у вилівок.

## **ВЛИЯНИЕ КОВШЕВОЙ ОБРАБОТКИ ЧУГУНА ТОНКОДИСПЕРСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА КАЧЕСТВО МЕЛЮЩИХ ШАРОВ**

**Когут І.Р., керівник проф. Калинин В.Т.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Исследовано влияние углерода, хрома и марганца на износостойкость мелющих шаров из белого чугуна в абразивно-коррозионной среде. Показано, что увеличение содержания углерода от 1,7 до 3,0 % повышает износостойкость белого чугуна в 1,8-2,0 раза. Износостойкость хромомарганцовистого чугуна значительно выше (в 1,5 – 1,9 раза), чем износостойкость хромоникелевого чугуна, особенно в кислых средах (рН 2,1).

Разработаны требования, предъявленные к ультра – и нанодисперсным модификатором, выбран их тип и размерно – кристаллографические параметры. Определён оптимальный химический состав чугуна для литых шаров диаметром 60 мм и расход модификатора.

Определена матрица планирования и проведена оптимизация по содержанию Mn и TiCN в хромомарганцовистом чугуне. Установлено, что содержание марганца должно быть в пределах 2,8 – 3,4 % при расходе модификатора 0,010 – 0,015 %.

Анализ результатов опытно – промышленной партии, отлитой в литейном цехе машиностроительного завода показал, что брак в отливках из модифицированного хромомарганцовистого чугуна в 1,3 раза меньше, чем в отливках из хромоникелевого чугуна, а твердость и прочность выше в 1,26...1,37 раза. Результаты исследования могут

стать основой для разработки и освоение технологии отливки шаров из модифицированного чугуна.

## **ВИКОРИСТАННЯ ПИЛОПОДІБНОГО МЕТАЛУРГІЙНОГО БОКСИТУ В АЛЮМОФОСФАТНИХ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШАХ**

**Зинич І.О., керівник ст. викл. Осипенко І.О.  
Національна металургійна академія України**

Розроблено і досліджено новий склад формувальних сумішей, що включають дисперсні зв'язуючі з аспіраційної установки дроблення бокситу і спікання з мультициклону, кварцовий пісок і ортофосфорну кислоту, в основі твердіння цих ХТС лежить хімічна взаємодія  $Al_2O_3$  і  $H_3PO_4$ . Найважливішими перевагами розроблених сумішей є відсутність токсичних виділень і полегшена вибивка сумішей.

У роботі досліджені основні технологічні властивості дисперсних алюмовмістних вторинних матеріалів і відходів металургійного виробництва, зроблені висновки про можливість їх застосування в складах фосфатних ХТС. Вивчено властивості зв'язок на основі пилу з аспіраційної установки дроблення бокситу і пилу газоочистки з мультициклону.

Мінералогічний склад бокситів представлений в основному гідрооксидами і оксигідрооксидами алюмінію, а хімічний склад пилу з мультициклону - оксидами алюмінію і заліза.

Динаміка зміни міцності твердіючий маси показала, що при тривалій витримці (24 год і 72 год) міцність збільшується від 1,5 МПа до 3,5 МПа. Однак в промислових умовах подібна тривалість витримки ускладнює виробничий цикл, тому для прискорення процесу і досягнення необхідної міцності, доцільно використовувати поверхневу підсушку сумішей і, при цьому температур н и й і часовий інтервал, визначається технологічним процесом виготовлення форми. Зроблено висновок, щодо складу мас, які тверднуть на холоді, доцільно вводити  $Al_2O_3$  і  $Fe_2O_3$  в активних формах, у вигляді гідроксиду, так як вони проявляють вищі в'язучі властивості. Цим пояснюється різниця в технологічних властивостях розроблених складів фосфатних ХТС, створених на основі цих пилоподібних відходів.

Розроблені ХТС з використанням високодисперсних матеріалів можуть бути рекомендовані до широкого застосування в виробничих умовах.

## **ВПЛИВ СПОСОБУ ЛИТТЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ НА РІВЕНЬ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ У НИХ**

**риходько Г.Г., керівник ас. Білий О.П.  
Національна металургійна академія України**

Технологічні особливості виробництва чавунних прокатних валків залежать від умов їх експлуатації. Поліпшення фізико-механічних властивостей і підвищення стійкості прокатних валків може бути досягнуто комплексним модифікуванням їх матеріалів.

Досліджувано вплив комплексного модифікування лігатурами на основі рідкісноземельних металів та оксидом гадолінію на структуру і рівень залишкових напружень у прокатних валках. Здатність до зняття напружень при релаксаційному відпалі матеріалу робочого шару прокатного валка у порівнянні з найближчим аналогом підвищилася на 19-26%. Структура дослідних чавунів після відпалу практично не змінювалася у порівнянні з литим станом.

## **МИКРОКРЕМНЕЗЕМ СУХОЇ ГАЗОВІДЧИСТКИ ВИРОБНИЦТВА ФЕРОСИЛІЦІЮ, ЯК ЗАМІНА МЕЛЕНОМУ КРЕМНЕЗЕМУ У СКЛАДАХ ЛИВАРНИХ ПРОТИПРИГАРНИХ ПОКРИТТІВ**

**Мамедова Р.А., керівник ст. викл. Осипенко І.О.  
Національна металургійна академія України**

Викладено результати досліджень кремнеземистого пилу сухої газовідчистки виробництва феросиліцію. Визначені основні фізико-хімічні властивості пилу сухої газовідчистки виробництва феросиліцію (ПГВФ) ВАТ Стахановського заводу феросплавів. З результатів досліджень виходить, що хімічний і гранулометричний склад ПГВФ близький до меленого кремнезему. Згідно рентенофазового аналізу, кремнеземна частина пилу в основному представлена високотемпературним кварцем. Наявність іонів кальцію і магнію (мінералізаторів) при відповідній термообробці забезпечить перехід кварцу в тридиміт, а не в кристобаліт, що володіє значним об'ємним ефектом, що може спричинити за собою розтріскування покриття в процесі експлуатації. Аналіз попередніх випробувань показав можливість заміни традиційного наповнювача (меленого піску) у складі протипригарних покриттів на побічний відхід виробництва феросиліцію (мікрокремнезем).

*ПІДСЕКЦІЯ «ПОКРИТТЯ, КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАХИСТ МЕТАЛІВ»*

## **ОСОБЛИВОСТІ ОДЕРЖАННЯ ВИРОБІВ ТИПУ «ШЕСТИРНЯ» ЗІ СПЕЧЕНИХ СТАЛЕЙ, ЛЕГОВАНИХ МІДЦЮ**

**Глушич Т.В., керівник доц. Внуков О.О.  
Національна металургійна академія України**

В останні роки назріла необхідність більш широкого впровадження у виробництво порошкових легованих сталей. У літературі є достатня кількість публікацій щодо властивостей цих матеріалів та способам їх легування. Однак їхня розрізненість утрудняє використання цих даних при розробці нових порошкових легованих сталей і впровадженні їх у виробництво.

У зв'язку з цим представляється доцільним проведення досліджень по вивченню впливу способів легування на властивості порошкових сталей, а також проведення порівняльного аналізу властивостей спечених сталей на основі заліза, отриманих з використанням різних методів легування. Аналіз результатів таких досліджень для розробки ефективної технології одержання спечених конструкційних виробів типу «шестірня» на основі системи *Fe-Cu-C* проведено в даній роботі.

Основна задача роботи – обрати найбільш економний та ефективний спосіб легування (введення легуючих компонентів) на властивості спечених конструкційних виробів типу «шестірня» з матеріалу марки *Fe-3%Cu-0,5%C*, що відповідає за хімічним складом порошкової сталі марки СП50ДЗ. Проаналізовано особливості одержання вказаного матеріалу із використанням різних способів легування. Порівнювали властивості шихтових та спечених порошкових матеріалів одержаних із застосуванням механічного змішування, механосинтезу і обміднення порошоків на основі заліза.

При виборі найбільш ефективного способу легування оцінювали наступні властивості дослідних порошкових матеріалів: плинність, насипну густину, здатність до формування (для порошкових шихт); об'ємну усадку, пористість, міцність на розрив, твердість за Бринелем, міцність на вигин, структуру (для спечених матеріалів).

Встановлено, що для промислового виробництва спечених конструкційних виробів на основі на основі системи *Fe-Cu-C* можна рекомендувати використання хімічної цементації

порошків на основі заліза, як способу легування міддю. Це пов'язано не тільки з високим рівнем механічних властивостей такого матеріалу, але й економічно вигідно.

## **ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ПОРОШКУ ЦИНКУ**

**Жирухін Я.В., керівник доц. Внуков О.О.**  
**Національна металургійна академія України**

Відомі способи одержання порошку цинку, незважаючи на ряд переваг, не дозволяють ефективно й у широких межах регулювати такі його властивості як хімічний склад, розмір частинок і, у першу чергу, форму частинок порошку. Форма частинок порошку є основним чинником, що визначає експлуатаційні характеристики порошку цинку.

Найбільш ефективним способом одержання дисперсного цинку є електроліз водних розчинів. Даний спосіб дозволяє одержувати порошки високої хімічної чистоти, і дає можливість у широкому діапазоні регулювати характеристики дисперсного осаду. Ефективність регулювання властивостей осаду на катоді порошку обумовлена наявністю великого числа технологічних чинників, якими можна варіювати в процесі електроосадження (густина струму, температура і хімічний склад електроліту, матеріал і форма катодів тощо).

Ціль дослідження – аналіз основних напрямів щодо оптимізації технологічних режимів одержання електролітичного цинкового порошку з керованим комплексом технологічних та фізичних властивостей.

Задача дослідження – вибір оптимальної технології синтезу електролітичного порошку цинку на основі порівняння його основних властивостей: хімічного складу, морфологію частинок тощо.

Відомо, що зазвичай процес електролітичного осаду дисперсного цинку ведуть з використанням пластинчастого цинкового розчинного анода. Як катоди використовують сталевий, мідний або алюмінієвий пластинчасті електроди. Електроліз ведуть при густині струму  $20 \text{ А/дм}^2$  при кімнатній температурі протягом 30 хвилин. Для електроосадження порошку цинку використовують електроліти наступних складів:

- хлоридний ( $50 \text{ г/л ZnCl}_2$ );
- сульфато-хлоридний ( $80 \text{ г/л ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 20 \text{ г/л NaCl}$ );
- сульфато-лужний ( $30 \text{ г/л ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 230 \text{ г/л NaOH}$ ).

По закінченні процесу осаду порошок промивають технічною водою при кімнатній температурі і сушили на повітрі при температурі  $50^\circ\text{C}$ .

Морфологію частинок порошку цинку і його хімічний склад визначають з використанням засобів растрової електронної мікроскопії, фазовий склад – з використанням рентгенофазового аналізу.

На основі проведеного аналізу основних технологічних параметрів синтезу дисперсного цинку встановлено, що найвищим рівнем технологічних та фізико-хімічних властивостей володіє порошок цинку, синтезований з сульфато-лужних електролітів з використанням сталевих катодів. Встановлені технологічні параметри можуть бути рекомендованими для промислового виробництва цинкового порошку.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ЗАЛІЗНОГО ПОРОШКУ З ВІДХОДІВ ПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Цзю С.Є., керівник доц. Внуков О.О.**

**Національна металургійна академія України**

Одним з найважливіших напрямків розвитку вітчизняного виробництва є ресурсозбереження, впровадження маловідходних і безвідходних технологій. Значну роль в цьому відіграє використання можливостей порошкової металургії, яка дозволяє виготовляти ряд виробів, які неможливо одержати традиційними методами, скоротивши при цьому витрату металів в 2-3 рази. Перевагою порошкових технологій є також можливість синтезу металевих порошоків з відходів металургійного виробництва – окалини, стружки тощо.

Ефективним методом переробки прокатної окалини в якості сировини для одержання залізних порошоків є електроліз. Електролітичні порошки заліза легко пресуються і спікаються. Висока дисперсність, добре розвинена поверхня і дендритна форма частинок електролітичного порошку заліза обумовлюють його придатність для виробництва широкого спектру спечених виробів, які широко застосовуються, зокрема, в машинах і агрегатах нафто- і газовидобутку. Зокрема, порошкові конструкційні та антифрикційні вироби на основі заліза використовуються як елементи вузлів допоміжного обладнання нафто- і газовидобувних установок (насоси, редуктори тощо). Спечені порошкові фільтри можуть бути ефективними при очищенні нафти і газу від грубих механічних домішок.

Для ефективного керування процесами синтезу порошку необхідно розуміти механізми сумісного впливу основних параметрів процесу електроосадження на структуру і експлуатаційні властивості катодного осаду. У зв'язку з цим значний інтерес представляє кількісна оцінка ступеня впливу як окремих параметрів електролізу, так і спільної дії різних факторів.

Мета роботи – аналіз можливості синтезу хімічно стабільного електролітичного порошку заліза з регульованою формою і розмірами частинок, а також необхідними структурними, фізичними та функціональними властивостями.

Завдання роботи – оцінити вплив технологічних параметрів процесу електролізу, а також складу електроліту на властивості дисперсного залізного осаду, з метою розробки ефективної технології одержання порошку заліза з відходів прокатного виробництва.

Встановлено, що найбільш значимими факторами у вивчених інтервалах варіювання значень параметрів є густина струму, швидкість циркуляції і температура електроліту, вміст у ньому залізного купоросу.

Розглянуті технологічні чинники процесу електролізу в досліджених інтервалах варіювання можуть ефективно впливати на процес електроосадження дисперсного катодного осаду заліза, а також на комплекс фізичних і технологічних властивостей синтезованого електролітичного залізного порошку.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ УСТАТКУВАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Лисенко С.А., керівник ас. Кушнір Ю.О.**

**Національна металургійна академія України**

Завданням даної роботи є аналіз існуючих технологічних прийомів захисту від різних типів корозії елементів металоконструкцій устаткування харчової промисловості з метою розробки комплексу заходів, які дозволять забезпечити довгострокову безвідмовну експлуатацію обладнання.

На сьогодні нержавіюча сталь разом зі склом і деякими видами пластмас є практично єдиним матеріалом, який схвалений як сировину, з якої виготовляють обладнання для

виробництва, зберігання і транспортування харчових продуктів. Це пов'язано з високими гігієнічними, естетичними та токсикологічними вимогами.

Нержавіюча сталь є ідеальним матеріалом для кухонного посуду. Все частіше і частіше звичайні люди купують вироби з нержавіючої сталі. Зараз модним є мати холодильник, кухонну плиту з нержавіючої сталі, не кажучи вже про столові прилади, сковороди, каструлі і інше кухонне приладдя.

Внутрішні частини високоякісних посудомийних, пральних машин і м'ясорубок виготовляються з нержавіючої сталі. Нержавіюча сталь - матеріал, пов'язаний з поняттям високого рівня життя і обсяг його використання в домашньому господарстві постійно зростає.

Однак, висока вартість і дефіцит високолегованих сталей, кольорових металів і сплавів не дозволяють застосовувати їх в широких масштабах. Більш економічними є методи плакування вуглецевих сталей тонколистовими легованими сталями, а також застосування металевих покриттів.

Ефективним способом захисту обладнання і трубопроводів в харчовій промисловості від корозійно-механічних руйнувань є також застосування неорганічних скло-емалевих, скляних та цементних покриттів.

Застосування фунгіцидних, протиадгезійних, протиобмерзних, термостійких та інших спеціальних покриттів дозволяє знизити корозійні руйнування обладнання.

У специфічних умовах харчових виробництв (підвищена вологість, низькі температури, незастосовність багатьох механічних і хімічних способів очищення через високі санітарно-технічні вимоги) застосування перетворювачів іржі часто є найбільш раціональним способом підготовки металевих поверхонь до протикорозійного захисту.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ** **Онацко М.В., керівник ас. Кушнір Ю.О.** **Національна металургійна академія України**

Завданням даної роботи є аналіз існуючих технологічних прийомів захисту від різних типів корозії елементів металокопункцій, машин та залізничного транспорту з метою розробки комплексу заходів, які дозволять забезпечити його довгострокову безвідмовну експлуатацію.

Залізничний транспорт є однією з найбільш металомістких галузей народного господарства. Його металевий фонд перевищує 150 млн. т, з них близько 60 млн. т вкладено в верхню будову колії (рейки, рейкові скріплення) і мости, більше 60 млн. т – в рухомий склад (вагони і локомотиви) і близько 30 млн. т – в будівлі, споруди, комунікації, обладнання.

Рухомий склад та елементи верхньої будови колії залізниць експлуатуються в жорстких специфічних умовах. Залізниці перетинають різні кліматичні зони, в яких стаціонарні металокопункції і рухомий склад піддаються атмосферним і корозійним впливам. Високі швидкості руху і навантаження на осі, вантажно-розвантажувальні операції із застосуванням вібраційних і перекидних пристроїв викликають пошкодження захисних покриттів, розвиток корозійних і корозійно-механічних пошкоджень.

Аналіз природи основних видів пошкоджень об'єктів залізничного транспорту свідчить про те, що корозія становить особливу небезпеку в зв'язку з тим, що вона може не тільки завдати значних матеріальних збитків, будучи причиною поточних і капітальних ремонтів, а й створити загрозу безпеці руху поїздів або на тривалий період викликати перерву в русі транспорту на окремих ділянках.

Відповідно до сучасних уявлень, корозійні пошкодження транспортних металокопункцій виникають і розвиваються внаслідок різномірності складу і структури

металу, підвищеної вологості та агресивності навколишнього атмосфери, зволоження поверхні металу і її забруднення перевезеними вантажами підвищеної корозійної агресивності (сіллю, мінеральними добривами та ін.). Дуже розповсюдженими є корозійно-механічні пошкодження, що виникають при одночасному впливі на метал статичних або циклічних напружень та агресивного середовища.

Ефективна експлуатація засобів тяги і вагонів можлива тільки при раціональному використанні відомих методів запобігання корозії. До них відносяться: застосування конструкційних матеріалів підвищеної корозійної стійкості (низьколегованих і корозійностійких сталей, алюмінієвих сплавів); лакофарбових і полімерних покриттів, мастик, мастильних матеріалів, плівкоутворюючих інгібованих нафтових складів, інгібіторів корозії, металевих покриттів (електрохімічних, металізованих, дифузійних і ін.); раціональне конструювання (виняток зон корозії, підвищення ремонтпридатності, зниження можливості виникнення корозії через дії електричного струму та ін.).

Вибір варіанту захисту повинен ґрунтуватися в першу чергу на аналізі умов протікання корозійних процесів аж до появи несправностей і відмов через корозійні або корозійно-механічні пошкодження і на обґрунтованому прогнозі зміни довговічності, витрат на виготовлення і ремонт при освоєнні нового методу або засобу запобігання корозійних пошкоджень.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ СПЕЧЕНОЇ МІДІ**

**Вишневська О.С., керівник проф. Рослик І.Г.  
Національна металургійна академія України**

При виготовленні спечених матеріалів конструкційного, електротехнічного призначення важливим є отримання щільних, практично безпористих готових виробів. Спечені вироби у зв'язку із залишковою пористістю володіють нижчими фізико-механічними властивостями, ніж аналогічні литі, що не дозволяє використовувати їх, наприклад, в радіоелектронній апаратурі.

Ціллю даної роботи є розробка технології отримання спечених мідних матеріалів з низькою пористістю та дослідження впливу інтенсивної пластичної деформації крученням на структуру та властивості спечених зразків з порошку міді.

Методами порошкової металургії подвійним пресуванням та спіканням були отримані дослідні зразки з порошоків міді марки ПМС-1 різного розміру та з додаванням в шихту 1 % об. вуглецевих нанотрубок (ВНТ). З метою зниження щільності зразки підлягали інтенсивній пластичній деформації крученням (ШДК). Для всіх спечених зразків були проведені мікромеханічні дослідження з використанням приладу «Мікрон-Гама», результатами яких є запис діаграми безперервного вдавлення індентора в режимі навантаження/розвантаження та автоматична комп'ютерна обробка значень мікротвердості по Мейеру, модуля пружності Юнга та коефіцієнта пластичності.

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки. Найбільші значення модуля пружності, твердості відповідають зразкам з додаванням 1 % ВНТ. Зразки, армовані вуглецевими нанотрубками, мають на 99 % більший модуль Юнга та на 18 % більшу твердість у порівнянні зі зразками з чистої міді. Зменшення розміру частинок порошку вихідної міді практично не вплинуло на твердість зразків, але вплинуло на значення модуля пружності, який збільшився на 80 %. Пористість для зразків до інтенсивної деформації значно більше, ніж після кручення. Чим менше розмір частинок міді, тим менше пористість зразків. Для армованих зразків, нанотрубки розташовуються по границям зерен.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПЕЧЕНОГО НАНОКРИСТАЛІЧНОГО ОКСИДУ ЦИНКУ, ДОПОВАНОГО ПЕРЕХІДНИМИ МЕТАЛАМИ

Головко К.С., керівники проф. Рослик І.Г., доц. Внуков О.О.  
Національна металургійна академія України

Одним з найбільш затребуваних наноструктурних матеріалів є оксид цинку. Він є широкозонним напівпровідником і може бути використаний як компонент газових сенсорів, прозорих напівпровідників, сонячних батарей, напівпровідникових і п'єзоелектричних пристроїв, що застосовують, у тому числі, у ракетно-космічній техніці.

Найбільш розповсюдженим способом одержання високодисперсного оксиду цинку є хімічне осадження сполук у розчинах з подальшим їхнім розкладанням. Метод одержання високодисперсних форм оксиду цинку з застосуванням хімічного осадження має широкі технологічні можливості. Варіювання природи прекурсорів, модифікуючих речовин і умов синтезу дозволяє одержувати дисперсні форми  $ZnO$  з різною морфологією і розмірами. Перспективним способом регулювання як оптичних, так і електромагнітних властивостей  $ZnO$  є допування іонами перехідних металів.

Метою проведених досліджень було одержання спеченого оксиду цинку з нанокристалічною структурою, що має максимальний рівень експлуатаційних характеристик - фазового складу й електротехнічних властивостей.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішували наступні задачі: дослідити вплив допантів  $Co$ ,  $Mn$  і  $Ni$  на фазовий склад і електричні властивості нанокристалічного оксиду цинку; із застосуванням методу симплекс-гатчастого планування оптимізувати якісний і кількісний склад допантів для одержання найвищих значень діелектричних властивостей спеченого оксиду цинку.

Порошок  $ZnO$ , допований атомами  $Co$ ,  $Mn$  і  $Ni$ , синтезували методом рідкофазного хімічного осадження. У якості вихідних речовин використовували водяні розчини  $ZnSO_4$ ,  $CoSO_4$ ,  $MnSO_4$  і  $NiSO_4$ . У якості речовини-осадника використовували водяний розчин  $NaOH$ . Концентрації допантів  $CoSO_4$ ,  $MnSO_4$  і  $NiSO_4$  варіювали в діапазоні від 0 до 10 мол. %.

У результаті проведених досліджень було встановлено:

1. Використання методу хімічного осадження дозволяє ефективно легувати порошок оксиду цинку перехідними металами. Кількість сполук допантів у порошок  $ZnO$  обмежується межею насичення в ньому даних металів і утворенням вторинних фаз.

2. Максимальні значення дійсної частини  $\varepsilon'$  комплексної діелектричної проникності досягаються при спільному допуванні  $Mn$ ,  $Co$  і  $Ni$  в діапазоні концентрацій 3,5-6,5 мол. %.

## ТЕХНОЛОГІЯ НАНЕСЕННЯ ЦИНК-НІКЕЛЕВИХ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕТАЛІ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

Курилович С.О., керівник доц. Ковзік А.М.  
Національна металургійна академія України

При розробці технології нанесення цинк-нікелевих покриттів на деталі радіоелектронної техніки враховано технічну складність нанесення комплексних гальванічних покриттів, а також особливі вимоги до покриття радіотехнічного призначення. Зокрема, були враховані безпека, стабільність процесу осадження цинк-нікелевого сплаву,



адгезійної міцності покриття, поверхневої щільності, зовнішнього вигляду, корозійної стійкості та ін.

Як найбільш задовольняє названим вимогам, була обрана технологія нанесення покриттів з пірофосфатних електролітів. Така технологія передбачає наявність операцій з підготовки поверхні, знежирення, промивки, нанесення покриття, сушки.

Підготовка поверхні передбачена методом гідридної обробки. Обезжирювання проводять у розчині рідкого скла, кальцинованої соди та препарату ОП-7 при температурі 60 - 70°C протягом 5 - 10 хв. Міжопераційне промивання полягає в зануренні деталей в першу, а потім другу ванну.

Покриття наноситься з електроліту складу, г/л:

- цинку сульфат	35 - 40;
- калію пірофосфат	140 - 150;
- натрію гідрофосфат	50;
- декстрин	10.

Режим осадження:

- температура, °C	15 - 30;
- катодна щільність струму, А/дм <sup>2</sup>	0,3 - 1,0

### **ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СПЕЧЕНИХ ВТУЛОК З ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ** **Шейко М.С., керівник доц. Ковзик А.М.** **Національна металургійна академія України**

Розроблена технологія виготовлення спечених виробів типу «втулка» з легованих сталей. В якості легуючих елементів використовують мідь та нікель. Мідь в спечених сталях широко використовується як зміцнюючий елемент. Окрім того, мідь збільшує параметри кристалічної решітки заліза, що при спіканні деталі дозволяє компенсувати усадку, тобто отримувати вироби більш високого розмірного класу. Нікель широко використовують для отримання сталей аустенітного класу. Особливо ефективний сумісний вплив міді та нікелю, введених в порошкову сталь. Тому в розробленій технології передбачено введення порошку нікелю марки ПНЕ-2 в кількості 4% й міді марки ПМС-1 в кількості 2 %. Окрім того, вводять 0,5 – 0,9 % графіту марки ГК-1. Основою вироблених сталей є порошок залізний марки ПЖР3.200.30.

Розроблена технологія передбачає відновлювальний відпал порошків, перемішування до ступеню неоднорідності менше 1 %, двостороннє пресування при тиску 700 МПа, спікання при температурі 1220 °C, калібрування виробів.

Така технологія дозволяє отримувати спечені втулки високої точності, міцність яких досягає 750 МН/м<sup>2</sup>, а відносне подовження 4 %.

### **ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ З НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЕЙ**

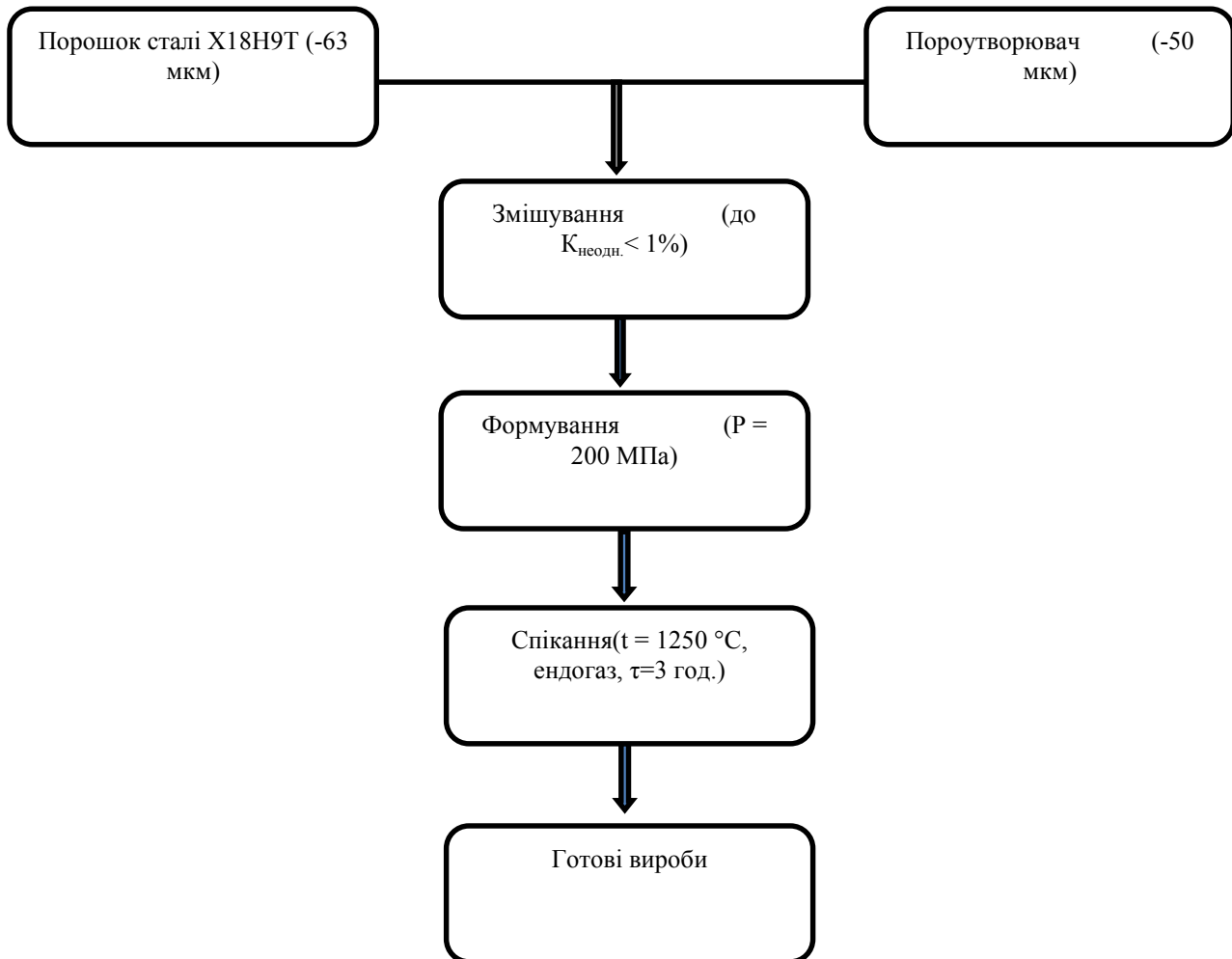
**Шум Я.І., керівник доц. Ковзик А.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Розроблено технологію виробництва фільтруючих елементів з нержавіючих сталей, що мають наступні характеристики:

- пористість 50-60%;
- проникна здатність по повітрю, при  $\Delta P = 100 \text{ Па}$  90  
 $\text{м}^3/(\text{м}^2 \times \text{хв})$ ;
- тонкість фільтрації 35 мкм;
- межа міцності на розрив 20-49 МПа.

В якості сировини використовується порошок сталі неіржавіючої X18H9T, пороутворювач – двовуглецевий амоній.

Технологічну схему виготовлення фільтруючих елементів з названих матеріалів наведено нижче.



## МЕХАНІЧНА ОБРОБКА

### *ПІДСЕКЦІЯ «ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ»*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КУТОВОГО ПРЕСУВАННЯ БІМЕТАЛЕВИХ ПРОФІЛІВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ.**

**Носко М. І., Карпенко К. П., керівник доц. Самсоненко А. А.  
Національна металургійна академія України**

Розвиток сучасного машинобудування потребує використання матеріалів з комплексом спеціальних властивостей та характеристик, зокрема високою міцністю і жорсткістю та низькою щільністю. Окремі метали та сплави не завжди можуть забезпечити ці вимоги через низькі механічні властивості або у зв'язку з їх дорожнечою. Тому отримує розвиток створення нових матеріалів із спеціальними властивостями на основі шарових металевих композицій.

В роботі досліджено можливості використання процесу кутового пресування для отримання прямокутного біметалевого профілю на основі алюмінію та титану. Виконано теоретичні (математичне моделювання з використанням методу скінчених елементів) дослідження впливу геометричних параметрів осередку деформації, коефіцієнту локальної екструзії (ЛЕС) та умов тертя на перебіг процесу, його температурні та силові характеристики. Математична модель процесу кутового пресування була розроблена в програмному пакеті QForm VX. За результатами моделювання отримано залежності характеру розподілу температури по довжині зони контакту титану та алюмінію від розмірів профілю та ЛЕС. Також визначено комплексний вплив умов тертя на контакт титану з матрицею та ЛЕС на руйнування шарів профілю: у випадку коли ЛЕС = 2 і фактор тертя більше 0.1 та випадку коли ЛЕС = 1 і фактор тертя більше 0.3 відбувається руйнування профілю.

На основі отриманих результатів було виготовлено лабораторний зразок інструменту для реалізації процесу. Проведено експериментальне дослідження кутової екструзії біметалевого прямокутного профілю. Порівняння результатів експериментальних та теоретичних досліджень підтвердили можливість використання розробленої математичної моделі.

### **ЗМІНА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ ТРУБ В УМОВАХ ХОЛОДНОЇ ПІДЪГЕРНОЇ ПРОКАТКИ ТА БЕЗОПРАВОЧНОГО ВОЛОЧІННЯ**

**Ленський К.Є., керівник проф. Фролов Я. В.  
Національна металургійна академія України**

Розглянуто можливість використання відношення межі міцності до межі плинності, що отримані під час квазістатичних випробувань поздовжніх зразків з холоднодеформованих труб, у якості ресурсу механічних властивостей металу при холодній пільгерній прокатці та безоправочному волочінні. Також відношення цих ресурсів може бути застосовано у якості показника, який характеризує поведінку металу в осередку деформації та зміну механічних властивостей металу при холодній пільгерній прокатці та безоправочному волочінні.

В результаті аналізу результатів експериментальних досліджень встановлено зв'язок між одним з параметрів деформації та зміною механічних властивостей металу під час холодної пільгерної прокатки та безоправочного волочіння із варіюванням технологічних елементів.

Запропоновано показник, який дозволяє в одних координатах оцінити ефективність технологічних елементів з точки зору використання ресурсу механічних властивостей металу. Застосування такого показника дозволяє оптимізувати режим деформації для мінімізації використання ресурсу механічних властивостей, а також при заданому режимі деформації прогнозувати механічні властивості труб.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ДЕФОРМАЦІЇ НА МІКРОСТРУКТУРУ СТАЛІ**

**Гунченко Д. В. керівник к.т.н., с.н.с. Дьоміна К. Г.  
(Інститут Чорної Металургії НАН України)  
Національна металургійна академія України**

Основним критерієм оцінки якості металопродукції є комплекс механічних властивостей, який повністю визначається будовою сталі на всіх рівнях: макро-, мікро- і тонкої структури. Структура металу при цьому визначається сукупною дією хімічного

складу сталі, режимом термічної обробки (тепловим режимом обробки) та режимом деформації. Одним із способів підвищення якості прокату є забезпечення умов для розповсюдження впливу деформації на весь обсяг металу. Це забезпечить деформаційно-термічну трансформацію структури металу, яка позитивно впливає на кінцеві властивості металовиробу. В цій роботі досліджується вплив сумарного ступеня деформації в процесі гарячої поздовжньої прокатки безперервної заготовки розміром 335×400мм на деформаційно-термічну трансформацію структури трубної заготовки Ø 250 мм із сталі 09Г2С. Дослідження здійснюється шляхом визначення глибини проникнення деформації в середину металу, а також шляхом отримання та аналізу картини розподілу накопиченого ступеню деформації за поперечним перерізом заготовки. В роботі також розраховуються калібровки валків на трубозаготовочному стані 900/750. Отримані значення використані під час комп'ютерного моделювання процесу прокатки за допомогою програми QForm.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОКАТНОЇ СТІЙКОСТІ ДОВГИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОПРАВОК БЕЗПЕРЕРВНИХ СТАНІВ**

**Байбаков О. О., керівник доц. Панюшкін М. Є.**  
**Національна металургійна академія України**

Проведено дослідження визначення закономірностей взаємодії металу, що деформується, з технологічним інструментом із метою підвищення точності та ефективності виробництва труб на агрегатах із безперервними станами поздовжньої оправочної прокатки. Також проведено дослідження пластичного плину приконттактних шарів металу, що деформується, в умовах інтенсивного силового і теплового впливу при прокатці на довгій оправці та прошиванні заготовок в стані гвинтової прокатки..

Під час проведення досліджень отримано закономірності та сформульовано критерій, що визначає граничні умови працездатності оправок. Показано вплив технологічних факторів на стійкість прокатного інструменту, зокрема довгих оправок. Визначено вплив зносу прокатного інструменту на точність труб після безперервного прокатного стану. Також отримано критерій якій дозволяє визначати граничні умови, при яких відбувається утрата форми носка прошивної оправки, що є основною причиною виходу її з ладу, а також прогнозувати можливість одержання гільз з нових марок сталей і сплавів.

### **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОГО ПРОШИВНОГО СТАНУ І ЙОГО ДЕФОРМУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ КАФЕДРИ ОМТ**

**Міщенко І. Г., керівник доц. Бобух О. С.**  
**Національна металургійна академія України**

Найбільш важливим процесом при виробництві безшовних труб є процес прошивки заготовок в чорнову трубу (гільзу) на станах поперечно-гвинтової прокатки. Одним з критеріїв визначення можливості виробляти той чи інший сортамент є розрахунок енергосилових параметрів (ЕСП).

Процес поперечно-гвинтової прокатки є інкрементним процесом, який складається з багатьох повторюваних циклів, при яких матеріал пластично деформується тільки локально у невеликій мало змінюваній зоні. Ця зона переміщається повільно вздовж осі симетрії та швидко в напрямку по дотичній в матеріальних, але не в просторових координатах.

Узагальнення методики розрахунку коефіцієнтів деформації перевіркою здійсненості умови сталості обсягу. Оцінювання адекватності математичної моделі при порівнянні з експериментальними даними.

Експериментальні дослідження, що дозволяють оцінити точність теоретичного опису поперечних перерізів прошивання заготовок.

На якість гільз і труб також сильно впливає стан прокатного інструменту. Оправка, робочі валки і спрямовуючий інструмент працюють у важких умовах при високій температурі, тиску і циклічному нагріванні і охолодженні, що призводить до утворення разгарних тріщин, оплавлення і втрати форми робочих поверхонь. При цьому важливе значення має розрахункове калібрування технологічного інструменту станів поперечно-гвинтової прокатки, яка крім високої якості гільз і труб повинна забезпечувати раціональну формозміну металу, отримання необхідних геометричних розмірів, достатню зносостійкість інструменту і продуктивність стану.

Отже, метою цього проекту є розробка комплексної методики проектування процесу прошивки та технологічного інструменту на підставі аналізу результатів експериментальних досліджень лабораторного прошивного стану і використання сучасних систем автоматизованого проектування.

### **ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ОПЕРАЦІЙ ВІЛЬНОГО КУВАННЯ НА СТРУКТУРУ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ**

**Моргун І. О., керівник доц. Ашкалянець А. В.  
Національна металургійна академія України**

Розглянуто принципову можливість деформації білого чавуну, структурні зміни в процесі деформації високоміцного чавуну і їх вплив на пластичність, гарячу пластичну деформацію високоміцного чавуну, пресування труб і прошивка гільз з чавунного сортопроката. Також визначені фактори для дослідження, а саме: співвідношення висоти до діаметра зразка ( $h / d$ ), ступінь деформації ( $\epsilon$ ), обладнання та інструмент для плануємого проведення експерименту.

В результаті аналізу дослідження наведено результати та вплив факторів експерименту на формозміну зразків, результати розподілу температури, пластичних деформацій та інтенсивності напружень в перерізі заготовки при деформації на пневматичному кувальному молоті та гідравлічному кувальному пресі. Приведено підбір параметрів режиму термообробки чавуну перед деформацією.

Запропоновано проведення термічної обробки перед виконанням операцій вільного кування. Проведення термічної обробки дозволяє знизити показники твердості чавуну в інтервалі 70-80 HBV, що дає в перспективі можливість використовувати високоміцний чавун як конструкційний та інструментальний матеріал.

### **ВПЛИВ ДЕФОРМАЦІЇ НА ЗМІНУ ТВЕРДОСТІ МАТЕРІАЛУ ШТАБИ ЗІ СПЛАВУ СИСТЕМИ AL-MG-SC ПРИ ГАРЯЧІЙ ПРОКАТЦІ**

**Мартинюк М. О., керівник доц. Коноводов Д. В.  
Національна металургійна академія України**

Алюміній має величезне значення в промисловості через високу пластичність, велику тепло та електропровідність, слабку корозію. Але більшість раніше розроблених сплавів алюмінію не в повній мірі задовольняє сучасні промислові вимоги. Тому для виготовлення виробів відповідального призначення, застосовують більш міцні сплави алюмінію. Одним з видів таких сплавів є сплави системи Al-Mg-Sc.

Введення в алюміній магнію в кількості до 6% в якості головного легуючого елемента дає зміцнення твердого розчину сплаву і високу ефективність деформаційного зміцнення.

При легуванні скандієм сплаву алюміній-магній у 2-2,5 рази збільшується межа його плинності при збереженні щільності і корозійної стійкості. Скандій підвищує якість зварного з'єднання сплавів, дозволяючи уникнути тріщин в зварних швах.

В роботі проведено дослідження впливу деформації на зміну твердості сплаву системи Al-Mg-Sc при гарячій прокатці. Виконано теоретичне моделювання процесу прокатки алюмінієвого сплаву за допомогою програми QForm. Експериментально досліджено вплив деформації на зміну твердості сплаву 01570 в діапазоні температур 400 - 450 градусів.

Встановлено залежність твердості штаби від ступеня деформації при гарячій прокатці сплаву системи Al-Mg-Sc.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ШТАБИ ЗІ СПЛАВУ СИСТЕМИ Al-Mg-Sc ПРИ ГАРЯЧІЙ ПРОКАТЦІ**

**Музика О. І., керівник доц. Коноводов Д. В.  
Національна металургійна академія України**

Розглянуто перспективи використання легованих алюмінієвих сплавів системи Al-Mg перехідними металами, зокрема скандієм. Показано, що сплав 01570 системи Al-Mg-Sc має високі міцнісні характеристики. Це дозволяє використовувати такий матеріал в авіаційно-космічній промисловості, де широко застосовують алюмінієві сплави для роботи при підвищених та при низьких температурах, у значно навантажених деталях та деталях з високою стійкістю до корозії під напругою.

Сплав 01570 системи Al-Mg-Sc був розроблений в 70-х роках минулого століття. У ньому міститься: 5,8-6,8% Mg, 0,3-0,5% Sc, 0,1-0,25% Mn, 0,05-0,15% Zr, а також добавки ін. елементів. Сплав має високу корозійну стійкість, міцність, теплову міцність і гарну зварюваність. До недоліків сплаву можна віднести схильність до утворення гарячих тріщин.

Встановлено, що для запобігання утворення тріщин, прокатку штаб з вищевказаного сплаву необхідно здійснювати у вузькому температурному діапазоні. У зв'язку з цим викликає інтерес зміна температури штаби при гарячій прокатці.

В роботі виконано теоретичне дослідження зміну температури в зоні деформації при прокатці штаби зі сплаву системи Al-Mg-Sc у програмному комплексі QForm. Встановлено вплив ступня деформації, температури початку деформації та товщини заготовки на зміну температури штаби при прокатці. В умовах лабораторії кафедри ОМТ НМетАУ виконано експериментальне дослідження зміну температури штаби зі сплаву системи Al-Mg-Sc при прокатці в температурному діапазоні 380 - 460°C.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕФОРМАЦІЇ НА РОЗПОДІЛ ТОВЩИН ШАРІВ ПРИ ПРОКАТЦІ ТРИШАРОВИХ КОМПОЗИЦІЙ ЗІ СПЛАВІВ МАГНІЮ, ПЛАКОВАНИХ АЛЮМІНІЄМ**

**Наконечний В. І., керівник доц. Коноводов Д. В.  
Національна металургійна академія України**

Для зменшення ваги та габаритів машин і конструкцій, сучасне виробництво потребує використання нового класу конструкційних матеріалів. Одним з видів таких матеріалів є багат шарові композити, котрі мають підвищені експлуатаційні властивості. Застосування біметалевих композитів Al-Mg-Al дозволяє поєднати високу стійкість алюмінію до корозії та високі демпфуючі властивості магнію.

Для отримання тришарових композитів було обрано прокатку, так як вона є найбільш продуктивним видом обробки металів тиском. При прокатці шари алюмінію захищають магній від віддачі тепла та створюють сприятливі умови для деформації та з'єднання шарів.

В роботі виконано аналіз впливу деформації при прокатці тришарових композицій на розподіл товщини шарів по перерізу штаби. Для дослідження були використані пакети, які склалися зі штаби магнію марки AZ31 та штаб алюмінію марки 5083(AMг4,5).

Теоретичне дослідження режиму деформації при прокатці тришарових композицій виконано за допомогою програмного комплексу Qform. Отримані дані про розподіл напружень в зоні деформації, зокрема на контакті шарів магнію та алюмінію. Отримані дані про формозміну шарів тришарових композицій при гарячій прокатці.

Експериментальне дослідження виконано в умовах лабораторії кафедри ОМТ на стані дуо 180. Отримані результати дали змогу розвинути закономірності деформації шарів при прокатці багатошарових композицій зі сплавів магнію та алюмінію.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ДЕФОРМАЦІЇ НА ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ ПРИ ПРОКАТЦІ ТРИШАРОВИХ КОМПОЗИЦІЙ ЗІ СПЛАВІВ МАГНІЮ ТА АЛЮМІНІЮ**

**Пер'ян С. М., керівник доц. Коноводов Д. В.  
Національна металургійна академія України**

Багатошарові матеріали, що складаються з декількох шарів різних металів, представляють особливий клас конструкційних матеріалів з широким комплексом експлуатаційних і технологічних характеристик. В основі їх практичного застосування лежить можливість створення композицій із заздалегідь заданими властивостями, а також економне використання гостродефіцитних і дорогих матеріалів.

Одним з таких листових багатошарових матеріалів є біметал алюміній-магній-алюміній. Дослідження показали вдале плакування магнію алюмінієвими листами з використанням гарячої та холодної прокатки із досягненням необхідної стійкості до корозії та поліпшеною здатністю до формозміни. Зовнішні алюмінієві шари слугують захистом від корозії, а внутрішній шар магнію – полегшує виріб. До того ж магній має добрі демпфуючі здібності (поглинає вібрацію за рахунок внутрішнього тертя).

В роботі виконано аналіз впливу температури деформації при прокатці тришарових композицій на енергосилові параметри, зокрема силу та момент прокатки. Для дослідження були використані пакети, які склалися зі штаби магнію марки AZ31 та штаб алюмінію марки 2017.

Теоретичне дослідження процесу гарячої прокатки тришарових композицій виконано за допомогою програми QFORM V8.2. Отримані дані про величину та характер зміни енергосилових параметри при прокатці для діапазону температур початку деформації 360 – 420 °С.

Експериментальне дослідження виконано в умовах лабораторії кафедри ОМТ на стані дуо 180. Отримані результати дали змогу розвинути закономірності зміни енергосилових параметрів при прокатці багатошарових композицій зі сплавів магнію та алюмінію.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОФІЛЮВАННЯ ТРУБ ХОЛОДНОЮ ПОЗДОВЖНЬОЮ ПРОКАТКОЮ**

**Турчин Т. В., керівник доц. Бояркін В.В.  
Національна металургійна академія України**

Профільні труби широко використовуються в машинобудуванні, будівництві, меблевій промисловості та інших галузях. Одним з основних способів виробництва таких труб є холодна поздовжня прокатка з використанням в якості заготовки круглих труб. Виробництво профільних труб з простою формою поперечного перерізу (овал, прямокутник та ін.) можливо в лінії трубоелектрозварювального агрегату. Формовка штаби

та отримання круглої труби-заготовки здійснюється за існуючою технологією виробництва труб. Формозміну круглого поперечного перерізу в профільний можливо здійснювати проштовхуванням круглої заготовки через одну неприводну кліть за рахунок зусилля формуючих клітей та калібруючих клітей.

Розроблені технологічні параметри для виробництва профілю 16×16 мм з товщиною стінки 0,5 мм зі сталі 22MnB5. За методикою В.М. Пінчука зроблено розрахунки, що показали можливість отримання такого профілю проштовхуванням через одну неприводну кліть з відповідними формою та розмірами калібром з використанням заготовки діаметром 20 мм. Для розрахунку радіуса закруглення рівчака калібру степеневу функцією була апроксимована діаграма розтягнення вищезазначеної сталі. Також розраховані енергосилові показники процесу.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «ТЕРМІЧНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ»*

### **УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ БРОНІ ЗІ СТАЛІ 110Г13Л ДЛЯ КОНУСНИХ ДРОБАРОК**

**Ножихін О.П., керівник доц. Перчун Г.І.  
Національна металургійна академія України**

Відомо, що під впливом динамічних навантажень та холодної деформації відбувається самозміцнення сталі 110Г13Л до 600 НВ. Ці властивості сталі і обумовлюють її широке застосування в найрізноманітніших галузях промисловості, особливо в гірничорудній галузі, для виготовлення броні для футеровки дробильно-розмельного устаткування, зубів ківшів екскаваторів і ін.

В роботі розглянуті питання удосконалення режиму термічної обробки броні зі сталі Гадфільда для конусної дробарки, що виготовляється на підприємстві ПрАТ «Дніпроважмаш». Відомо, що сталь Гадфільда отримує цінні і характерні для неї властивості тільки в загартованому стані, тому метою термообробки є отримання чисто аустенітної структури після гарту. При нагріванні сталі під загартування дуже важливо повністю розчинити карбіди в аустениті і не допустити їх виділення при охолодженні сталі. Для забезпечення необхідного комплексу властивостей на підприємстві виливки зі сталі 110Г13Л піддають термічній обробці, яка полягає в загартуванні від температури 1050-1100° С у воді. Після гарту сталь 110Г13Л має аустенітну структуру з твердістю 250 НВ і високою в'язкістю. На підставі проведеного аналізу науково-технічної літератури розглянута можливість зниження тривалості режиму термічної обробки виливків зі сталі марки 110Г13Л за рахунок диференціації температур нагрівання виливків під загартування в залежності від вмісту в них вуглецю (0,9-1,25%). Відомо, що чим вище вміст вуглецю в сталі 110Г13Л, тим вище температура нагріву під гартування. Нами запропоновано змінювати температуру нагрівання таким чином: розділити відливки на 3 групи по вмісту вуглецю і призначити для кожної групи свою температуру нагріву під загартування. Приклад подібної запропонованої градації виливків наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 Рекомендована температура гартування для різних груп відливок

№п/п	Вміст вуглецю, %	Температура гартування, °С
1	0,90-1,0	900
2	1,0-1,10	950
3	1,10-1,25	1030

Таким чином, температура загартування виливків зі сталі марки 110Г13Л дійсно може бути знижена, в тому числі в деяких випадках на 130-180°С, при цьому не потрібне внесення



кардинальних змін до ритму роботи цеху. Запропонована схема для своєї реалізації вимагає лише прийняття додаткових організаційних заходів. При цьому слід мати на увазі, що зниження температури нагріву під загартування - це зменшення тривалості циклу термічної обробки, прискорення темпів обробки виливків, економія енергоносіїв, скорочення часу роботи нагрівальних елементів в зоні високих температур і, отже, продовження ресурсу їх роботи.

## **ВІДМІННІ РИСИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ І ВИРОБІВ І ТИХ ЖЕ ОБ'ЄКТІВ З КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ**

**Твердохліб А.Ю., керівник доц. Чмельова В.С.  
Національна металургійна академія України**

1. Термічна обробка сталевих напівфабрикатів і виробів широко використовуються для формування властивостей елементів конструкцій, а також інструментів різних типів.

Термічна обробка для інструменту з кольорових металів і сплавів не використовується, а для властивостей конструкцій використовується, але в порівняно менших масштабах.

2. Інтервал температур нагрівання для кольорових металів і сплавів значно менше, ніж для сталей. Для сталей, наприклад, 1000 ° С, для кольорових металів і сплавів 300 – 500 ° С, за винятком титану і титанових сплавів. Відповідно, і устаткування різне.

3. Температура плавлення кольорових металів і сплавів знаходиться близько від температури нагріву під термічну обробку. Тому для кольорових металів і сплавів може легко відбуватися оплавлення.

4. Сталеві напівфабрикати і вироби найчастіше феромагнітні, тому для них може використовуватися індукційний нагрів. А кольорові метали і сплави найчастіше парамагнітні, тому індукційний нагрів, якщо можливий, вимагає спеціального обладнання і режимів.

5. Якщо основна матриця сталевих виробів і напівфабрикатів має ОЦК решітку, за винятком аустенітних сталей, то для кольорових металів і сплавів на їх основі переважає ГЦК грати і зустрічається ГПУ решітка (титан і сплави на його основі).

6. Якщо для сталевих виробів в якості зміцнюючої обробки найбільш поширена гарт на мертенсит, то для виробів з кольорових металів і сплавів в якості зміцнюючої термічної обробки найчастіше застосовується гарт на пересичений твердий розчин (без зміни типу решітки матриці) з подальшим старінням, т. е. зміцнення йде за рахунок виділення надлишкових фаз. Для деяких кольорових металів і сплавів може використовуватися гарт на мартенсит: для алюмінієвих бронз і сплавів на основі титану.

7. Кольорові метали та сплави значно дорожче чорних металів і сплавів і набагато більш токсичні (наприклад, берилЛіва бронза). Тому, термічну обробку необхідно проводити точно і акуратно, щоб не було шлюбу і з точки зору економії і техніки безпеки, а також екології.

## **СТРУКТУРА І ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВУ АК5М**

**Капшук А.С., керівник доц. Романова Н.С.  
Національна металургійна академія України**

Ливарний сплав АК5М (система алюміній - кремній - мідь) застосовується в космічній галузі, літакобудуванні, вертольотобудуванні, машинобудуванні, будівництві, тобто там, де є потреба у фасонних оливках достатньої міцності і жароміцності.

Таблиця 1 – Хімічний склад в % сплаву АК5М ГОСТ 1583 – 93

Al	Si	Cu	Mg	Fe	Mn	Zn	Be	Sn	Домішки	Ti+Zr
90.7 - 94.15	4.5 - 5.5	1 - 1.5	0.35 - 0.6	до 1.5	до 0.5	до 0.3	до 0.01	до 0.01	всього 1.7	<0.15

Сплав марки АК5М має середню міцність при кімнатній і підвищених температурах. Він є найбільш жароміцним серед спеціальних силумінів. Застосовуються без модифікування для виготовлення мало - і середньонавантажених деталей, що працюють при температурах 250-275 °С. Кремній є одним з основних легуючих елементів в ливарних алюмінієвих сплавах (силумінах). Згідно з потрібною діаграмою стану Al - Si - Cu фазовий склад сплаву АК5М включає первинний дендрит  $\alpha$ - Al тв.р-ра, подвійну і потрібну евтектики ( $\alpha + Si$ ) і ( $\alpha + Si + CuAl_2$ ) відповідно. Додаткове легування магнієм призводить до появи інтерметалідів, таких як  $Mg_2Si$ ,  $CuMgAl_2$  і ін., які сприяють додатковому зміцненню сплаву АК5М. Для стабілізації розмірів фасонних оливок і підвищення міцності сплав АК5М піддається термічній обробці у вигляді загартування в гарячу воду і подальшому штучному старінню. Після визначення фазового складу і структури сплаву, які зафіксовані в цій роботі, був проведений другий етап дослідження, який пов'язан з оптимізацією параметрів термічної обробки методами математичного моделювання і одномірної оптимізації з метою підвищення жароміцності і стабілізації розмірів деталей із сплаву АК5М.

#### ***Використана література***

1. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов.- М.: Металлургия, 1979.
2. Аристова Н.А., Колобнев И.Ф. Термическая обработка литейных алюминиевых сплавов М.: «Металлургия», 1977. - 144 с.
3. Алиева С.Г. Промышленные алюминиевые сплавы, М: Металлургия, 1984
4. Перспективные алюминиевые сплавы с повышенной жаропрочностью для арматуростроения как возможная альтернатива сталям и чугунам Н.А. Белов, А.Н. Алабин, НИТУ «МИСиС» кафедра технологии литейных процес сов, Actual Conference 2(65) 2010 [http://www.valve-industry.ru/pdf\\_site/65/65-material-Belov.pdf](http://www.valve-industry.ru/pdf_site/65/65-material-Belov.pdf)

### **МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС**

**Довгань А.Ю., керівник ст. викл. Кімстах Т.В.  
Національна металургійна академія України**

Останнім часом відбувається істотна зміна умов експлуатації рухомого складу залізничного транспорту, що обумовлено зростанням швидкостей руху і збільшенням навантаження до 30 тонн на вісь. У зв'язку з цим питання підвищення якості залізничних коліс є перспективними і актуальними.

Залізничне колесо є однією з головних деталей залізничного транспорту, яка безпосередньо впливає на безпеку руху. Колесо працює в дуже складних експлуатаційних умовах, є не тільки опорою вагону, але й гальмівним барабаном.

Оптимальною структурою металу ободів коліс прийнято вважати дисперсний перліт з невеликою часткою фериту, що забезпечує досить високий комплекс показників міцності, твердості і в'язкості колісної сталі.

Однак можливості перлітної структури в значній мірі вичерпані, і необхідний новий нетрадиційний підхід. Перспективною структурою сталі, яка забезпечує раціональне співвідношення підвищених характеристик твердості, міцності і в'язкості, є бейніт.

Відомо, що в країнах з розвинутою залізничною мережею проводяться розробки рейок і коліс зі структурою бейніту. Що стосується бейнітних рейок, то відомий рівень їх

твердості (до 400 НВ) вимагає застосування залізничних коліс з відповідною твердістю. Це забезпечить співвідношення твердості колесо/рейка (0,8-1,0)/1,0 [1] і необхідний рівень зносостійкості і контактної міцності такої пари тертя.

Дослідження показали [2], що бейнітні сталі дуже перспективні для виробництва залізничних коліс, проте необхідно використання і рейок з бейнітною структурою.

#### **Використана література**

1. Особенности производства цельнокатаных колес, бандажей и осей. Соответствие их уровня и качества условиям эксплуатации / И. Г. Узлов, Л. А. Моисеева // Залізничний транспорт України. – 1997. – № 2–3. – С. 20–21.

2. Cassidy, P. D. (2001). A new wheel material for the new century. XIII International Wheelset Congress, Rome, Sept. 17–21.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОГО ВІДПАЛУ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ДРОТУ ЗІ СТАЛІ 08Г2С Кириченко В.В., керівник доц. Ключник Ю.О. Національна металургійна академія України**

На зразках дроту діаметром 3 і 4 мм досліджували вплив параметрів швидкісного відпалу на його механічні властивості. В умовах дослідження, яке проводили у двозонній лабораторній печі, змінювали температуру у першій зоні від 800 до 1100°C та час витримки у другій при температурі 680°C. Процес нагріву контролювали за показанням термопар, що були вмонтовані у серцевині дроту та на його поверхні.

Нагрів у першій зоні вели до досягнення поверхнею температури 680°C з негайним наступним переносом зразка до низькотемпературної зони, де його витримували при постійній температурі протягом різного часу до п'яти хвилин.

Механічні властивості дроту визначали шляхом стандартних випробувань на розтягнення за межею міцності  $\sigma_B$ , відносним подовженням  $\delta_{200}$  та звуженням поперечного перетину  $\psi$ .

Встановлено, що оптимальні властивості дроту, який підлягає подальшому волочінню, забезпечуються при таких режимах швидкісного відпалу:

- дрот діаметром 3 мм: витримка при 1100°C 11 с і в зоні 680°C – 313 с;
- дрот діаметром 4 мм: витримка при 1000°C 21 с і в зоні 680°C – 303 с.

Відповідно середні значення характеристик властивостей при загальному часі відпалу 5,4 хв становили:

- для діаметра 3 мм –  $\sigma_B = 554$  МПа;  $\delta_{200} = 15,8\%$ ;  $\psi = 67,6\%$ ;
- для діаметра 4 мм –  $\sigma_B = 513$  МПа;  $\delta_{200} = 14,8\%$ ;  $\psi = 79,6\%$ ;

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРЕННОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛИ 40X ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ.**

**Подольский Р.В, Гарбуз Д.В., руководитель , проф. Дейнеко Л.Н.  
Національна металургійна академія України**

Сталь 40X часто применяют для изготовления ответственных деталей типа валов, валов-шестерен, зубчатых венцов, полуосей, в т.ч. и работающих при повышенных температурах - роторов турбокомпрессоров, седл различных клапанов, деталей насосов и трубопроводной арматуры.[1,2]

Анализ возможных механизмов измельчения зеренной структуры стали типа 40X в сечения свыше 50...80 мм, способных обеспечить в готовом изделии высокий уровень не

только прочности, но и пластичности с низкотемпературной вязкости, а также снижения охрупчивания при улучшении за счет отпускной хрупкости, является термоциклическая обработка (ТЦО).

В таблицах 1, 2 приведены сопоставительные результаты свойств стали 40Х после различных режимов обработки исследования (нормализации; ТЦО для получения сверхмелкого зерна и зернистого перлита (табл. 1), закалки с низким отпуском и ТЦО (табл.2).

Таблица 1 – Механические свойства стали 40Х после различных режимов обработки. [1,2]

Режим обработки	$\sigma_B$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\psi$	КСУ Дж/см <sup>2</sup>
	МПа		%		
Нормализация	702	395	25	60	65
ТЦО (ТЦО с восемью циклами): -измельчающее зерно -сфероидизирующая	686	412	32,4	68,3	165
	733	462	23,2	75,8	327*

Таблица 2 – Влияние размера зерна на механические свойства стали 40Х после ТЦО и закалки с низким отпуском. [1,2]

Режим обработки	Балл зерна	HRC	$\sigma_B$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\psi$	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>	, МПа $\times\sqrt{R}$
			МПа		%			
ТЦО и отпуск при 200°C	10	51	2120	1760	12	48	40	168
Закалка и отпуск при 200°C	6	50	2020	1680	8	38	28	130

#### **Список использованных источников**

1. Федюкин В.К., Смагоринский М.Е. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин.- Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние,1989.-255с.: ил.
2. Федюкин В.К. Метод термоциклической обработки металлов. Л.: ЛГУ, 1984. 192 с.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХТО – КАРБОНИТРАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЗАМКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ НЕФТЯНОГО СОРТАМЕНТА**

**Твердохлеб А.Ю., Сова Д.А., руководитель проф. Дейнеко Л.Н.  
Національна металургійна академія України**

В мировой практике производства и эксплуатации труб нефтяного сортамента сохраняется тенденция увеличения количества используемых ресурсосберегающих технологий. В соответствии с требованиями нормативных документов (например, ГОСТ Р 51245-99) замки бурильных труб, муфтовые соединения для увеличения их ресурса работы необходимо подвергать упрочняющим обработкам (химико-термической обработке - ХТО, наплавке и др.), способствующим повышению их эксплуатационной стойкости. Одним из эффективных способов поверхностного упрочнения металла изделий является ХТО в расплавах активных солей. Процесс карбонитрации был разработан Д.А. Прокошкиным и заключается в насыщении поверхности деталей азотом и углеродом в синтезированном расплаве солей дициандиамида калия и поташа при температуре расплава 540...580<sup>0</sup>С. Для

придання корозійних властивостей деталям після карбонітрації часто додатково проводять ще процес окиснення в нітритно-щелочному розплаві при його температурі 350...400<sup>0</sup>С или водному розчині при 130...150<sup>0</sup>С. Это способ поверхностного упрочнення деталей имеет ряд преимуществ перед традиционными процессами азотирования, цианирования, борирования и др.

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ КОНУСІВ ЗАСИПНИХ АПАРАТІВ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ**

**Циганков М.С., керівник доц. Перчун Г.І.**

**Національна металургійна академія України**

Засипні апарати призначені для розподілу та шлюзування шихтових матеріалів, а також для газоушільнення колошника доменної печі. Конус і чаша є складовими частинами засипного апарату доменної печі, які повинні мати достатню міцність та абразивну зносостійкість. Застосування підвищеного тиску колошникового газу викликає посиленний знос контактної поверхні великого конуса і чаші засипного апарату. Термін служби великого конуса на більшості металургійних заводів не перевищує 10 – 12 місяців, а заміна останнього вимагає зупинки доменної печі на 3-4 доби. Конус і чашу засипного апарату виготовляють зі сталевих виливків II групи зі сталі 25Л, 30Л або з листового прокату зі сталі 09Г2С. Для надання необхідних механічних властивостей відлиті конус та чаша проходять термічну обробку – нормалізацію при температурі 880-900<sup>0</sup>С з одержанням розміру зерна 5–6 балів. Після цього проводять відпал при температурі 610-630<sup>0</sup>С з метою попередження напружень, які могли виникнути при нерівномірному охолодженні масивного виробу. З метою підвищення зносостійкості засипного апарату використовують технологічний процес автоматичного наплавлення контактної поверхні конусів і чаш засипних апаратів зносостійкими матеріалами. Тому наступним етапом в технології виробництва є наплавлення захисного покриття на контактні поверхні конусів і чаш твердосплавною стрічкою марки ПЛАН-Т101 на установці У-75. Товщина захисного шару повинна бути не менше 9 мм. Ширина захисного шару на чаші повинна бути не менше 200 мм, на конусі – встановлюється за погодженням із замовником, але не повинна бути менше 600 мм. Після наплавлення кожного зносостійкого шару проводять термічну обробку – відпал для зняття наплавочних напружень в електричній шахтній печі при температурі 620-650<sup>0</sup>С протягом 9 годин. Охолодження виробу проводять з піччю зі швидкістю не більше 50 °С/год. до температури 250 °С, після чого охолодження завершують зі знятою кришкою. Твердість захисного шару при температурі від 10 до 40 °С повинна бути не менше НРС 45. Використані режими термічної обробки дозволяють підвищити зносостійкість засипного апарату і подовжити строк експлуатації металургійного обладнання.

## **ВПЛИВ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ МАРТЕНСИТНО-СТАРІЮЧИХ СТАЛЕЙ**

**Антипов Б.С., керівник ст. викл. Зайцева Т.О.**

**Національна металургійна академія України**

Одним з найбільш перспективних шляхів підвищення міцності мартенситно-старіючих сталей (МСС) вважають комбінований вплив в одному технологічному циклі пластичної деформації та термічної обробки (ТО). Змінюючи їх послідовність та конкретні режими (ступінь, швидкість і температуру деформації, швидкість нагріву та охолодження і т.д.), можна керувати структурою та властивостями в широкому діапазоні значень. Однак ефективність застосування термомеханічної обробки до МСС в різних роботах оцінюють не

однаково, пояснюючи це відмінностями у хімічному складі зміцнювальних сталей та режимах обробки на всіх її етапах.

Є розбіжності в оцінці іншої технологічної схеми, яка передбачає проведення пластичної деформації після гартування, тобто вже в мартенситному стані (перед старінням або після нього). Це позитивно відбивається на рівномірності опрацювання заготовки по перерізу та розширює можливості реалізації процесу в промисловості. Однак тут між дослідниками виникають розбіжності щодо ступенів деформації: від малих (не більше 3-6 %) до 20...60 % і навіть до 85 %.

При пластичній деформації в сталі виникають різні дефекти кристалічної структури, які впливають на розпад пересиченого твердого розчину як в процесі деформування, так і при подальшому старінні. При цьому вплив деформації на розпад твердого розчину може виявитися досить складним: в одних випадках було встановлено прискорену дію деформації на розпад твердого розчину, в інших – різний вплив деформації на окремі стадії розпаду (одні стадії протікали швидше, інші – повільніше).

Незважаючи на існуючі розбіжності з деяких питань, автори всіх робіт стверджують, що пластична деформація є ефективним засобом поліпшення властивостей, що характеризують ресурс роботи МСС. Позитивний вплив деформації на комплекс властивостей МСС пов'язують з дією низки взаємопов'язаних факторів, що викликають особливі перетворення в їх мікро- та субструктурі.

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ШТАМПОВ ГОРЯЧЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ**

**Акмаев Д.П., руководитель ст. преп. Зайцева Т.А.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Тяжело нагруженные штампы горячего деформирования (ГД) являются дорогим видом технологической оснастки кузнечно-штамповочного производства любого завода машиностроительной отрасли. Расходы на штампы составляют до 19 % общей стоимости поковок, а средний удельный расход штамповой стали на одну тонну поковок, в зависимости от их величины и сложности, колеблется в пределах 15-22 кг. Поэтому существенным резервом снижения затрат на производство поковок является восстановление изношенных поверхностей.

Наиболее надежным, простым и оперативным способом восстановления штампов ГД в условиях производства является наплавка материалами повышенной прочности. Ее применение позволяет повысить долговечность работы штамповой оснастки в 1,8...2,4 раза. При этом оптимизация системы упрочнения оснастки должна предполагать не только выбор соответствующего типа наплавляемого металла и получение определенной структуры поверхностных слоев, но и отработку технологии, способной обеспечить качество и производительность.

Один из путей решения этих вопросов – метод обратноступенчатой наплавки – позволяет существенно повысить прочность и стойкость сплава к горячим трещинам за счет измельчения дендритной структуры, ее дезориентации и увеличения доли равноосных кристаллитов в наплавленном металле. Данный подход представляет теоретический и практический интерес: он включает в себя инновационные решения на основе традиционных технологий и не требует дополнительных затрат на существующих производственных мощностях.

К эффективным способам повышения стойкости деталей штампов также относят термоциклическую обработку; применение ХТО (азотирования, цианирования, диффузионного хромирования).

## **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРЕСТОВИН**

**Бадылов Д.Д., Мартыненко И.Ю., руководитель ст. преп. Зайцева Т.А.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Крестовина с неподвижными элементами – один из наиболее уязвимых узлов стрелочных переводов. Срок ее службы в 2,5–3 раза меньше срока службы стрелочного перевода в целом. Интенсивный износ и потребность в частой смене крестовин из-за недостаточной их надежности – одна из причин их дефицита и ограничения скоростей движения на железных дорогах.

Для отливки сердечников крестовин на железнодорожном транспорте применяют высокомарганцовистую сталь. Процесс упрочнения этой стали сопровождается существенным снижением пластичности и вязкости, что ограничивает ее сопротивляемость износу и способствует контактно-усталостным разрушениям, а в конечном итоге приводит к снижению эксплуатационной стойкости железнодорожных крестовин. Поэтому сохранение на достаточном уровне пластичности высокомарганцовистой стали при деформационном упрочнении является одним из возможных методов повышения эксплуатационной стойкости крестовин.

Работы по улучшению высокомарганцовистой стали ведутся в трех направлениях: 1 – поиск оптимального химического состава, включая легирование и модифицирование; 2 – поиск оптимальной технологии изготовления (режим плавки, термической обработки, способ разлива и т.п.); 3 – улучшение прочностных характеристик стали за счет предварительной обработки отливок давлением (холодная накатка, взрыв).

При эксплуатации железнодорожных крестовин с сердечниками из стали Г13Л изменение размеров происходит от колес подвижного состава, поэтому необходимо доэксплуатационное упрочнение сердечников крестовин для того, чтобы износ их определялся истиранием металла. Известны различные методы упрочнения: упрочнение энергией взрыва, электрогидравлический удар, науглероживание, вакуумная обработка, применение холодильников, наплавка крестовин и т.д.

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СТАЛЕЙ.**

**Грицуля А В, Дуруахурунва Ч.Л., руководитель проф. Дейнеко Л.Н.  
Национальная металлургическая академия Украины**

В связи с стремительным развитием различных отраслей промышленности и оснащения машин и механизмов электродвигателями, потребляющими электротехнические стали (ЭТС), потребности в изотропной стали непрерывно увеличиваются. В работе исследовали влияние химического состава и режимов термической обработки на свойства изотропной электротехнической стали (с первой по четвертую группы легирования). Изучали влияние легирующих элементов (углерода, кремния, фосфора, алюминия, неметаллических включений) на процессы структуро- и текстуробразования, магнитные свойства и твердость ЭТС. Определены основные требования к температурно-скоростным режимам нормализации, которые определяют формирование рационального соотношения фаз (обеспечивает технологичность обработки полос при травлении и последующей холодной прокатке) и предотвращают переход в твердый раствор включений (AlN, MnS) при температурах нормализации с последующим выделением дисперсных включений фазы-ингибитора в процессе охлаждения металла с температуры нормализации.

## ЗАГАЛЬНІ РИСИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ТА ВИРОБІВ І ТИХ ЖЕ ОБ'ЄКТІВ З КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

Капшук А.С., керівник доц. Чмельова В.С.

Національна металургійна академія України

1. Призначення – зміна властивостей за рахунок зміни структурного стану.
2. Режими термічної обробки включають операції нагріву, витримки та охолодження.
3. Включають зміцнюючу і зм'якшувальну обробку.
4. Режими термічної обробки, особливо що включають фазові перетворення, визначаються на основі діаграм стану та кінетичних діаграм фазових перетворень при нагріванні та охолодженні. За діаграмою стану визначають необхідні температури при нагріванні та охолодженні. За кінетичними діаграмами визначають час витримки, а також необхідні швидкості нагріву і охолодження.
5. Як і для сталевих напівфабрикатів і виробів, зміна структури досягається, або тільки термічним впливом або комбінованою термічною обробкою. Наприклад, хіміко-термічна обробка, термічна обробка поєднана з деформаційним впливом (ТМТО, НТМО і т.п.).

Наприклад, при термічній обробці алюмінієвих сплавів застосовують гартування та старіння. Відпал – для зняття деформаційних напружень. Гартування полягає в нагріванні сплавів до температури при якій надлишкова інтерметалідна фаза розчиняється в алюмінієвих, витримці при цій температурі і швидкому охолодженню до нормальної температури для отримання пересиченого твердого розчину. Температура гартування сплавів системи Al–Cu визначається за діаграмою стану Al–Cu. Температура гарту призначається вище лінії граничної розчинності, для сплавів, які містять менше 5,7% Cu і нижче евтектичної лінії (548 °C) для сплавів, які містять більшу кількість Cu.

При нагріванні під гартування сплавів, які містять до 5,7% Cu, надлишкова фаза  $\text{CuAl}_2$  повністю розчиняється і при наступному швидкому охолодженні фіксується тільки пересичений  $\alpha$  - твердий розчин.

## ЦИРКОНИЙ – “ОДЕЖДА” УРАНОВИХ СТЕРЖНЕЙ

Бойко Р.А., Баранец А.В., керівник доц. Чмелёва В.С.

Национальная металлургическая академия Украины

Чистий цирконій – внешне схожий на сталь, но более прочный металл, обладающий высокой пластичностью. Одно из замечательных свойств циркония – его исключительная стойкость ко многим агрессивным средам. По антикоррозионным качествам цирконий превосходит такие стойкие металлы как ниобий и титан. Цирконий является ценным легирующим элементом так как значительно улучшает многие свойства сталей: повышает твердость и прочность сталей, улучшает их обрабатываемость, прокаливаемость, свариваемость, благоприятно влияет на жидкотекучесть сталей, измельчает содержащиеся в ней сульфиды, делает структуру металла мелкозернистой.

При введении циркония в конструкционную сталь заметно возрастает её окалиностойкость: потери в весе стали марок 40 45, в которой содержится 0,16 – 0,37 % циркония, после 3-х часовой выдержки 820 °C примерно в 6 – 7 раз меньше, чем той же стали но не легированной цирконием. Цирконий значительно повышает и коррозионную стойкость конструкционных сталей. Так, после 3-х месячного пребывания в воде стали марки 20Г потеря в весе в пересчете на 1 м<sup>2</sup> составила 16,3 грамма, в то время как образец той же стали но с добавкой 0,19% циркония, «похудел» лишь на 7,6 грамма. Циркониевую сталь можно нагревать до достаточно высоких температур, не опасаясь перегрева. Это позволяет интенсифицировать процессыковки, штамповки, термообработки, цементации металла.



Плотная мелкозернистая структура и высокая прочность циркониевой стали в сочетании с хорошей жидкотекучестью позволяют изготавливать из неё отливки с более тонкими стенками, чем из обычной стали.

Цирконий оказался хорошим союзником и для многих цветных металлов. С добавкой этого элемента к меди резко увеличивается её прочность, почти не снижается электропроводность. Введение циркония в алюминиевые сплавы заметно повышают их прочность, пластичность, сопротивление коррозии, теплостойкость. Коррозионная стойкость сплава титана с 14% циркония в 5% соляной кислоте при 100 °С в 70 раз выше, чем у технически чистого титана.

Роль циркония как легирующего элемента для сталей и сплавов важна и почетна, но главное предназначение циркония – оболочка урановых стержней. В атомных реакторах уран используется как ядерное топливо, а цирконий служит оболочкой урановых стержней. Из циркония выгоднее делать не стационарные детали активной зоны реактора, а оболочки тепловых элементов. Цирконий в отличие от многих других металлов легко пропускает нейтроны (“нейтронная прозрачность”). Этим свойствам должен обладать материал для корпусов урановых стержней. Некоторые металлы – магний, алюминий, олово – в этом отношении сходны с цирконием, но они легкоплавки и не жаропрочны. Цирконий плавится при 1800 °С, поэтому вполне выдерживает тепловые нагрузки ядерной энергетики.

## **НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

**Швед О.В., керівник доц. Перчун Г.І.  
Національна металургійна академія України**

Основним методом поверхневого зміцнення високонавантажених зубчастих коліс залишається хіміко-термічна обробка. Пошуки шляхів підвищення якості та інтенсифікації зміцнення привели до розробки технології та обладнання для іонної цементації і нітроцементації. Головна перевага процесів іонної цементації і нітроцементації полягає в тому, що вони формують дифузійні шари високої несучої здатності. Особливо ці процеси важливі для високонавантажених зубчастих коліс, виготовлених з комплексно-легованих теплостійких сталей, в тому числі дисперсійно-твердіючих. Подальший пошук найбільш ефективних з економічної точки зору способів цементації привів до впровадження цементації і, в меншій мірі, нітроцементації в атмосферах низького тиску (вакуумної цементації і нітроцементації), що здійснюються без додаткової інтенсифікації технологічного процесу зовнішнім електричним полем, що підтримує в робочій камері тліючий розряд. Технологічні можливості вакуумної цементації і нітроцементації (ХТО в атмосферах низького тиску) суттєво перевершують можливості традиційних газових процесів. Вакуумна цементація і нітроцементація гарантують високі експлуатаційні властивості дифузійних шарів, хорошу відтворюваність результатів насичення, оптимальне співвідношення ціни і якості обробки. Вакуумні процеси запобігають обумовлені наявністю в газових атмосферах, крім насичуючого газу, оксидів вуглецю, водню, азоту, парів води і кисню шкідливі наслідки зовнішнього і внутрішнього окислення (аж до формування оксидної сітки по межах зерен), а також характерного для газових процесів обезвуглецювання оброблюваної поверхні, забезпечуючи більш високі властивості шару, що насичується. Передові процеси хіміко-термічної обробки в 3-5 разів інтенсифікують дифузійне насичення, обмежуючи його 2-6 годинами для отримання шарів 0,8-1,2 мм, підвищують їх якість (збільшують зносостійкість і контактну витривалість), значно (на 80-90%) знижують витрату електроенергії і технологічних газів. Ці процеси повною мірою відповідають вимогам

інтенсивної, гнучкою, енергозберігаючої та екологічно чистої технології поверхневого зміцнення.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В СТАЛЬНЫХ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ЗАКАЛОК**

**Сафронова О.А., Филипов А.А. руководители проф. Дейнеко Л.Н. , доц. Ключник Ю.А.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

В связи с возрастающей потребностью повышения надежности и безопасности в условиях эксплуатации, снижения веса изделий предпринимаются постоянные усилия по разработке высокопрочных сталей с достаточно высокой пластичностью.

В этом аспекте в последние годы появился целый ряд публикаций, посвященных исследованию нового типа закалки, которая получила название «закалка с разделением» и в англоязычной литературе обозначена аббревиатурой Q&P (Quenching and Partioning).

Обработка по методу Q&P включает в себя три этапа: 1) закалка из аустенитного состояния до температуры, лежащей в интервале  $M_n-M_k$ ; 2) нагрев и выдержка при температуре разделения, где происходит перераспределение углерода из пересыщенного мартенсита в остаточный аустенит; 3) конечный этап охлаждение до комнатной температуры. Опубликованные в научно-технической литературе данные позволяют судить о том, что наличие в структуре стабилизированного аустенита обеспечивает получение TRIP-эффекта, что позволяет получить хорошо сочетание прочностных ( $\sigma_b =$  до 2000 МПа;  $\delta =$  около 20% и более) в сталях с различным содержанием углерода. Аналогичные результаты получены также на сталях, легированных марганцем и хромистых нержавеющей сталях.

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ**

**Грицуля А.В., руководитель доц. Чмелёва В.С.**

**Национальная металлургическая академия Украины**

Тугоплавкими называются металлы, температура плавления которых выше, чем у железа (1539 °С). Температуры плавления тугоплавких металлов: Nb (Ниобий) 2415 °С; Мо (Молибден) 2625 °С; Cr (Хром) 1900 °С; Та (Тантал) 2996 °С; W (Вольфрам) 3410 °С; V (Ванадий) 1920 °С; Zr (Цинк) 1855 °С.

Цирконий – “одежда” урановых стержней.

Характеристика тугоплавких металлов и сплавов: 1. Все тугоплавкие металлы имеют ОЦК решетку; 2. У всех повышена доля ковалентной связи между атомами; 3. Прочные межатомные связи;

4. Малое тепловое расширение; 5. Небольшая теплопроводность; 6. Высокая жесткость.

Легирующие элементы добавляют для повышения жаропрочности, так как чистые тугоплавкие металлы обладают низкой жаропрочностью. Большим недостатком тугоплавких металлов и сплавов на их основе является высокая температура хладноломкости. Для снижения температуры хладноломкости повышение жаропрочности добавляют легирующие элементы. Например: Мо добавляют к Nb; Zr добавляют к Nb, Мо; к Ti Та добавляют углерод. Легирующие элементы обеспечивают при соответствующей термической обработке выделение частиц карбидов и оксидов. Тугоплавкие металлы характеризуются, за исключением Nb, температура хладноломкости которого ниже -196 °С, повышенной хрупкостью. Это обстоятельство существенно затрудняет придание необходимой

геометрической формы изделий из тугоплавких металлов и сплавов. Сравнительно недавно разработаны методы для устранения указанного недостатка – применением термомеханической обработки. Эта обработка заключается в деформации заготовок ниже температуры рекристаллизации. При деформации формируется определённая дислокационная структура с размерами дислокационных фрагментов не более 1 микрона.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ»*

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СОРТОВОГО ПРОКАТУ НА ДРІБНОСОРТНО-ДРОТОВОМУ СТАНІ**

**Кузін М.С., керівник доц. Алпаєв М.Є.  
Національна металургійна академія України**

В роботі виконаний аналіз технології та обладнання сортової прокатки, сортаменту сталей і продукції. Запропоновані напрямки вдосконалення технології виробництва на підставі аналізу технічної літератури.

Виконаний проект виробництва продукції на дрібносортно-дротовому стані 550/300 у середовищі Microsoft Project. Відмінністю є розрахунки продуктивності, калібрування робочого інструмента, елементів кліті на міцність, які виконані з використанням MS Excel, MathCad. Виконані креслення та 3D модель чорнової сортопрокатної кліті 450.

Економічно обґрунтовані обрані шляхи вдосконалення технології виробництва, змодельовані та розраховані виробничі параметри. Також було розглянуто альтернативний план виробництва, коли частка катанки у виробництві перевищує частку сортового прокату.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТЕРМІЧНО ЗМІЦНЕНОЇ АРМАТУРИ**

**Величко С. Б., керівник доц. Алпаєв М.Є.  
Національна металургійна академія України**

В даній роботі розглянуто технологічний процес виробництва зміцненої арматурної сталі на стані 350. Досліджено основний недолік стану - лита заготовка має гіршу структуру металу в порівнянні з катаною. Розглянуто основні дефекти при обтиску сталі та засоби їх усунення.

В Microsoft Project виконано розробку проекту виробництва зміцненої арматури на прокатному стані для квадратної литої заготовки перерізом 125x125 мм, проведений аналіз виробничого циклу. Виконані технологічні розрахунки з використанням програмного середовища MS Excel.

Наведені заходи для оптимізації роботи основного устаткування. виконані електронні креслення робочих валків чотирьохвалкового стану. Розглянуті можливі напрямки вдосконалення технології виробництва термічно зміцненої арматури на безперевному прокатному стані. Запропоновано рекомендації, які дозволять знизити витрати на виробництво.

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ ВУГЛЕЦЕВИХ ТРУБ**

**Комаров Є.В., керівник доц. Алпаєв М.Є.  
Національна металургійна академія України**

В даній роботі приведений аналіз сортаменту та характеристика станів ХПТ, розглянута класифікація станів холодної прокатки труб, а також конструкція стана ХПТ-55.

На підставі аналізу технології та обладнання для виробництва вуглецевих труб в умовах «СЕНТРАВИС ПРОДАКШН ЮКРЕЙН» розробленні програми розрахунків основних технологічних параметрів, перевірки на міцність елементів кліті та представленні наглядні креслення і 3D моделі деталей робочої кліті, складальне креслення конструкції робочої кліті, подушки валків, валка, калібру та підкладки з використанням програмного забезпечення Auto Desk Inventor. В програмному середовищі Microsoft Project виконано розробку проекту виробництва холоднодеформованих труб на стані ХПТ-55 для труб із сталі Сталь 20. Виконаний аналіз виробничого циклу, та створена проектна модель.

Розглянуті та економічно обгрунтовані напрямки вдосконалення технології виробництва холоднодеформованих труб.

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СМУГОВОГО ПРОКАТУ В ЛИВАРНО-ПРОКАТНИХ МОДУЛЯХ**

**Ковальов Я. С., керівник доц. Алпасв М.Є.  
Національна металургійна академія України**

Виконаний аналіз проекту ливарно-прокатного комплексу (ЛПМ) в складі електросталеплавильного та прокатного цехів для виробництва гарячекатаного смугового прокату в рулонах, розроблений ГП «УКРДІПРОМЕЗ», м. Дніпро, Україна.

Виконані основні технологічні розрахунки, в тому числі розрахунки в електронному вигляді. На основі результатів розрахунків складена таблиця прокатки на прокатному стані. Розроблене креслення валків чотирьохвалкової чистової кліті, яка використана в ЛПМ, за допомогою програми AutoCAD.

Розглянуто напрямки вдосконалення виробництва заготовок в ливарній частині ЛПМ. Вивчені шляхи покращення якості продукції та зниження витрат енергетичних і матеріальних ресурсів в прокатній частині ЛПМ.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СКЛАДНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Скворцова А.Р., Всєвник М.В.,  
керівник доц. Соловійова І.А., ст. викл. Николаєнко Ю.М.  
Національна металургійна академія України**

З метою візуальної генерації об'єктів проектування – стана, ділянок цеху, міні-заводу, маршрутів пересування продукту по території підприємства в сучасному проектуванні необхідно використовувати принципи 3D моделювання.

Тривимірна графіка дозволяє створювати об'ємні моделі за допомогою спеціальних комп'ютерних програм. Autodesk Inventor це нова, сучасна САПР для параметричного твердотілого моделювання машин і механізмів. Інструментальні засоби програми забезпечують повний цикл конструювання і створення конструкторської документації.

Для обгрунтування актуальності і зручності застосування тривимірного моделювання в програмному середовищі Autodesk Inventor були побудовані моделі: пілігримового стана та стана холодної прокатки ХПТ-55. На підставі розроблених розрахунків окремих частин даних станів в програмному середовищі MS Excel, можливо отримати дані завдяки яким програма Autodesk Inventor згенерує моделі станів.

На основі даного моделювання можливо провести аналіз окремих деталей, а саме станини, валків, натискних гвинтів. Завдяки розрахунковим модулям які присутні в даній програмі, можливо розрахувати на міцність деталі, та побачити момент деформації при визначних силах що діють на ту чи іншу деталь, щоб отримати довговічну, зносостійку

деталь. Розробки спрямовані на проектування міні-заводу по виробництву холоднодеформованих труб із спеціальних сталей та сплавів.

### **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ХОЛДНОДЕФОРМОВАНИХ ТРУБ НА СТАНАХ ХПТР**

**Алпасьє Є.М., керівник доц. Соловйова І.А., ст. викл. Николаєнко Ю.М.  
Національна металургійна академія України**

З метою проектування або модернізації ділянок виробництва труб на станах ХПТР розроблено методику та комп'ютерну програму всього циклу технологічного проектування виробництва. Результати розробки мають удосконалені математичні моделі конструювання маршрутів і технологічних карт виробництва холоднодеформованих труб способом роликової прокатки, тривимірні моделі основного і допоміжного обладнання технологічної лінії виробництва труб в трубопрокатному цеху, що дає можливість виконувати необхідні технологічні розрахунки, визначати кількість необхідного обладнання для виконання програми виробництва та візуально проектувати ділянки трубоволоочильного цеху.

Розроблено алгоритм визначення розмірів заготовки, який представлений наступними етапами розрахунку:

Діаметр заготовки перед проходом на стані ХПТР визначиться з інтервалу

$$D + 2(t_0 - t) + Z \leq D_0 \leq D + \Delta D_{\max},$$

де  $Z$  – початковий зазор;

$\Delta D_{\max}$  – максимальне обтиснення за діаметром.

Отримані дані представлені у вигляді графіків залежності  $\Delta D_{\max}(D)$  і апроксимованні регресійними рівняннями.

На підставі аналізу даних про залежність товщини стінки заготовки від товщини стінки готової труби отримані регресійні залежності значень товщини стінки заготовки від товщини стінки готової труби. Моделі враховують типорозмір стану ХПТР, марку сталі і товщину стінки готової труби. Наприклад, для нержавіючих сталей узагальнена регресійна модель має вид:

$$t_0 = (0,0217 \cdot S_t + 0,661) \cdot \ln(T_{tr}) + (0,3657 \cdot \ln(S_t) + 1,1391).$$

### **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ХОЛДНОДЕФОРМОВАНИХ ТРУБ ВОЛОЧІННЯМ**

**Николаєнко М.А., керівник доц. Соловйова І.А., ст. викл. Николаєнко Ю.М.  
Національна металургійна академія України**

На кафедрі технологічного проектування НМетАУ проведені роботи по дослідженню параметрів деформації, використовуваних маршрутів і технологічних карт при виробництві труб волочінням з різних марок сталей. Марки сталі з близькими деформаційними властивостями були об'єднані в групи. Для всіх використовуваних марок сталей були встановлені максимально допустимі обтиснення по діаметру, які апроксимовані математичними моделями.

На підставі аналізу теоретичних і практичних даних розроблений алгоритм і комп'ютерна програма, яка призначена для технологічного проектування всього процесу виробництва холоднодеформованих труб волочінням.

У розробленій програмі розраховуються розміри заготовки, інструменту, напруження в трубі, що вийшла з волоки і необхідне тягове зусилля стана. Напруження в трубі порівнюється з гранично допустимим для обраної марки сталі (якщо можливий обрив, програма повідомляє про це користувачеві). На підставі розрахованого необхідного тягового зусилля стана і таблиці основних волочильних станів, програма повідомляє, який стан підійде для здійснення процесу. Розроблені тривимірні моделі процесу, волочильного стана, інструменту. Програма призначена для модернізації або проектування ділянок волочіння.

## **МАШИНОБУДУВАННЯ**

### *ПІДСЕКЦІЯ «МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МЕТАЛУРГІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ»*

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КУЛЬОВОГО ШПИНДЕЛЯ ПРОКАТНОГО СТАНУ** **Усов М.М., керівник доц. Кононов Д.О.** **Національна металургійна академія України**

Останнім часом для приводу робочих валків стали використовувати нові конструкції шпинделів і муфт з шарнірами на тілах кочення, такі як кульові шпинделі що передають крутний момент за допомогою тіл кочення - куль або роликів. Кульові муфти застосовувалися в нашій країні і за кордоном в транспортному виробництві ще в тридцятих роках. Однак в приводах прокатних станів подібні шарніри, зазнавши конструктивні зміни, стали застосовуватися лише через три десятиліття. Це можна пояснити тим, що тенденція зростання швидкостей прокатки в якості основного шляху підвищення продуктивності прокатних станів є поштовхом для пошуків нових конструктивних рішень шарнірів, що забезпечують точність заданих переміщень, високу довговічність, мінімальні вібрації робочих ліній і підвищення стабільності процесу і точності прокатки.

При експлуатації деяких станів виявилася особливість, що при збільшених кутах перекошу кульового шпинделя спостерігалось збільшення хвилястості прокату, а також підвищення випадків поломки обойми шпинделя.

У даній роботі був виконаний кінематичний аналіз роботи кульового шпинделя, для проведення досліджень якого була використана просторова параметрична модель шпинделя відтворена у програмі SolidWorks, а кінематичний аналіз руху розрахований у додатку SolidWorks Motion. Для визначення кутової швидкості шарніру у SolidWorks Motion до головки передавали постійне обертання 10 об/хв, після чого програма розраховувала рух всіх елементів шарніру та видавала результати у град/с. Було вираховано що при перекоші шарніра кутова швидкість не є стабільною, а починає коливатися в залежності від кута, наприклад при куті перекошу у 2° швидкість змінюється на 0.04 град/с або 0,07% від швидкості обертання. Це може впливати на роботу всього агрегату і, як наслідок, на якість випускаємої продукції.

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДУТТЄВОГО ТРАКТУ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ З** **УДОСКОНАЛЕННЯМ ДРОСЕЛЬНОГО КЛАПАНУ** **Асєєв В.Д., керівник проф. Білодіденко С.В.** **Національна металургійна академія України**

Процес доменної плавки вимагає безперервного і рівномірного надходження в неї повітря (дуття), транспортування якого відбувається за системою трубопроводів званім дуттєвим трактом.

З огляду на значні втрати на всьому протязі тракту від повітродувних машин до фурм доменної печі через порушення герметичності запірних клапанів і фланцевих з'єднань трубопроводів значно знижується надійність самого тракту.

Несправності дуттєвого тракту можуть спричинити за собою тривалий простій доменної печі, який вимагає тривалих пускових процесів з високими витратами.

Помічено, що основні втрати дуття відбуваються при нещільно закритих димових клапанах кауперів, що є наслідком важких умов їх роботи. Місцями продув на цих клапанах, крім нещільності прилягання тарелі клапана до свого сідла, є фланці, що з'єднують кришку клапана з корпусом, корпус зі штуцером повітронагрівача і корпус клапана з його підставою, розгерметизація яких відбувається внаслідок дії на фланці змінних деформацій, обумовлених роботою повітронагрівача на дуття або на газі. При роботі на газі відбувається температурне зростання кожуха нагрівача по висоті, внаслідок чого димової клапан, жорстко пов'язаний з штуцером повітронагрівача, також переміщається в вертикальній площині. Через це відбуваються розтягнення болтів, що з'єднують корпус клапана і підставу, і, як наслідок, пропуски повітря через ущільнювальний шнур між корпусом і сідлом. За даними практики експлуатації повітронагрівачів ці втрати становлять  $5 \div 20\%$ . Втрати індивідуальні для кожного повітронагрівального апарату і змінюються в процесі їх експлуатації.

Метою удосконалення дросельного клапана є зменшення інерційності регулювання тиску за рахунок того, що виникає на запірному органі при зміні тиску крутний момент, обумовлений асиметрією заслінки, встановлює її в становище, яке компенсує виниклу зміну тиску.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІДРОМЕХАНІЧНІЙ СИСТЕМІ ПРЕСУ ЗУСИЛЛЯМ 20 МН КОЛЕСОПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Абдулазаде Н.Х., керівник доц. Мазур І.А.**

**Національна металургійна академія України**

Досвід експлуатації гідравлічного пресу зусиллям 20 МН, котрий містить у своєму складі розгалужену гідромеханічну систему, постачену ручною системою керування з застарілою системою кулачкових валів, показав, що особливу проблему становить питання про фізичні можливості оператора як складової частини системи «людина – машина». При роботі пресу у проектному режимі з числом навантажень  $100 \div 120$  на годину, важко очікувати від оператора збереження проектного темпу прокатки та точності геометричних розмірів колісних заготовок у продовж зміни. Це пов'язано з тим, що оператор візуально визначає початок та кінець холостого, робочого та зворотного ходу пресу.

У результаті дослідження режимів роботи гідромеханічної системи пресу зусиллям 20 МН у проектному режимі було встановлено, що у гідромеханічній системі пресу небезпечні динамічні навантаження не виникають. Однак при цьому спостерігається зіткнення траверси з заготовкою (на при кінці холостого ходу) та з архітравом (на при кінці зворотного ходу), що призводить до зниження точності геометричних розмірів заготовки та руйнуванню механічних частин пресу відповідно. Для усунення цих явищ у роботі було запропоновано подавати команду на керування клапанами за 50 мм до кінця холостого та робочого ходів пресу. При таких режимах роботи гідромеханічної системи пресу усувається зіткнення траверси із заготовкою та архітравом. Однак при цьому відбуваються значні динамічні навантаження у гідромеханічній системі, котрі майже дорівнюють максимально припустимим значенням, особливо при холостому ході траверси. Тому в роботі було запропоновано виконувати гальмування траверси пресу за 100 мм до закінчення холостого та зворотного ходів. У результаті дослідження режимів роботи гідромеханічної системи пресу, з гальмуванням траверси у кінцевих положеннях, встановлено, що у гідросистемі пресу небезпечні навантаження не виникають. При цьому швидкість траверси на при кінці як

холостого так і зворотного ходів зменшується більш ніж чим у 2,5 рази, що призводить до зниження сили удару траверси о заготовку та архітрав.

**ГАРМОНІЧНИЙ АНАЛІЗ КОЛИВАНЬ ПРУЖНОГО КОЛОСНИКОВО-КАРТКОВОГО ЕЛЕМЕНТА ПОВЕРХНІ, ЩО ПРОСІЮЄ ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТУ**  
**Пустовий Є.М., керівник доц. Кононов Д.О.**  
**Національна металургійна академія України**

Просіююча поверхня вібраційних грохотів, повинна забезпечити складні рухи частить, які відсіюються – сипучого матеріалу.

Для забезпечення необхідних умов роботи просіюючих поверхонь, пропонується використовувати нову конструкцію пружно-динамічної активної просіючої поверхні – сита самоочисного колосниково-карткового, що розроблена на кафедрі МАМВ Національної металургійної академії України.

Консольні горизонтальні полки цих колосниково-карткових елементів під впливом сил вібрації, здійснює складні коливально просторові переміщення.

Мета дослідження: визначення власних частот і форм коливання пружного (гумового) елемента, що формує ситове полотно вібраційної машини, що дозволить досягати найбільших амплітуд коливання під час роботи вібраційного грохота.

Задача дослідження: розробити модель колосниково-карткового елемента сита для гармонійного аналізу за допомогою метода скінченних елементів у програмному пакеті ANSYS.

Так як колосниково-картковий елемент має складну форму, то пропонується для рішення використати метод кінцевих елементів.

Розроблена 3D модель карткового елемента просіючої поверхні. В якості матеріалу використовується гума 2959 з наступними характеристиками: щільність  $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ ; модуль пружності  $E=12 \text{ МПа}$   $G=4,1 \text{ МПа}$ ; коефіцієнт Пуассона  $\mu=0,48$ . Зміна частоти збудовуючої сили  $0...120 \text{ Гц}$ , при робочій частоті грохоту  $25 \text{ Гц}$ . Проведено розрахунок у програмному пакеті ANSYS Workbench.

Із розрахунку видно, що є дві яскраво виражені частоти власних коливань: для горизонтальних коливань  $f_1= 27.2 \text{ Гц}$  и вертикальних –  $f_2 = 57.2$

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ТЕХНІЧНИЙ СТАН ПРЕСУ**  
**ЗУСИЛЛЯМ 100 МН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС**  
**Шелудько Д.О., керівник проф. Білодіденко С.В.**  
**Національна металургійна академія України**

У гідравлічних пресах, що здійснюють процеси обробки тиском, розвиваються найбільші серед технологічних машин зусилля. Ці зусилля створюються і сприймаються базовими деталями (гідравлічними циліндрами, поперечиною, колонами, елементами рамних станин). До теперішнього часу для гідравлічних пресів, що розрізняються конструкцією, силою і призначенням розроблені методи прогнозування міцносної надійності базових деталей.

З часом експлуатації в базових елементах пресів накопичуються пошкодження, що призводять до руйнування несучих конструкцій. Щоб цього не відбувалось необхідно через нормативний термін відновлювати механічну систему, що не вигідно робити, якщо вона за результатами обстежень ще не втратила свою гідність.

Для гідравлічного преса розроблено методи прогнозування міцносної надійності базових деталей. На підставі результатів проведених досліджень встановлено залежності, що зв'язують фізичні причини відмов з напружено-деформованим станом вузлів та деталей і



міцності матеріалу. Це дозволяє ставити і вирішувати завдання забезпечення міцності надійності базових деталей при збільшенні термінів експлуатації та модернізації потужних гідравлічних пресів.

Дослідження було економічно обґрунтоване і доведена його економічна ефективність. Вчасне і якісне діагностування і проведення ремонтів базових деталей допоможе запобігти їх відмовам, які несуть за собою значні втрати коштів.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «КОЛІСНІ ТА ГУСЕНИЧНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ»*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ**

**Білоус М.Ю., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.  
Національна металургійна академія України**

Однієї з особливостей сучасного етапу розвитку України є різке збільшення чисельності автомобілів, що належать населенню (і особливо легкових). У той же час кількість ДТП зі смертельним результатом через незадовільний стан автомобілів у нашій країні становить 8...10 %. Це більше, чим з вини водіїв, пішоходів і пасажирів. Високий рівень аварійності автотранспорту через його несправність пов'язаний з високою зношеністю автотранспортних засобів, яка, у свою чергу, є наслідком незадовільного стану доріг і наднормативних строків експлуатації автомобілів. Майже половина облікового парку транспортних засобів України має строк експлуатації понад 10 років, у той час як у розвинених країнах - не перевищує 5 років. У цих умовах зростає роль автосервісних підприємств, що виконують такі послуги.

Розвиток ринку автосервісних послуг сприяє поліпшенню економічних і фінансових показників заводів, що виготовляють транспортні засоби, і росту їх конкурентоспроможності. Збільшуються, зокрема, такі їхні показники, як обсяг продажів, прибуток і інше. Крім економічного ефекту, автосервіс сприяє формуванню соціального ефекту, що досягається в сфері охорони навколишнього середовища та безпеки дорожнього руху.

### **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ**

**Мягков Є А., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.  
Національна металургійна академія України**

Електромобіль — транспортний засіб, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів тощо, а не двигуном внутрішнього згорання. Електромобіль слід відрізняти від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання і електричною передачею і від тролейбусів. Підвидами електромобіля вважаються електрокар (вантажний транспортний засіб для руху на закритих територіях) і електробус (автобус з акумуляторною тягою). Електромобіль з'явився значно раніше автомобіля у 1841 році. Але через малий запас ходу та потужність їх витіснили автомобілі з двигунами внутрішнього згорання.

У зв'язку підвищенням жорсткості екологічних стандартів «Євро», які набирають чинності кожні 6 років, поступовим здороження нафти з початку 2000 до 2016 року та неможливістю автовиробників технологічно забезпечити жорсткі екологічні вимоги з 2007 року спостерігається відродження галузі електромобілебудування. Екологічні проблеми автовиробників підтверджує нещодавній скандал навколо європейських концернів під назвою «Дизельгейт», коли програмно виробники намагалися занижити викиди під час перевірок. Наразі Великобританія та Франція декларують з 2040 року заборону на випуск

автомобілів обладнаних двигуном внутрішнього згорання. На даний час електромобіль є найбільш перспективним транспортним засобом майбутнього.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Рашик А.В., керівник ст. викладач Сидоренко В.К.**

**Національна металургійна академія України**

Автомобіль є частиною системи «автомобіль-водій- дорога-середовище» і його властивості проявляються у взаємодії з елементами цієї системи. Значимість кожної експлуатаційної властивості в оцінці якості або ефективності застосування транспортних засобів залежить від умов експлуатації та технічного стану.

Як і більшість механізмів для довгострокової і надійної роботи, автотранспортний засіб вимагає виконання регламентних технічних обслуговувань. Кожен з автовиробників розробляють свою систему технічного обслуговування автомобілів та тракторів, виходячи з якості використовуваних матеріалів, що комплектують і особливостей конструкції вузлів і агрегатів. Така система припускає своєчасне обслуговування автомобіля, гарантуючи власникові безпеку, а автомобілю - довгий термін служби. Розробники транспортних засобів докладають зусилля, щоб зробити обслуговування автомобіля більш оптимальним як для власників, збільшуючи інтервал між обслуговуваннями, тим самим здешевлюючи «зміст» автомобіля, так і для СТО, розробляючи спеціальні інструменти, пристосування і інструкції, що дозволяють швидко і в повному об'ємі виконувати необхідні роботи.

## **ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ**

**Мошура В.А. керівник ст. викл. Сидоренко В.К.**

**Національна металургійна академія України**

Технічний стан системи живлення двигуна і якість застосованого пального безпосередньо впливають на такі показники роботи транспортних засобів, як потужність, економічність, можливість швидкого пуску двигуна, його надійність, а також рівень токсичності відпрацьованих газів. Надійність системи живлення двигуна визначаються в основному тим, якою мірою кількість, склад і якість пальної суміші відповідає режимам роботи двигуна.

У системі живлення дизельного двигуна перевіряють такі прямі (структурні) діагностичні параметри: герметичність впускного тракту; зазор між втулкою і поршнем паливного насоса; зазор між втулкою і поршнем паливопідкачувального насоса; подачу паливного насоса; зазор на розвантажувальному поясі нагнітального клапана; жорсткість

пружини форсунки; кут випередження впорскування палива, обчислений за кутом повороту колінчастого валу; циклову подачу форсунки; нерівномірність подачі палива у секції паливного насоса. На підставі результатів діагностування системи живлення двигуна здійснюють операції технічного обслуговування з обов'язковим очищенням масляних фільтрів та очищення палива і обслуговуванням повітроочисників.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УКРАЇНІ**

**Шевченко І.К., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.  
Національна металургійна академія України**

Умови експлуатації - це незалежні фактори, які впливають на конструктивні особливості, механіку та енергетику транспортних засобів. Їх розділяють на п'ять груп:

- 1) транспортні; 2) дорожні; 3) природно - кліматичні; 4) соціально - економічні;
- 5) екологічні.

На даний час автомобіль став наймасовішим транспортним засобом в світі у тому числі і в Україні, при цьому кількість автомобілів щорічно збільшується і ця тенденція буде в перспективі зберігатися. В той же час масове збільшення рухомого складу несе і негативні наслідки: травми, а то і загибель людей на дорозі, забруднення навколишнього середовища, зменшення швидкості пересування із - за транспортних заторів, вплив на здоров'я людини транспортного шуму, збільшення кількості використаної корисної землі для автомобільних доріг, автостоянок та інші екологічні проблеми. На великий жаль в Україні екологічні стандарти Європейського Економічного Союзу ( Євро-5, Євро-6 ) на сьогоднішній день не виконані. Заплановані заходи в нашій державі передбачають перехід в ближній перспективі на стандарти екологічної безпеки Євро-4. Умови експлуатації транспортних засобів в нашій державі значно відрізняються від європейських.

## **ПРОБЛЕМИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Дмитрик С.В., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.  
Національна металургійна академія України**

Автотранспорт згубно впливає не тільки на навколишнє середовище (атмосферу, ґрунт, воду), а й утворює ряд виробничих відходів. Основними відходами автотранспорту є металеві частини автомобіля і гумові шини всіх типів. Під відходами промислово-транспортної діяльності розуміють побутові, промислові відходи, а також виробничі відходи, що виникають у технологічних процесах реалізації життєвих циклів об'єктів транспорту, що з'являються в результаті неефективного використання сировини, матеріалів. Вони забруднюють гідросферу і літосферу, акумулюються в цих середовищах і тому підлягають утилізації, знезараженню, вивезенню та переробки.

Згідно Закону України «Про утилізацію транспортних засобів» утилізація транспортних засобів - це комплекс робіт з приймання, зберігання, перевезення, демонтажу та розбирання транспортних засобів на складові частини та елементи і сортування з метою подальшої їх утилізації відповідно до вимог законодавства про відходи. За даними статистики, кожен рік в Україні з експлуатації виводиться від 100 до 200 тисяч машин. Однак самостійно вивозять свого "залізного коня" на утилізацію не більше 5% автовласників. Сьогодні в Україні утилізації підлягає вже понад 1 млн. автомобілів, непридатних для подальшої експлуатації.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ, ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ НЕСПРАВНИХ АКБ ТА ВІДПРАЦЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОЛІТУ В УКРАЇНІ**

**Пилипенко Д.О., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.  
Національна металургійна академія України**

Утилізація автомобільних акумуляторних батарей потрібна з метою зменшення кількості токсичних речовин в твердих побутових відходах. В акумуляторах знаходяться

важкі метали, луги, кислоти, які потрапляють в ґрунт або в воду, наносять значний ущерб навколишньому середовищу.

Переробка та утилізація несправних акумуляторів та відпрацьованого електроліту проводиться в декілька етапів. Спочатку зливають рідку електролітичну субстанцію, потім розрізають корпус і подрібнюють його. Закінчується така послідовність операцій отримання вторинної сировини, яка є продуктом переплавки залишків фрагментів в особливих технологічних печах. Подібні роботи життєво необхідні та обсяги їх постійно збільшуються, тому що більшість сучасних технологічних процесів (як і побутові потреби населення) потребують використання електричних елементів живлення, а термін їх служби обмежений. Головною метою такого процесу, як переробка та утилізація несправних акумуляторів, необхідно рахувати нейтралізацію токсичних речовин, що вносить немалий вклад в рішення збільшення числа проблем екології, а також отримання порівняно недорогих вторинних ресурсів, що в сучасному суспільстві отримує все більшу актуальність.

## **ПРОБЛЕМИ ТА СПОСОБИ ОЧИСТКИ ТА ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ ДЛЯ МИЙКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Черчель Ю.В., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.**

**Національна металургійна академія України**

На даний час мийка водою транспортних засобів найбільш поширена. При цьому скидання у водойми або в каналізацію після мийки з водою рідин, що містять тетраетилсвинець, абсолютно неприпустиме, бо наявність 1мг/л тетраетилсвинцю у скинутій воді повністю вбиває все живе у навколишньому водному середовищі.

Нагромаджено багатий досвід конструювання водоочисних санітарно-технічних установок та організації реагентного очисного господарства. Щоб вибрати метод і режим хімічної обробки води та конструкцію водоочисних санітарно-технічних установок, попередньо визначають забрудненість води тетраетилсвинцем, потім кислотність, лужність рідини, потребу нейтралізації, склад і концентрацію домішок.

Відомо понад 15 методів очищення забруднених вод від тетраетилсвинцю. Остаточний метод очищення визначають залежно від конкретних умов експлуатації транспортних засобів. На ринку автосервісних послуг України з'явилися нові системи очищення води ( Biokleen, Aqua Pur, Bioklassic та інші), які забезпечують надійне очищення води від 0,2 до 20 кубічних метрів за годину. Рециркуляція води до 85%.

## **ВПЛИВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ НА МІЦНІСТЬ МАСЛЯНОЇ ПЛІВКИ**

**Шумейко Д.С., керівник ст. викл. Лосіков О.М.**

**Національна металургійна академія України**

Процеси перетворення енергії у ДВЗ супроводжуються переміщенням деталей з величезними швидкостями, тертям, значними механічними та термічними навантаженнями, що супроводжується постійним процесом зношування сполучених деталей. Для зменшення інтенсивності зношування і мінімізації енергетичних втрат у вузлах тертя, а також для забезпечення надійності та довговічності рухомих сполучень двигунів застосовуються мастильні матеріали. При цьому зовнішнє тертя твердих тіл відсутньо, його замінює внутрішнє тертя мастильного середовища - масляної плівки що розділяє ці тіла.

Мастильні матеріали виконують у двигунах безліч функцій, у число яких входить зниження коефіцієнта тертя і зношування деталей, відвід продуктів зношування та теплоти від них, підвищення герметичності робочих порожнин двигунів та ін.

Забезпечення внутрішнього тертя між шарами масляної плівки залежить від її міцності на яку впливає ряд факторів. Одним з них є шорсткість поверхонь тертя. Максимальної міцності масляної плівки відповідає оптимальна шорсткість поверхні. На вершинах гребінців нерівностей поверхонь тертя створюються підвищені контактні тиски, внаслідок чого масляна плівка легше руйнується. При оптимальній шорсткості міцність масляної плівки, досягає свого найбільшого значення і це приводить до підвищення опору зношуванню деталей.

## **ВИД ТА ХАРАКТЕР ЗНОШЕННЯ ДЕТАЛЕЙ КАЧАЮЧОГО ВУЗЛА ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ**

**Федоров І.В., керівник ст. викл. Лосіков О.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Питання дослідження характеру та виду зношення качаючого вузла шестеренних насосів має важливе значення з точки зору впливу на витрати робочої рідини.

Роботи проводились за наступною методикою: розбирання насоса, очищення та вимір деталей качаючого вузла.

Вимір шестірни проводився за допомогою мікрометра МК 50-1 ГОСТ 6507-90 по двом площинам. Вимірюють висоту шестірни  $h$  у вершини зуба, основи, а також біля центрального отвору, у трьох точках таким чином одержують 12 значень з однієї шестерні.

Результати мікрометражу, та зовнішній огляд деталей качаючого вузла показують, що переважаючими видом зношеннями являється гідроабразивний, в незначній кількості спостерігається кавітаційне зношення кришок насоса, також має місце механічне зношення вісі та приводного вала.

Аналіз показує, що зношення деталей качаючого вузла в першу чергу обумовлюється експлуатацією агрегатів на забруднених робочих рідинах, що приводить до гідроабразивного спрацьовування.

Статистична оцінка результатів зношення шестерень качаючого вузла вказує на кількісне значення структурних параметрів, яка в подальшому може застосовуватися для нормування допустимих граничних значень.

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ НАСОСІВ ПІДЖИВЛЕННЯ ГСТ-90**

**Кушнір А.С., керівник ст. викл. Лосіков О.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Об'ємний гідропривід трансмісії ГСТ-90 призначений для передачі крутного моменту від приводного двигуна до провідних мостів, приводу виконавчих механізмів значної частини мобільних машин.

Однією з найважливіших є система підживлення, яка призначена для створення необхідного тиску в системі керування робочого об'єму, компенсації витоків у гідронаосі і гідромоторі, забезпечення фільтрації та охолодження робочої рідини. Головним елементом даної системи являється насос підживлення, від його технічного стану залежить надійність всієї гідравлічної трансмісії. Технічний стан насосу підживлення обумовлюється витокami робочої рідини через торцевий та радіальний зазори качаючого вузла.

Для зменшення витоків робочої рідини через торцевий та радіальний зазори качаючого вузла і збільшення довговічності насоса підживлення необхідно змінити його конструкцію, встановивши механізми компенсації зазорів.

Для компенсації торцевого зазору в верхній торцевій кришці встановити пластину, яка збільшить довговічність насоса підживлення за рахунок поглинання вібрацій пружнодемпфуючим елементом цієї пластини при запуску та зменшення об'ємних витрат

робочої рідини за рахунок компенсації торцевого зазору в качаючому вузлі. В отворах верхньої та нижньої кришок встановити підшипникові втулки конструкція яких забезпечить зменшення динаміки зростання радіального зазору за рахунок поглинання вібрації при запуску та роботі насоса.

### **СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛОДЯЗЯ КОРПУСНАСОСА ПІДЖИВЛЕННЯ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВИХ ГІДРОМАШИН**

**Кіржаєв І.О., керівник ст. викл. Лосіков О.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Насос підживлення (НП) використовується в аксіально-поршневих гідромашинах гідравлічних трансмісій мобільних машин.

В процесі експлуатації відбуваються відмови агрегатів гідроприводу трансмісії через втрату роботоздатності НП. До основних причин, які обумовлюють втрату роботоздатного стану насоса слід віднести зношення колодязів корпуса та деталей качаючого вузла насоса. Зміна структурних параметрів технічного стану деталей насоса приводить до зростання зазорів, через які збільшуються витoki робочої рідини, що приводить до зменшення об'ємного коефіцієнта подачі насоса і втрати його роботоздатності в цілому. Основний об'єм втрат робочої рідини в качаючому вузлі насоса обумовлюється зношенням деталей в спряженнях «поверхня колодязя корпуса-зуб шестерні» (радіальний зазор), «торець шестерні- кришка» (торцевий зазор).

Для відновлення колодязя корпуса насоса на нашу думку, більш ефективним є спосіб оброблення корпуса гідравлічно-пластичним деформуванням спеціальною оправкою з корончатими видавлювачами, які розміщують по колу через 45° і приводяться в дію гідравлічним ударом. Після чого, оброблену поверхню знежирюють і на неї наносять полімерно-композитне покриття, яке піддають термофіксації і механічно оброблюють під номінальний або ремонтний розмір.

### **ПОЛІПШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДВЗ**

**Дубовик А.В., керівник ст. викл. Лосіков О.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Задачу поліпшення енергетичних та екологічних показників роботи двигуна, можливо здійснити за рахунок подачі у камеру згоряння води. Подача води може здійснюватися трьома засобами: постійна подача незмінної кількості води не залежно від режиму роботи двигуна, регульована подача води, яка забезпечує її певну долю у паливній суміші, регульована подача води з змінною витратою в відповідності до режиму роботи двигуна.

При додаванні води у паливну суміш відбувається зниження температури згоряння внаслідок втрати тепла на підогрів та випарювання води, зменшення теплових втрат, зменшення роботи в такті стискання, що приведе до збільшення корисної роботи циклу, зменшення швидкості згоряння паливної суміші.

При додаванні води змінюється склад газів, що відробили. У найменшому ступені це відбивається на концентрації оксиду вуглецю і більш суттєво – оксидах азоту:  $\text{NO}_x$  знижується на 8-10% на кожні 10% води, що додається. Зменшення концентрації оксидів азоту пояснюється зниженням температури в камері згоряння та у де якій мірі зменшенням швидкості згоряння паливної суміші.

## **СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЦПГ ДВЗ**

**Сидоренко Є.М., керівник ст. викл. Лосіков О.М.  
Національна металургійна академія України**

Деталі циліндро-поршневої групи піддаються сильному зношуванню. Наслідками зношування є втрата потужності, велика витрата масла, збільшена прорив газів у масляний картер, підвищена димність вихлопних газів і ін.

Вивчення зношування деталей циліндро-поршневої групи показує, що циліндри, поршневі кільця та поршні зношуються нерівномірно. Найбільше зношування циліндри мають у верхній частині, у зоні розташування верхнього поршневого кільця при положенні поршня у верхній мертвій точці.

Способи підвищення терміну служби циліндро-поршневої групи можна розділити на:

- здійснювані при виготовленні двигунів: покриття дзеркала циліндрів плямистим хромом, наплавлення тонкого шару нирезиста, електромеханічне зміцнення гільз циліндрів та ін.;

- реалізовані при експлуатації: зміна масла у встановлений термін; регулярне очищення масляних, паливних і повітряних фільтрів; забезпечення заправлення чистим паливом і маслом; підтримка оптимального теплового режиму двигунів у зимовий час за рахунок утеплення та ін.

- пов'язані з капітальним ремонтом: хромування дзеркала циліндрів, обробка циліндрів способом пластичного деформування (розкочування), розточення з одночасним розкочуванням циліндрів та ін.

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВИХ ГІДРОМАШИН ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЇХ НА РОБОЧИХ РІДИНАХ З ВІДНОВЛЕНИМИ МАСТИЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

**Замура М.В., керівник доц. Мельянцов П.Т.  
Національна металургійна академія України**

У конструкціях сучасних дорожніх і будівельних машинах для приводу робочих органів, ходового обладнання і допоміжних механізмів, найбільш широке застосування одержали гідравлічні приводи об'ємного типу. Робочим середовищем в об'ємному гідроприводі є робоча рідина. Серед відомих методів забезпечення протизносних властивостей робочих рідин і підвищення надійності гідроагрегатів важливе місце займає електрообробка робочих рідин. Обробляючи рідину в електростатичному полі, представляється можливим збільшити заряд поверхнево-активних молекул і тим самим підсилити їхній зв'язок з металевими поверхнями тертя. Оптимальний режим електрообробки робочої рідини: напруга на електродах 1000 В, швидкість руху рідини в міжелектродному просторі 6 м/с. Отримана залежність зміни об'ємного ККД насоса від наробітку при концентрації механічних домішок 0,0065 % по масі і оптимальній електрообробці, показує, що об'ємний ККД насоса при наробітку 1000 год. змінився на 18%, що вказує на те, що насос знаходиться в робоздатному стані і підтверджує актуальність досліджень з відновлення мастильних властивостей відпрацьованих робочих рідин їх електрообробкою.

## **ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗОЛОТНИКОВОЇ ПАРИ НА РОБОТУ РОЗПОДІЛЬНИКА ГІДРОПІДСИЛЮВАЧА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОНАСИЧЕНОГО ТРАКТОРА**

**Безрукавий Б.М., керівник доц. Мельянцов П.Т.  
Національна металургійна академія України**

На енергонасичених тракторах, як закордонного так і вітчизняного виробництва, застосовується гідравлічний привід в системі рульового керування. До гідросистеми рульового керування, одним із вузлів якого є гідропідсилювач рульового керування (ГПК), висуваються особливі вимоги з експлуатаційної надійності в зв'язку з тим, що від технічного стану (ГПК) залежить надійність і безпека руху трактора. Водночас на долю гідросистеми рульового керування тракторів припадає до 16 % відмов від загальної їх кількості по трактору, а середнє напрацювання на відмову складає 260...463 мото-год. Одним із основних вузлів, який обумовлює втрату роботоздатності гідропідсилювача, є розподільник, на долю якого припадає близько 20% відмов.

Проведені дослідження функціональної залежності між структурними параметрами технічного стану деталей спряження «втулка корпусу-золотник» розподільника і вихідними параметрами гідропідсилювача показали, що при зазорі 104 мкм необхідне додаткове прикладання зусилля для обертання рульового колеса, яке перевищує 3,0 - 4,0 МПа, і забезпечує зсув золотника до 2,2 мм, для виконання необхідного повороту трактора, що дає можливість вважати зусилля на рульовому колесі, основним критерієм, який визначає граничну величину зазору в золотниковій парі гідророзподільника.

## **СПОСІБ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВИХ ГІДРОМАШИН**

**Мороз Р.І., керівник доц. Мельянцов П.Т.  
Національна металургійна академія України**

Аксіально-поршневі гідромашини на сьогоднішній день знайшли широке застосування в гідравлічних трансмісіях мобільних машин. Статистична оцінка показників надійності гідравлічних агрегатів, показує, що на їх долю припадає близько 20-30 % відмов від загальної кількості. При цьому близько 18% гідравлічних агрегатів, які поступають в ремонт на спеціалізовані ремонтні підприємства, мають роботоздатний стан і потрапили до ремонту не обґрунтовано, що обумовлюється не достатньо ефективною системою їх діагностування. Запропонований спосіб діагностування технічного стану системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса, шляхом вимірювання градієнту тиску робочої рідини в магістралі керування робочого об'єму за часом, від початку закриття запобіжного клапану насоса підживлення до моменту відкриття перепускного клапану клапанної коробки, після миттєвого переміщення важеля гідророзподільника з нейтрального положення до встановленого крайнього. Його реалізація дає можливість зробити висновок про фактичний стан системи керування робочого об'єму насоса, зменшити трудомісткість контролю технічного стану системи керування робочого об'єму на 8%, за рахунок виміру градієнту тиску робочої рідини до початку обертання валу гідромотору.



## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРИПРАЦЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ СПРЯЖЕНЬ ОБ'ЄМНИХ ГІДРОМАШИН УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОБКАТКИ ПІСЛЯ РЕМОНТУ**

**Шпирка В.П., керівник доц. Мельянцов П.Т.  
Національна металургійна академія України**

Конструктивні зміни в трансмісіях мобільних машин в деякій мірі змінили види та об'єм ремонтно-обслуговуючих дій, для підтримання та відновлення їх робото здатного стану. В першу чергу це обумовлюється показниками експлуатаційної надійності гідравлічних трансмісій, на які припадає близько 30 % від всіх відмов, і які в своїй більшості характеризуються порушенням умов експлуатації та термінами і якістю проведення обслуговуючих дій, а також якістю проведення ремонтів. Одним із заходів підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя об'ємних гідромашин є удосконалення технології їх обкатки.

Проведені дослідження, з обґрунтування заходів для покращення якості припрацювання деталей качаючих вузлів об'ємних гідромашин в процесі обкатки, показують, що застосування режиму поступового навантаження агрегатів та фторорганічних поверхнево-активних речовин (епіламів), для обробки твердих робочих поверхонь деталей, значно зменшують їх зношення в період припрацювання, що забезпечить збільшення ресурсу об'ємних гідромашин в умовах експлуатації.

## **ЯКІСТЬ ПОВЕРХНІ ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ**

**Горбенко Б.Ю., керівник проф. Назарець В.С.  
Національна металургійна академія України**

Основною вимогою до продукції виробництва являється забезпечення високої якості. Поряд з багатьма факторами, які впливають на її якість, особливе значення має заключна обробка поверхні деталі, яка формує шорсткість і структуру тонкого поверхневого шару. Ці показники значно впливають на зносостійкість, а отже і довговічність деталей машин.

Електроіскрове легування формує поверхневий шар і шорсткість повністю відрізняється від механічної обробки різання. Дослідження показали, що на поверхні створюється шорсткість більше упоряджена з точки зору зносостійкості. Поряд з цим поверхня має нерегулярну шорсткість відмінну від шорсткості при механічній обробці різанням, яка супроводжується направленою шорсткістю. Нерегулярна шорсткість добре утримує мастило у впадинах і навіть при значних питомих навантаженнях вона не витісняється. Крім того, мастило в замкнених об'ємах сприймає на себе навантаження і сприяє розподілу питомого тиску по всій площі спряження поверхонь.

Конструкція мікрориступів позитивно відрізняється збільшеним радіусом закруглення і кутом нахилу бокових поверхонь, збільшуючи опорну довжину профілю. А це впливає на зносостійкість, контактну жорсткість, темп і характер припрацювання та маслоємність.

## **ПРОЦЕСИ В ПОВЕРХНЕВОМУ ШАРІ ПРИ ЕЛЕКТРОІСКРОВІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ**

**Гончар Д.А., керівник проф. Назарець В.С.  
Національна металургійна академія України**

В результаті дії імпульсного іскрового розряду в поверхневому шарі сплавів проходять фазові перетворення, які завжди супроводжуються процесом дифузії.

Дифузія визначає кінетику і механізм основних перетворень, які проходять при термічній обробці, пластичній деформації і експлуатації металів і сплавів. Швидкість дифузії

залежить від температури і структури поверхневого шару. Заторможення дифузійних процесів може зробити неможливі фазові перетворення, відповідаючи умовам рівноваги системи, і привести до росту метастабільних фаз, що, наприклад, присутнє в умовах швидкого охолодження при мартенситних перетвореннях. Параметри дифузії характеризують механізм дифузії атомів в кристалічній решітці і дефектах будови тіл.

В іскровому розряді діелектричне середовище підлягає піролізу, в результаті чого вуглець виділяється в різних агрегатних виглядах. При взаємодії з розплавленим металом він дифундує в поверхневий шар. Причому, він дифундує як при дії на поверхню вибухової хвилі іскрового розряду, так і після, в результаті пластичної деформації і розповсюдження температурного поля.

Таким чином, виходячи з теоретичного аналізу, можна вважати, що на процеси дифузії, які проходять в період дії імпульсу іскрового розряду та в період післядії, основний вплив здійснює енергія деформації вибухом іскрового розряду, яка переходить в тепло та рух дефектів кристалічної будови. Процеси дифузії нерозривно зв'язані з хаотичним тепловим рухом молекул.

### **ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ КГТЗ**

**Головко Д.О., керівник проф. Назарець В.С.  
Національна металургійна академія України**

З літературних джерел відомо, що електроіскрова обробка металевих поверхонь супроводжується ефектом зміцнення поверхневого шару. В ньому проходять структурні зміни під термосиловою дією іскрового розряду. Оплавлений тонкий поверхневий шар піддається швидкому охолодженню, і як слідство, спостерігається його загартування. Частина тепла із шару відводиться в повітря, а частина – в пластичну основу деталі, утворюючи перехідну зону від твердого поверхневого шару до пластичної основи.

Такі поверхні добре чинять опір зношенню із-за підвищеної твердості. Крім того нерегулярна шорсткість після обробки добре утримують мастило в парах тертя.

Таким чином поверхні оброблені електроіскровим способом мають підвищену надійність і довговічність деталей. Це дає можливість оброблювати таким способом робочі поверхні в парах тертя деталей колісних та гусеничних транспортних засобів.

### **РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ РЕМОНТІ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

**Куріпка О.В., керівник проф. Назарець В. С.  
Національна металургійна академія України**

Проведений аналіз існуючих організації та технології ремонту на спеціалізованих ремонтних підприємствах показав, що в цілому на них реалізуються технологічні процеси та організаційні заходи наближені до типових. Разом з тим отримані результати показали на значну собівартість ремонту. Основними напрямками зниження показників собівартості є застосування ресурсозберігаючих технологій. При цьому під ресурсозбереженням необхідно підрозумівати зниження трудомісткості робіт на операціях технологічного процесу та впровадження методів відновлення деталей, які забезпечують необхідну після ремонту довговічність. Являється явним, що ресурсозберігаючі технології можуть бути реалізовані на трудомістких операціях технологічного процесу ремонту двигуна. До них можна віднести розбирально-складальні операції, контрольні, з відновлення деталей, обкатки та випробування двигуна та інші.

Нами розроблена універсальна конструкція стенду для розбирання та складання двигуна, яка забезпечує його обертання, покращує умови праці і до 10% знижує

трудомісткість розбирально-складальних робіт. Впровадження спроектованої конструкції стенду для дефекації блоку двигуна з застосуванням пневматичних оправок до 20% знижує трудомісткість контрольних операцій.

### **ЗМІЦНЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В АБРАЗИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

**Антонів А.В., керівник проф. Назарець В.С.  
Національна металургійна академія України**

Електроіскрове легування являється найбільш перспективним способом зміцнення робочих поверхонь деталей, які працюють в абразивному середовищі. Можливості даного метода значно розширились в останній час в результаті появи великої групи матеріалів для електродів на основі тугоплавких з'єднань, забезпечуючих цілий комплекс специфічних фізико-механічних та експлуатаційних властивостей.

В роботі приведені результати досліджень по розробці нових електродних матеріалів, в складі яких не використовуються гостродефіцитні елементи такі як W, Mo, Nb та інші. Досліджувався електродний матеріал на основі Ti, який забезпечує отримання високих механічних властивостей зміцненого поверхневого шару деталі.

Проведені лабораторні дослідження машині тертя моделі СМЦ-3 та опробування на виробництві в умовах інтенсивної дії абразивного середовища на робочі поверхні деталей.

Проведені дослідження дали можливість розробити фізичну модель зношення робочих поверхонь деталей, які мали первинну нерегулярну шорсткість після електроіскрового легування.

### **МОЖЛИВОСТІ МЕТОДУ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ**

**Лесников Д.Г., керівник проф. Назарець В.С.  
Національна металургійна академія України**

Метод електроіскрового легування заснований на зміцненні поверхневого робочого шару деталі (катод) матеріалом електроду (анод) при іскровому розряді в повітряному середовищі. Цей процес характеризується високою температурою іскри і іонізацією міжелектродного простору. Під впливом електричного поля і електродинамічних сил розплавлений метал переноситься з анода на катод, і вкорінюючись в поверхневий шар метала, вступає в хімічну реакцію з матеріалом катода. Нанесений на катод легуючий матеріал створює шар покриття, фізико-хімічні властивості якого близькі до матеріалу анода і дифузійно з'єднані з основним матеріалом деталі.

Метод реалізується на установці, яка включає генератор імпульсів струму і вібратор із живленням від мережі перемінного струму напругою 220 В. Товщина зміцненого шару може коливатися в інтервалі 0,05...0,3 в залежності від потужності блоку живлення, властивостей зміцнюючого матеріалу і матеріалу аноду.

Можливості даного метода значно розширились в останній час в зв'язку з появою великої групи матеріалів електродів на основі тугоплавких з'єднань, забезпечуючих досягання цілого комплексу специфічних фізико-механічних і експлуатаційних властивостей.

В роботі проводились дослідження по розробці нових електродних матеріалів, які не вміщують гостродефіцитні і дорогі елементи, такі як W, Mo, Nb та інші. Розроблений електродний матеріал на основі Ti, який забезпечує отримання високих фізико-механічних властивостей поверхневого шару деталей.

Лабораторні дослідження проводилися на машині терті моделі СМЦ-3 в умовах інтенсивної дії на зразки абразивного середовища. Зносостійкість зразків зміцнених електроіскровим легуванням збільшилась в 2-3 рази.

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РУЛЬОВОГО МЕХАНІЗМУ АВТОМОБІЛЯ ЗІЛ-4331 ТА ЇЇ РОЗРАХУНОК

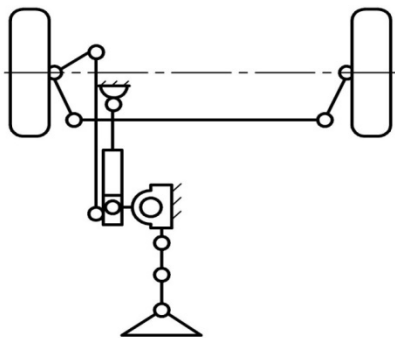
Батуренко Д.Г., керівник доц. Маліч М.Г.  
Національна металургійна академія України

Головним завданням транспорту є своєчасне і повне задоволення потреб суспільного господарства країни і населення в перевезеннях вантажів і пасажирів. Вирішення цього завдання вимагає підтримки високої технічної готовності рухомого складу, яка забезпечується його якісною технічною експлуатацією.

В даній роботі поставлена задача дослідити рульовий механізм автомобіля ЗІЛ-4331 та виконати його розрахунки.

Рульовий механізм є основою рульового управління, де він виконує наступні функції: -збільшення зусилля, прикладеного до керма; -передача зусилля рульовому приводу; - мимовільне повернення рульового колеса в нейтральне положення при знятті навантаження.

За своєю суттю рульовий механізм є механічною передачею (редуктором), тому основним його параметром є передавальне число. Залежно від типу механічної передачі розрізняють наступні типи рульових механізмів: рейковий, черв'ячний, гвинтовий.



На рисунку наведена кінематична схема рульового управління (з нерозрізною трапецією і об'єднаним гідропідсилювачем) ЗІЛ-4331.

Момент опору повороту рульового колеса визначається за формулою

$$M_c = \frac{2\varphi}{3} \sqrt{G_K^3 / p_{ш}}, \text{ кВт}, \text{ де } \varphi - \text{ коефіцієнт}$$

зчеплення з дорогою, при повороті колеса на місці;  $p_{ш} = 3,9 \times 10^5$  – тиск повітря в шині, МПа;  $G_K = 21750$  Н – навантаження на передню вісь;

Зусилля на рульовому колесі для повороту на місці визначаються як  $P_{РК} = \frac{M_c}{U_{\omega} \cdot R_{РК} \cdot \eta_{РМ}}$ , де  $U_{\omega}$  – передавальне число рульового механізму;  $\eta_{РМ}$  – ККД

рульового механізму;  $R_{РК}$  – радіус рульового колеса:  $R_{РК} = \frac{D_{РК}}{2}$ , м.

Обчислення значення зусилля на рульовому колесі  $P_{РК} = 761$  Н перевищує допустимий рівень  $[P_{РК}] = 700$  Н, тому потрібна установка рульового підсилювача.

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ Бронніков В.Г., керівник доц. Маліч М.Г. Національна металургійна академія України

Карданні передачі є основними вузлами що застосовуються в трансмісіях вантажних автомобілів для силового зв'язку механізмів, вали яких неспіввісні або розташовані під кутом, причому взаємне положення їх може мінятися в процесі руху.

Карданні передачі можуть мати один, або кілька карданних шарнірів, з'єднаних карданними валами, і проміжної опори. Карданні передачі застосовуються також для приводу допоміжних механізмів.

Тип карданної передачі визначається по розташуванню щодо автомобіля, а також типом карданів і наявністю або відсутністю компенсаційного пристрою.

Карданні передачі бувають відкритими та закритими.

Для аналізу карданних передач були розглянуті чотирикульковий карданний шарнір з ділильними канавками, карданний шарнір типу «Бірфільд», шестикульковий ШРКШ із ділильним важільцем типу «Рцепп», карданний шарнір типу «Вейс», карданний шарнір типу «ГНК», карданний шарнір типу «Льобро», тришиповий карданний шарнір типу «Трипод», здвоєний шарнір, кулачковий карданний шарнір, дисковий кулачковий карданний шарнір та «Шарнір Тракту».

Також були розглянуті пружинні напівкарданні шарніри, пружні ланцюги, тверді напівкарданні шарніри та карданні шарніри нерівних кутових швидкостей, які також зветься асинхронними.

В наведених конструкціях були виявлені основні недоліки, наведені основні параметри карданних передач та надані пропозиції по найкращому застосуванні їх в різних типах вантажних автомобілів.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЛЬНИЦІ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОБУСІВ З УДОСКОНАЛЕННЯМ РЕМОНТУ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ Потапов С.А., керівник доц. Маліч М.Г. Національна металургійна академія України**

Об'єктом дослідження є головний виробничий корпус АТП, дільниця поточного ремонту ходової частини автобусів.

У роботі розглянута структура АТП, вживана технологія технічного обслуговування і ремонту автобусів, використане у виробничому корпусі устаткування для обслуговування і ремонту, виконано розрахунок виробничої програми, розглянута необхідність переоснащення дільниці поточного ремонту ходової частини та гальм.

Запропоновано дооснащення дільниці стендом для зрізання гальмівних накладок з колодок і стендом розбирання маточини з гальмівним барабаном. Виконано розрахунок елементів запропонованих стендів.

Також виконано розрахунок чисельності працюючих і фонду заробітної плати для модернізованої дільниці та розроблені заходи щодо поліпшення умов праці працюючих.

Таким чином оснащення дільниці технічного обслуговування стендами для зрізання гальмівних накладок і стендом розбирання-збирання маточини з барабаном дозволить підвищити ефективність ремонту автобусів.

Організація роботи на дільниці ремонту гальмівних систем дозволяє виконувати до 365 ремонтів гальмівних систем автобусів за рік.

### **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРАВКИ КУЗОВІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ Відяєв М.Ю., керівник доц.. Маліч М.Г. Національна металургійна академія України**

Пристрій для правки кузовів легкового автомобіля призначений для відновлення геометрії кузова легкового автомобіля і складається з наступних частин: стапеля, упору (регульованого), затиску та силової поперечки.

Пристрій працює по векторному принципу докладання зусиль за такою технологією: кузов аварійного автомобіля виставляється на козли-підставки; силова поперечина

закріплюється в потрібному місці за ребра жорсткості порогів кузова; пристрій підкочується під кузов автомобіля, встановлюється у напрямку отриманого зіткнення і упором спирається в силову поперечину, потім проводиться виправлення деформованих частин кузова за допомогою важеля, який в свою чергу гойдається при підкачування в гідроциліндр рідини від гідронасоса.

Виправлення деформованих частин кузова проводиться з використанням набору пристосувань (стропи ланцюгові і затискні пристрої). Залежно від характеру робіт, упор, закріплений на кронштейні, може встановлюватися на основний балці, на різній довжині, для чого в ній виконані поперечні отвори.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-2108 ТА ЇЇ РОЗРАХУНОК**

**Подколзін В.С., керівник доц. Маліч М.Г.**

**Національна металургійна академія України**

Розглянута конструкція трансмісії автомобіля ВАЗ 2108, яка повинна надійно передавати крутий момент від двигуна до колес. Основним вузлом трансмісії є зчеплення.

Максимальне значення зчеплення, що передає крутий момент визначається рівнянням  $M_{Cmax} = M_{Kmax} \beta$ , де коефіцієнт запасу  $\beta = 1,2 \dots 2,5$  приймається в залежності від типу зчеплення та його призначення.

Для гасіння крутильних коливань трансмісії в зчепленні встановлюють гаситель крутильних коливань. Робота тертя гасителя визначається зусиллям  $P_r$ , що стискає його фрикційні кільця, коефіцієнтом тертя  $\mu$  з середнім радіусом  $r_{cp}$  фрикційних кілець, відносним кутом  $\phi$  переміщення елементів (кутом буксування), числом пар тертя і гасителя крутильних коливань.

Хід педалі залежить від величини  $s$ , на яку відводиться натискний диск при виключенні зчеплення, і зазору  $\Delta$  між важелями вимикання і вижимним підшипником.

Питома робота буксування при вказаних вище умовах зрушення автомобіля для легкових автомобілів  $[L_{60}] = 50 \dots 70$  Дж/см<sup>2</sup>.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗЧЕПЛЕННЯ АВТОМОБІЛІВ ВАЗ-2121**

**Стасенко В.В., керівник доц. Маліч М.Г.**

**Національна металургійна академія України**

У сучасних автомобілях найбільшого поширення набули сухі фрикційні одно- і дводискові зчеплення з неавтоматичним механічним приводом. Інші типи зчеплення застосовуються, в основному, на спеціальних автомобілях.

Механічний привід застосовується при розміщенні педалі зчеплення поблизу від зчеплення.

Гідравлічний привід має більш високий ККД, що забезпечує кращу герметичність кабіни (кузова), дозволяє використовувати підвісну педаль і простіше по конструкції при значній відстані педалі від зчеплення і перекидної кабіни.

На підставі вищевикладеного, а також досить високого ККД відповідності всім вимогам до зчеплення вибираємо на проєктований автомобіль ВАЗ-2121 сухе фрикційне однодискове зчеплення з механічним приводом.

**АНАЛИЗ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА**

**Толстунова М.В.,**руководитель проф. **Добров И.В.**  
Национальная металлургическая академия Украины

С использованием Mathcad выполнены расчеты кинематических параметров кривошипно-ползунного механизма по упрощенным формулам, представленным в технической литературе и по уточненным формулам (без допущений в отношении соотношений длины кривошипа ( $r$ ) к длине шатуна ( $l$ )). Результаты расчетов представлены в виде графиков зависимости: перемещения ползуна от угла поворота кривошипа ( $S = f(\varphi)$ ); скорости перемещения ползуна ( $V = f_1(\varphi)$ ); ускорения ползуна ( $a = f_2(\varphi)$ ). Анализ графиков позволил наглядно установить при каком отношении  $r/l$  ошибка в расчете ускорения ползуна не превышает 15%.

**АНАЛИЗ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИЗАКСИАЛЬНОГО КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА**

**Лисный Д.Ю.,**руководитель проф. **Добров И.В.**  
Национальная металлургическая академия Украины

С использованием пакета Mathcad выполнены сравнительные расчеты кинематических параметров кривошипно-ползунного механизма и дизаксиального кривошипно-ползунного механизма по упрощенным и уточненным формулам расчетов. Показано преимущество дизаксиального кривошипно-ползунного механизма по сравнению с кривошипно-ползунным механизмом.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРІВ КУЛІСНОГО МЕХАНІЗМА НА ШВИДКІСТЬ ТОЧОК ЛАНОК**

**Оруджов Г.П.,** керівник доц. **Сьмічев А.В.**  
Національна металургічна академія України

На станах холодної пільгерної прокатки використовується кулісний механізм приводу валків. Такий механізм приводу використовується для зниження вісьових сил. Вісьові сили виникають при холодній пільгерній прокатці внаслідок різниці в радіусі кола шестерні приводу валків та катаючому радіусі. Зміна довжини куліси та інших параметрів кулісного механізму впливають на величину катаючого радіусу.

**АМОΡΦΝΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΜΑΤΕΡΙΑΛΕΣ. ΣΤΡΟΚΤΟΡΑ, ΣΒΟΪΣΤΑ, ΠΟΛΥΧΕΝΕ Ι ΟΒΛΑΣΤΕΣ ΠΡΟΜΕΝΕΝΕΙΑ**

**Черкасов П.,** руководитель проф. **Ахундов В.М.**  
Национальная металлургическая академия Украины

В останні роки проявляється виключно великий інтерес до нового класу матеріалів – аморфним металам, так званим металевим склом. Формування аморфної структури металів і сплавів призводить до фундаментальних змін магнітних, електричних, механічних, теплових та інших властивостей. Так, незважаючи на те, що щільність аморфних сплавів на 1-2% нижче щільності кристалічних аналогів, міцність їх вище в 5-10 разів.

Аморфні високовуглецеві сталі містять Cr, Mo, W, мають високі корозійні

характеристики і не стають крихкими при старінні. Цей факт призводить до доцільності використання їх в високоміцних композитах. Аморфні матеріали застосовують для армування трубок високого тиску, виготовлення металокорду шин та ін. В перспективі можливе застосування аморфних сплавів для виготовлення маховиків.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ В СИЛОВОЙ ЛИНИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО СТАНА

Оруджов Г.П.,руководитель ст.преп. Рахманов С.Р.  
Национальная металлургическая академия Украины

Одним из важных приложений теории механических автоколебаний является вопрос динамики взаимодействия рабочих валков (технологического инструмента) прокатного стана с обрабатываемым металлом. При этом элементы силовой линии ряда прокатных станов (рабочие валки, шпинделя, муфты, зубчатые колеса и др.) совершают определенные механические колебания. Отметим, что на поверхности деформируемого металла остаются характерные волны, что приводит к ухудшению качества обрабатываемой поверхности. Попытки объяснить такие самовозбуждающиеся автоколебания под действием одних возмущающих сил не увенчались успехом. Установлено, что колебания могут возникать на вполне надежно работающем оборудовании. Как правило, при самом внимательном рассмотрении процесса не удается обнаружить присутствие каких-либо внешних периодических сил технологического сопротивления. Многочисленные экспериментальные исследования силовых линий прокатных станов показали, что в этих случаях частота вибраций не зависит от скорости прокатки и полностью определяется жесткостными и массовыми характеристиками системы «прокатываемый металл - валок - силовая линия». Следовательно, при реализации процессов обработки металла устанавливается, так называемые, автоколебательные колебания, связанные с особым характером взаимосвязи между валком и прокатываемым металлом. Данная мысль впервые была высказана применительно к процессам обработки металлов резанием Н.А. Дроздовым и затем развита А.И. Кашириным. Наиболее полное экспериментальное изучение вопроса и теоретическое исследование природы возникновения выполнено А.П. Соколовским и его преемниками. Не вдаваясь в подробности, рассмотрим в самых общих чертах основную причину автоколебаний, происходящих в силовых линиях прокатных станов при обработке металлов давлением. Со стороны обрабатываемого изделия на валок прокатного стана действует сила прокатки  $P$ , которая формирует момент сил прокатки. Необходимо учитывать, что сам рабочий валок закреплен на подушках в проемах станины стана и может совершать определенные колебания совместно с элементами силовой линии. Для выявления возможности автоколебаний достаточно рассмотреть угловые колебания механической системы только в горизонтальном направлении  $\varphi = \varphi(t)$  и учесть важный экспериментальный результат: момент прокатки при прочих равных условиях зависит от скорости угловых колебаний рабочего валка  $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$ . Рассмотрим угловые колебания в системе упрощенной схеме. На рабочий валок вместе с элементами силовой линии действуют составляющие силы прокатки и образуют момент прокатки:

1. Составляющая силы прокатки, которая образует момент прокатки, состоящий из двух слагаемых

$$M_y = r\varphi + R(\dot{\varphi}), \quad (1)$$

и действует в направлении, противоположном положительному направлению вращения валка. Первое слагаемое выражает упругую составляющую реакции, пропорциональную угловому перемещению  $\varphi$ ; коэффициент  $r$  определяет суммарную крутильную жесткость



системы и учитывает как общие, так и местные деформации в системе. Второе слагаемое соответствует отмеченной выше зависимости горизонтальной составляющей силы прокатки от скорости  $\dot{\varphi}$ ; эксперименты позволяют представить эту зависимость в виде

$$R(\dot{\varphi}) = -a_1 \frac{\dot{\varphi}}{\nu} + a_2 \left(\frac{\dot{\varphi}}{\nu}\right)^2 + a_3 \left(\frac{\dot{\varphi}}{\nu}\right)^3, \quad (2)$$

где  $\nu$  – окружная скорость точки, лежащей на поверхности рабочего вала;  $a_1; a_2$  и  $a_3$  – положительные коэффициенты, определяемые из условий трения между валами и прокатываемым металлом.

2. Момент сил упругости  $-c\varphi$ , где  $c$  – коэффициент крутильной жесткости системы «валок - элементы привода».

3. Сумма различных неупругих сопротивлений в механической системе силовой линии стана, которая может быть объединена в одно слагаемое вида  $-k\dot{\varphi}$ .

Таким образом, уравнение движения приведенной системы валок-подушка станины стана имеет вид:

$$I \ddot{\varphi} = -[r\varphi + R(\dot{\varphi})] - c\varphi - k\dot{\varphi}, \quad (3)$$

где  $I$  – приведенный момент инерции элементов силовой линии стана.

Подставляя в (3) выражение (2), получаем дифференциальное уравнение

$$I \ddot{\varphi} + (-a_1 + k\dot{\varphi}) \frac{\dot{\varphi}}{\nu} + a_2 \left(\frac{\dot{\varphi}}{\nu}\right)^2 + a_3 \left(\frac{\dot{\varphi}}{\nu}\right)^3 + (c+r)\varphi = 0. \quad (4)$$

Как видно, уравнение (4) в сущности, совпадает с известным уравнением автоколебаний при нелинейном законе трения скольжения, если принять во внимание

$$a_1 = -R'_0 \nu; \quad a_2 = -R''_0 \frac{\nu^2}{2}; \quad a_3 = R'''_0 \frac{\nu^2}{6}. \quad (5)$$

Далее переходим к исследованию математической модели автоколебаний, возникающих в силовой линии на примере автоматического стана ТПА 140.

Используя метод Рунге-Кутты и стандартный пакет программной продукции *Matcad* решение дифференциального уравнения (4) автоколебательного процесса приводим в постановке задач Коши.

Предполагая слабую нелинейность модели механической системы, находим, что частота автоколебаний в силовой линии стана равна

$$p = \sqrt{\frac{c+r}{I}}. \quad (6)$$

Для определения амплитуды автоколебаний силовой линии стана воспользуемся

$$A = \frac{2}{p} \sqrt{\frac{a_1 - k\nu}{3a_3}}. \quad (7)$$

Размах колебаний (т.е. глубина неровностей на поверхности прокатываемой трубы) равен  $2A$ . Из полученного выражения видно, что при увеличении жесткости элементов силовой линии автоматического стана ТПА 140 уменьшается амплитуда автоколебаний его элементов. Следовательно изменяется волнистость поверхности трубы; с увеличением скорости вращения рабочих валков амплитуда автоколебаний также уменьшится.

Анализ динамических процессов показывает, что при соблюдении условия  $\nu \geq a_1 / k$  автоколебания в силовой линии автоматического стана ТПА 140 невозможны.

Полученные результаты полностью подтверждаются многочисленными экспериментальными исследованиями и указывают конкретные пути уменьшения нежелательных автоколебаний; в частности, установленный характер влияния скорости прокатки трубы  $\nu$  открывает возможности для увеличения скорости прокатки трубы и

интенсификации технологического процесса в целом. Отметим, что, в ряде случаев, при весьма малых скоростях прокатки труб  $v \leq 2i/\dot{\eta}$  на автоматическом стане ТПА 140 обнаруживаются «пилообразные» колебания, носящие разрывный характер.

Исследование сложных автоколебательных процессов позволяет на этапе проектирования технологических процессов обработки трубной заготовки оптимизировать процессы и назначить рациональные режимы прокатки труб.

Разработанная математическая модель может быть использована при исследовании динамических процессов с аналогичной схемой действия сил на технологические инструменты аналогичных станов продольной прокатки.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ГОЛОВНОГО МЕХАНІЗМУ ГІРАЦІЙНОЇ ДРОБАРКИ**

**Пустовий Є.М., Афанасьєва Ю.К., керівник доц. Зданевич С.В.  
Національна металургійна академія України**

У вітчизняній і закордонній практиці при здійсненні операцій дроблення найрізноманітніших руд і матеріалів широке застосування мають конусні дробарки.

Техніко-експлуатаційні характеристики конусних дробарок багато в чому залежать від траєкторії руху робочого органа, що обумовлена прийнятою кінематичною схемою. Траєкторія руху рухливого конуса багато в чому залежить від взаємного положення вісі рухливого конуса і точки гірації щодо камери дроблення.

У механізмах і вузлах конусних дробарок є деталі заміна яких зв'язана зі зносом поверхонь, що сполучаються. У першу чергу це деталі несучої конструкції і рухливого конуса, що безпосередньо контактує з матеріалом, що дробиться, а також деталі опорного вала, знос яких веде до зміни кінематики руху та веде до зниження якості дроблення і погіршенню експлуатаційних характеристик устаткування.

Недостатня надійність конусних дробарок обумовлена дефектами структури їхніх основних механізмів. Розглянуті кінематичні та структурні схеми головних механізмів гіраційних дробарок Hydrocone H2800 та ККД-1500/180.

Складена розрахункова схема для визначення зусилля дроблення та радіальних зусиль у верхньому опорному вузлі конуса. Низька надійність опорних вузлів головного вала конуса пов'язана з високими навантаженнями.

Для дробарки ККД-1500/180 пропонується змінити верхній опорний вузол головного вала конуса дробарки з уведенням сполучення по циліндричній поверхні для обертальної пари з можливістю осевого переміщення вала і сферичного сполучення для гіраційного руху вала конуса. Модернізована конструкція опори верхньої траверси дає розподіл навантаження на елементи кінематичної пари більш рівномірний, що при наявності змащення на тертьових поверхнях збільшить довговічність опорного вузла і підвищить його надійність.

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Соловей Т.С., керівник доц. Каряченко Н.В.  
Національна металургійна академія України**

Активаційні технології дорожньо-будівельних матеріалів, розглянуті в єдиному комплексі, є новим науковим напрямком, який прогресивно розвивається в транспортному матеріалознавстві. Сутність активаційної технології матеріалів полягає в інтенсивному підвищенні фізико-хімічної активності їх компонентів на межах розділу фаз, що реалізується

в різних технологічних переділах. Встановлено, що всі матеріали, незалежно від їх природи і агрегатного стану, що є в нормальних умовах хімічно пасивними, за певних режимах обробки можуть стати хімічно активними. Це дозволяє використовувати малоактивну дешеву кремнеземисту сировину і техногенні відходи виробництва для створення на їх основі міцних композиційних матеріалів. Розвиток активаційних технологій твердо і рідкофазних компонентів дорожніх композиційних матеріалів поступово трансформується в спеціальну частину матеріалознавчої науки - капрологію. Остання покликана розробляти теорію і вирішувати прикладні завдання, спрямовані на ефективне використання техногенних відходів виробництва в якості дешевих джерел сировини для отримання широкого асортименту будівельних матеріалів загального і спеціального призначень. Подальше завдання досліджень полягає в технічному вдосконаленні та розробці технологічного обладнання для активації твердих, рідких і газоподібних компонентів дорожніх композиційних матеріалів. При цьому всі технологічні рішення повинні бути підпорядковані спільній меті - досягненню оптимальних структур одержуваних матеріалів, що забезпечують їх довговічність при мінімальних ресурсних витратах і максимальній охороні навколишнього середовища.

### **РАЦІОНАЛЬНИЙ КІНЕМАТИЧНИЙ СІНТЕЗ СТРИЖНЬОВОГО МЕХАНІЗМУ ЗАХВАТА**

**Зима А.Я., керівник доц. Погребняк Р.П.  
Національна металургійна академія України**

Робочий орган призначений для захоплення і утримання об'єкту маніпулювання називають захватним пристроєм. Найбільший запит мають та використання мають універсальні захватні пристрої, які можуть утримувати різні об'єкти за розмірами, масою і конфігурацією. Захват стає більш гнучким та універсальним, якщо має можливість до затиску деталей значного діапазону розмірів та ваги без переналадки та заміни робочих елементів. Найважливішими вимогами до захватних пристроїв роботів є утримання об'єкту під час розгону та гальмування руки маніпулятора та збереження деталі та її поверхні під час її затискання й переміщення. Важливо щоб швидкість затискних елементів в момент контакту з об'єктом маніпулювання була сталою та мінімально можливою для уникнення динамічних перенавантажень. З цієї ж причини кутові швидкості та кутові пришвидшення вихідних ланок механізму також повинні бути мінімальні.

Виконаний в безрозмірній формі кінематичний аналіз та синтез механізму захвата за критерієм відношення швидкості затискних губок до швидкості ведучої ланки захвата  $P_p = P_o \frac{V_{вих}}{V_{вх}} = P_o U$  ( $P_p$  - рушійна сила,  $P_o$  - сила опору). Знайдені оптимальні значення геометричних параметрів механізму.

### **ЗАЛЕЖНІСТЬ УДАРНОЇ МІЦНОСТІ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТТІВ, ЯКІ МІСТЯТЬ ФЕРОМАГНІТНІ НАПОВНЮВАЧІ, ВІД ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ**

**Телегіна А.А., керівник ст. викл. Коптілий О.В.  
Національна металургійна академія України**

Ударна міцність – важлива характеристика захисних покриттів, яка визначає їх основні фізико-механічні властивості. За ударною міцністю покриття можна судити про його твердість і адгезію до металічної підкладки. Структуроутворення полімерних покриттів з феромагнітними наповнювачами під впливом електромагнітного поля сприяє різкому зниженню внутрішніх напружень покриття, а також суттєвому підвищенню його адгезії і міцності.

Фізичному модифікуванню у електромагнітному полі піддавалися полімерні покриття, які містять вже оптимізовані попередніми дослідженнями концентрації компонентів. В якості феромагнітного наповнювача використовувалися попередньо оброблені відхідні компоненти гальванічного виробництва.

Проведені дослідження впливу змінного і постійного електромагнітних полів на міцність полімерних покриттів при ударі. Випробування міцності полімерних плівок при ударі проводились на установці У-1А за ГОСТ 4765-73. Результати випробувань показали, що під впливом, як змінного, так і постійного електромагнітних полів відбувається позитивна зміна міцнісних властивостей полімерних покриттів.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРАХУНОК ТЯГОВОГО ЗУСИЛЛЯ ЛЕБІДКИ**

**Глушич Р.В., керівник ст. викл. Рубан В.М.  
Національна металургійна академія України**

Лебідки призначені для підйому й переміщення вантажів по вертикальному, горизонтальному чи похилому шляху при ремонтних, монтажних та інших роботах, а також для механізації транспортування вантажів.

Залежно від конструктивного виконання лебідки поділяють на однобарабанні і багатобарабанні, одношвидкісні та багатшвидкісні, залежно від типу привода – з електроприводом, гідроприводом, приводом від ДВЗ і ручним приводом; залежно від типу зв'язку між барабанним та привідним механізмом – фрикційні лебідки; з фрикційним зв'язком між канатом і барабаном – лебідки шпильові й з канатоведучими шківками.

Найширше використовуються лебідки із жорстким зв'язком – зубчастими передачами між їхніми елементами – двигуном, гальмом, барабаном.

Однобарабанні реверсивні лебідки з приводом від електродвигуна застосовують у комбінації з поліспастиками для підйому вантажів будь-якої ваги. Підйом та опускання вантажу в цих лебідках здійснюється шляхом реверсування двигуна. Якщо при опусканні вантажу момент від його ваги перевищує момент від сил тертя в передачах лебідки, то двигун працює в режимі генераторного гальмування. Опускання вантажу реверсуванням двигуна забезпечує безпеку при роботі лебідки.

Інтенсивність роботи та завантаження механізмів підйому характеризує групою класифікації (режиму) механізму. У відповідно до вимог ІСО 4301/1 встановлено вісім груп класифікації (режиму) механізму М1, М2, ..., М8. Тривалість роботи електродвигуна механізму в процентах від загального часу роботи характеризується тривалістю включення ПВ. Кінематична схема лебідки механізму підйому вантажу (рис.1.) 1-електродвигун; 2-муфта зубчаста з проміжним валом 3 і тормозним шківом (МПТ); 4-гальмо; 5-редуктор горизонтальний двоступінчастий циліндричний типу РМ; 6-муфта зубчаста спеціальна; 7-барабан; 8-зовнішня опора барабана.

## **НАПРУГИ В ПОРОЖНИСТИХ СКЛАДЕНИХ ЦИЛІНДРАХ ПІД ВПЛИВОМ ВНУТРІШНЬОГО ТИСКУ**

**Забродська Г.А., керівник доц. Наумова І.Ю.  
Національна металургійна академія України**

Порожні складені циліндри під дією внутрішнього тиску моделюють багато елементів машинобудівних конструкцій, литі комбіновані деталі в трубопроводах і газопроводах, а також інші литі комбіновані вироби. При виготовленні таких литих виробів між внутрішнім і зовнішнім циліндрами виникає попередній натяг. Розглядалася задача про визначення допустимого внутрішнього тиску і напруженнях, що виникають в складеному циліндрі за умови, що внутрішній циліндр керамічний. Тому при розрахунку крім умов міцності вводилася додаткова умова: напруги у внутрішньому циліндрі не повинно бути розтягуючим. Отримано алгоритм визначення внутрішнього тиску в складеному двохшаровому циліндрі при зазначених умовах.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ В ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИНАХ**

**Тюрю В.Л., руководитель ст. преп. Василенко В.Н.  
ИНИФН Национальная металлургическая академия Украины**

Планетарная передача (далее ПП) – механическая передача вращательного движения, за счет своей конструкции способная в пределах одной геометрической оси вращения изменять, складывать и раскладывать подводимые угловые скорости и крутящие моменты. Существует много различных конструкций ПП: одноступенчатая, двухступенчатая, многоступенчатая. Обязательные составляющие: солнечные зубчатые колеса, сателлиты, водило. ПП применяют как редуктор с постоянным передаточным числом, как коробку передач, как дифференциальный механизм. Их успешно применяют в подъемно-транспортном машиностроении, приборостроении и т.д.

Компактность конструкции, возможность получения большого передаточного числа обеспечивают применению ПП как в простых грузовых лебедках, так и в механизмах подъема груза в специальных металлургических кранах. В разливочных металлургических кранах большой грузоподъемности применяется ПП с двумя входными валами и дифференциальном каскадом, суммирующим вращения валов. Грузоподъемность и скорость подъема зависит от работы одного или двух электродвигателей.

Широкое распространение получили ПП в механизмах передвижения колесно-гусеничных машин. Это ведущие мосты, коробки передач, бортовые передачи. Передачи выполняются одноступенчатыми, двухступенчатыми, многоступенчатыми. Изменение частоты вращения и вращающего момента выходного вала достигается путём затормаживания одного из солнечных колёс или водила.

Наибольшее распространение получила одноступенчатая ПП типа 2А-н. Выполнен расчет и проектирование редуктора по заданной схеме.

## **РОЗРОБКА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗВАРНОВАЛЬЦОВАНИХ КАНАТНИХ БЛОКІВ**

**Кожілкин І.С., керівник ст. викл. Василенко В.М.  
Національна металургійна академія України**

В поліспастих системах вантажопідйомних кранів, в тому числі і спеціальних металургійних, використовуються канатні блоки діаметром від 320 мм до 800 мм і більше. Діаметр блока залежить від діаметру каната. Виготовляються блоки кранобудівними

заводами та ремонтними службами кранового хазяйства із сталевих литва. Блок має обод, маточину та диск з ребрами жорсткості або спиці.

Литво виконується в пісчаній формі. Складність відливання полягає в поганому заповненні вузьких каналів обода, диска або спиць. Щоб зменшити брак литва сталеливарні цехи збільшують товщину обода та особливо спиць. Це приводить до збільшення маси блока. Необхідність обрубки литників та литникових чаш, великий об'єм механічної обробки (особливо обода блока) приводить до того, що вихід годного (коефіцієнт використання металу) при виготовленні блоків складає не більше 0,5.

Розроблена нова конструкція та технологія виготовлення канатних блоків. Блок зварюється з обода, маточини та спиць, виготовлених із стандартного прокату.

Обод і спиці виготовляються з сталевих гаряче вальцьованої полоси за ГОСТ 103-76, маточина з товстостінної труби за ГОСТ 8732-78.

Марка сталі для обода вибирається за зварюваністю і відносному подовженню  $\delta_s \geq 20\%$ . Цій умові відповідають сталі марок 30, 3сп, 09Г2С. Для спиць рекомендується застосовувати таку марку сталі, що і для обода. В якості матеріалів труб рекомендуються сталі марок 20, 30, 09Г2С. Труби можуть бути застосовані некондиційні. При виборі товщини стінки потрібно враховувати, що заготовка для маточини обробляється як зсередини, так і зовні. Зварювання елементів блока і контроль якості зварюваних з'єднань повинні проводитися у відповідності з вимогами Держгірпромнагляду за технологією підприємства-виробника.

Такий блок має меншу масу порівняно з литим, механічна обробка мінімальна, коефіцієнт використання металу 0.98 та більше, зменшена собівартість виготовлення.

## **ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО РІЗАННЯ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Осадчук В.Р., керівник проф. Ткаченко Є.А.  
Національна металургійна академія України**

Одним з факторів, які дозволяють підвищити продуктивність обробки різанням, є широке використання мастильно-охолоджуючих середовищ (МОТС), які виконують важливі позитивні функції в процесі різання. Однак, з точки зору екології, застосування МОТС призводить до істотного забруднення навколишнього середовища. Кількість споживаних рідких МОТС у нас в країні і в індустріально розвинених промислових країнах досить велике. Зокрема, загальна спожита кількість різного складу МОТС в млн. тонн на рік становить в США-2,3; в Німеччині-1,1; у Франції-0,8, що свідчить про те, що металообробна промисловість є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища в індустріально розвинених країнах. В результаті розпаду МОТС під термовпливом повітряне середовище забруднюється хімічними речовинами, які є шкідливими для здоров'я людини.

Вирішення екологічних проблем сучасного машинобудівного виробництва є однією з найбільш важливих і складних.

За останній час все більше застосування отримують технології «сухого різання» з повною відмовою від використання МОТС. Проведені роботи [1,2] показали, що найбільш перспективним є застосування екологічно безпечної технології різання із застосуванням іонізованих газових середовищ (ІГС), зокрема кисню повітря.

Застосування газів з метою інтенсивного відводу тепла з зони різання відкриває нові можливості в питанні підвищення стійкості інструментів. Для досягнення більшої ефективності різання без застосування стандартних МОТС, слід використовувати інструмент зі зносостійкими покриттями оптимального складу.

Таким чином, запропонована система екологічно безпечного різання з застосуванням ІГС та зносостійкого покриття інструменту може успішно конкурувати з типовими технологіями, забезпечуючи різання матеріалів без забруднення навколишнього середовища.

Список літератури:

1. Подураев В.М., Татарников А.С., Петрова В.Д. Механическая обработка с охлаждением ионизированным воздухом. «Вестник машиностроения», 1991г., №11, с.27-31.
2. Верещака А.С., Полоскин Ю.В., Кириллов А.К, Хаустова О.Ю. Анализ проблемы использования экологически безопасного сухого резания. Материалы XII Международного научно-технического семинара «Высокие технологии. Тенденции развития». Харьков, ХПИ, 2002г., с97-102.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ МЕТАЛІВ**

**Стрижко В.С., керівник проф. Ткаченко Є.А.  
Національна металургійна академія України**

В даний час формоутворення енергією імпульсного магнітного поля застосовується для формування електропровідних матеріалів. При обробці металів даними способом на заготовку безпосередньо діє імпульс магнітного поля великої напруги без участі будь-яких проміжних тіл, що дозволяє здійснювати технологічні операції, нездійсненні іншим відомим способом.

Якщо енергію, накопичену в конденсаторних батареях, розрядити протягом часток секунди через котушку-соленоїд, то магнітне поле, яке утворилося, розвине тиск, який буде діяти на провідник, поміщений в котушку. Якщо при цьому питомий тиск перевищить межу плинності матеріалу, що знаходиться в зоні дії магнітного поля, то станеться його пластичне деформування.

Формоутворення імпульсним магнітним полем можна здійснити двома способами. Перший спосіб ґрунтується на використанні сил електромеханічної взаємодії між вихровими струмами, наведеними в оброблюваній деталі при перетині їх силовими лініями імпульсного магнітного поля, і самим магнітним потоком імпульсу. Цей спосіб названий індуктивно-імпульсним.

Другий спосіб заснований на використанні сил взаємодії магнітних полів двох провідників, одним з яких є оброблювана деталь. Цей спосіб називається електродинамічним. Індуктивно-імпульсний спосіб для обтиску трубчастих заготовок отримав більш широке поширення.

## **ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦИЛІНДРІВ ПРИ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОМУ ПОЛІРУВАННІ**

**Глуценко Г.Є., Яйчук О.О., керівник доц. Гришин В.С.**

При електроімпульсному поліруванні (ЕП), що отримало в даний час широке поширення, зняття металу з поверхні здійснюється за рахунок фізико-електрохімічної взаємодії парогазової оболонки з оброблюваною поверхнею [1]. В якості електролітів використовуються нетоксичні водні розчини солей. Технологія ЕП характеризується малостадійністю, високою продуктивністю, стабільністю, універсальністю і екологічною безпекою. Поліровані поверхні мають низьку шорсткість ( $Ra = 0,16 \dots 0,03 \mu\text{м}$ ) і високу відбивну здатність. Досвід впровадження технології на багатьох підприємствах дозволяє її рекомендувати для високоякісного полірування важкопрофільних поверхонь, для підготовки поверхні під нанесення різних покриттів, в тому числі іонно-вакуумних, для видалення

невеликих задирок з одночасним притуплюванням гострих кромок, а також для очищення поверхні від мінеральних і органічних забруднень .

Заміна традиційних способів фінішної обробки поверхні на ЕП дозволяє знизити трудомісткість операцій полірування і видалення забруднень в 1,5 ... 12 разів, видалення задирок в 4 ... 25 разів і в більшості випадків істотно підвищити якість виробів, стабільність одержуваних результатів, продуктивність і повністю усунути ручну працю , замінити який, в ряді випадків, іншими методами обробки не вдавалося. В даний час розроблена і виготовляється універсальна установка для реалізації технології ЕП у виробництві гідроциліндрів гірничо-шахтного устаткування.

#### Список літератури:

1. Метод електроімпульсного полірування металів / Є.Я. Головкина, С.Н.Терехов, Ю.В.Сінкевич, О.О.Авсеевич // Машинобудування. - Мн .: Вишэйшая школа, 1988, - Вип.13. - С.40-43.

### **АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАРІЗАННЯ РІЗЬБ**

**Боровський В.С., керівник - ст. викл. Карабут В.М.  
Національна металургійна академія України**

При нарізанні різьб різьбовими різцями виникають:

- а) конструкторські несприятливі фактори: профіль різця не відповідає профілю різьби;
- б) налагоджувальні несприятливі фактори: різьбовій різець не встановлено перпендикулярно осі деталі, різьбовій різець встановлений не на висоті лінії центрів;
- в) технологічні несприятливі фактори: процес нарізання різьб ділиться на чорнові і чистові робочі ходи, число робочих ходів приймають в залежності від матеріалу деталі і різця, профілю і кроку різьби; швидкість різання при чорновому і при чистовому нарізанні різьби залежить від матеріалу різця і оброблюваного виробу; для нарізання різьб потрібно багато часу.

У зв'язку з виникненням цих несприятливих факторів виникають труднощі із забезпеченням точності і шорсткості різьбових з'єднань.

Мета роботи: вивчення методів нарізання різьб, вибір більш точної конструкції і високої продуктивності ріжучого інструменту згідно з кресленням деталі.

Проведено аналіз методів нарізання різьб. Обрано більш точний і продуктивний метод нарізання різьби, який залежить від конструктивних параметрів (діаметр різьби, крок різьби, глибина різьби) і технічних вимог (точність і шорсткість різьби, марка оброблюваного матеріалу) креслення деталі.

У проектованому технологічному процесі передбачена різьбофрезерна операція, на якій гребенчастою фрезою буде нарізана різьба в отворі відповідно до вимог креслення.

Висновок: в результаті аналізу розглянутих методів нарізування різьби обрана гребенчаста фреза згідно з кресленням деталі і запропонована для нарізання різьби на різьбофрезерній операції в проектованому технологічному процесі.

### **ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ПЕРЕД НАНЕСЕННЯМ ПОКРИТТЯ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ**

**Михайлова О.А., керівник ст. викладач Ласкін В.М.  
Національна металургійна академія України**

Метод електроіскрового легування широко використовують для зміцнення поверхневого шару деталей машин, інструментів, технологічного оснащення. Властивості такого зміцненого шару залежать як від параметрів легування, так і від стану поверхні



підкладки. Стан поверхні підкладки, в свою чергу, залежить від умов її попередньої обробки. Для підвищення якості легованого шару, який наноситься, необхідно видалити наявну на підкладці плівку забруднень. Відповідно до послідовності й характеру проведення очищення розрізняють грубе і тонке механічне очищення, грубе і тонке хімічне очищення.

Підготовка поверхні механічним способом включає в себе процес шліфування (піскоструминна, дробеструминна, гидроабразивна та ін.), шліфування, обробку металевими й полімер-абразивними щітками, наждачним папіром. При цьому механічна обробка є дешевшою і екологічно чистою. Хімічне очищення виконують в розчинах неорганічних кислот і лугах, а також в парах неорганічних розчинників. Для інтенсифікації процесу очищення використовують ультразвукові ванни.

## **ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ**

**Нуруллін Р.А., керівник ст. викл. Ласкін В.М.  
Національна металургійна академія України**

Одним з широко використовуваних в машинобудуванні методів відновлення зношених поверхонь деталей машин і інструментів є плазмове напилення. Цей метод полягає в розплавленні та наноситься за допомогою високотемпературної струменя, утвореною газовим пальником, і наступним розпиленні розплаву потоком іонізуючим газу. Дуга в плазмових пальниках збуджується між катодом і водоохолоджуваним соплом-анодом. Через електродугову камеру продувається плазма утворюючий газ, який частково іонізується і при високій температурі закінчується з сопла з великою швидкістю. Як плазмо утворюючий газ застосовують азот або аргон. Азот дає температуру плазми  $(10 \dots 15) \cdot 10^3 \text{°C}$ , а аргон -  $(20 \dots 30) \cdot 10^3 \text{°C}$ . Плазма має високу електропровідність, тому напруга в струмені плазми низька, а сила струму більша. Магнітні силові лінії навколо плазми стискають її, в результаті чого вона витягується і приймає форму шнура. Швидкість потоку плазми досягає на виході з сопла 9000 м/с, в той час, як у газовій зварювального пальника всього 90 м/с. Плазма, яка не містить кисню, дозволяє отримувати покриття без окислів. При плазмовому напиленні в якості матеріалів для покриттів використовують порошкоподібні сплави або дроти. Висока температура плазмового струменя дозволяє наносити дуже тверді зносостійкі сплави на основі нікелю, хрому та ін.

Переваги плазмового напилення: висока продуктивність процесу (до 12 кг/год); можливість отримання покриттів з будь-якими фізико-механічними властивостями; міцне зчеплення напиляемого шару з поверхнею деталі; висока якість напиляемого шару; відпадає необхідність оплавлення напиляемого шару; можливість наносити шари від декількох десятих часток міліметра до 3 мм. Недоліки способу: висока вартість процесу напилення через дорожнечу обладнання, плазмо утворюючого газу і високої кваліфікації обслуговуючого персоналу.

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ ОПРАВОК СТАНІВ ХПТ**

**Єсаулова Ю.Р., керівник доц. Гришин В.С.  
Національна металургійна академія України**

Проведені дослідження по визначенню залежності шорсткості поверхонь оправок, оброблених електроіскровим легуванням, від частоти вібрації електрода і електричних режимів дозволяють зробити висновок про те, що посилення режимів легування, а саме зміна електричних режимів і частот вібрації електрода (анода), призводить до збільшення шорсткості робочої поверхні оправлення, яка схильна до зміцнення [1].

Найбільша шорсткість поверхні спостерігається при переході з одного електричного режиму на інший. Це збільшення шорсткості, як правило, пов'язано з потужністю розряду, від якого залежить проникнення матеріалу електрода (анода) в оправлення (катод). Металографічні дослідження показали, що зі збільшенням потужності розряду, збільшується не тільки товщина покриття, але і проникнення матеріалу анода всередину катода. Отже, можна стверджувати, що вся потужність розряду, яка надходить на електрод (анод), витрачається на його часткове розплавлення і переноситься на деталь, в нашому випадку на оправлення (катод).

Крім цього робимо припущення, що підвищення шорсткості залежить не тільки від режимів легування, а й від початкової шорсткості поверхні оправлення.

Отримані результати експериментальних досліджень дають можливість зробити наступні рекомендації:

1. Для нанесення покриття методом електроіскрового легування на трубне оправлення стану ХПТ, від якого залежить висока якість обробки, тобто найменша шорсткість, найбільш прийнятним режимом є електричний режим з напругою 50В.
2. Електричний режим з напругою 100-150В дозволяє отримувати більш високу товщину і шорсткість поверхні покриття оправлення. Внаслідок чого, цей режим можна рекомендувати для відновлення зношених оправок з наступною додатковою фінішною обробкою, наприклад - поверхнево-пластичну деформацію (ППД). Даний спосіб дозволяє знизити шорсткість покриття без зменшення його товщини і зменшити залишкові напруження розтягу.

Список літератури:

1. Формування розвинених мікрорельєфів поверхонь. / Проволоцкій А.Е., Лапшин С.П., Негруб С.Л., Ласкін В.М. // Різання і інструмент в технологічних системах. Міжнародний науково-технічний збірник. Випуск 66. Харків НТУ «ХПІ». - 2004, с. 153-162.

## **ВИКОРИСТАННЯ АНАЕРОБНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ З'ЄДНАННІ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ МАШИН**

**Дашевська В.В., керівник доц. Криворучко О.М.  
Національна металургійна академія України**

При з'єднанні підшипникового вузла машини прийнято використовувати посадку з натягом на циркуляційно-навантажне кільце, а посадку з зазором на місцево-навантажне кільце. При експлуатації підшипникового вузла часто виникає обертання зовнішніх кілець підшипників в отворі корпусу внаслідок не рівнобічності вісі підшипників з віссю обертання валу. Ці негативні наслідки виникають внаслідок прогину вала при передачі навантаження. При обертанні зовнішнього кільця підшипника у отворі корпусу виникає його зношення і поява вібрації усєї машини. Одним із шляхів підвищення надійності підшипникових вузлів машин є використання при з'єднанні анаеробних матеріалів, які зменшували зазор між зовнішнім кільцем підшипника і корпусом.

Анаеробні матеріали відносять до групи полімерних матеріалів, які мають малу усадку і хімічну адгезію, стійкі до ударів та вібрації.

Серед анаеробних матеріалів найбільш ефективно використовувати для наших цілей матеріал «Анатерм-6», який має в'язкість до 30000 МПа\*с, напруження при зрушенні до 15,0 МПа, максимальний зазор заповнення з'єднання до 0,7 мм при робочій температурі від -60°C до +150°C.

## МОДЕЛЮВАННЯ ВІДМОВ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Біліба О.С., керівник Абрамов С.О.

Національна металургійна академія України

Найважливішим напрямком підвищення ефективності механічної обробки є розробка теоретичних основ управління процесом різання і, перш за все, управління надійністю функціонування ріжучого інструменту. У зв'язку з цим вельми актуальна розробка теоретичних моделей відмов, що дозволяють прогнозувати поведінку інструменту та основні показники його надійності в будь-яких умовах експлуатації.

В даний час розроблені ймовірнісні моделі відмов різального інструменту, засновані на аналізі випадкових процесів зношування і руйнування леза ріжучого інструменту. Наприклад в разі значного розсіювання параметрів процесу різання, характерному для реальних умов експлуатації. В основу моделі відмов інструменту закладений закон Вейбула розподілу параметрів його міцності і зносостійкості та нелінійний характер зміни цих параметрів у часі.

Основні теоретично досліджувані показники безвідмовності - середній період стійкості  $T$  та коефіцієнт її варіації  $V_T$ , використовуються для оцінки параметрів найбільш поширеного для ріжучого інструменту закону Вейбула розподілу його стійкості.

У моделях відмов, приймається, що рівень експлуатаційної міцності  $P_{in}$  і рівень діючого на лезо ріжучого інструменту навантаження  $P_z$  розподілені за законом Вейбула. Зміна в часі середніх значень цих показників, обумовлене зміною величини зносу по задній поверхні леза  $h(\tau)$ , описується нелінійними статичними функціями. Розподіл стійкості інструменту до руйнування являє собою розподіл екстремальних (найбільших) значень з функцією розподілу  $P_{Tp}$  і щільністю ймовірності розподілу  $f_{Tp}$ :

$$F_{Tp}(\tau) = \exp \left[ - \left( \frac{c_h \tau}{\eta^{\frac{1}{c}}} \right)^{-c b_n} \right], \quad f_{Tp}(\tau) = \frac{\partial}{\partial \tau} \exp \left[ - \left( \frac{c_h \tau}{\eta^{\frac{1}{c}}} \right)^{-c b_n} \right]$$

де:  $\eta = P_{in}/P_z$  - коефіцієнт безпеки, рівний відношенню показників міцності й навантаження;  $c$  - коефіцієнт, що характеризує одночасно нелінійну зміну міцності і навантаження в часі;  $c_h$  - коефіцієнт що характеризує лінійну зміну зносу в часі:  $c_h = h_{кр}/T_H$ ;  $h_{кр}$  - критерій затуплення;  $T_H$  - середній період стійкості до досягнення допустимого зносу (нормований в довідковій літературі, або нормативний),  $b_n$  - параметр форми закону Вейбула розподілу рівня міцності, який визначається коефіцієнтом варіації  $V_n$ , що характеризує розсіювання.

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КООРДИНАТНО ВИМІРЮВАЛЬНИХ МАШИН ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПРЕС-ФОРМ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РОБОЧИХ КОЛІС ЦЕНТРОБІЖНИХ НАСОСІВ

Науменко М.О., керівник ас. Самокиш Д.М.

Національна металургійна академія України

Сучасний стан розвитку вимірювальних приладів і систем автоматизованого проектування виробів дозволяють значно економити ресурси і час при проектуванні деталей складної форми. У випадку відсутності інформації щодо структури і способу створення окремих елементів машин єдиним способом для отримання прототипу є використання координатно-вимірювальних машин (КВМ) і систем автоматизованого проектування (САПР) (принцип «зворотнього проектування»). Зворотнє проектування – отримання деталі на основі вимірювання і відтворення прототипу. В машинобудуванні при застосуванні САПР і принципу «зворотного проектування» крім прямого копіювання механізмів можливо вдосконалення конструкції машин і отримання нових її форм.

Ряд потужних систем автоматизованого проектування і підготовки виробів до виробництва (Компас 3D, Autodesk Inventor та інші), мають широкі можливості для створення твердотілих об'єктів складної геометрії на основі поверхневого моделювання. В системах САПР технологія поверхневого параметричного проектування адаптована для використання масивів координат точок отриманих при вимірюванні. Для визначення можливості використання підходу «зворотнього проектування» розглянули процес проектування робочих коліс центробіжних насосів. За допомогою отриманих на КВМ координат в системах САПР отримували апроксимовані поверхні покривних дисків і лопаток робочих коліс і на основі цих поверхонь твердотілі 3D моделі. Подальше проектування прес-форм для лиття робочих коліс центробіжних насосів з застосуванням розроблених 3D моделей та контрольні виміри отриманих дисків показали високу ступінь достовірності розмірів.

Таким чином, координато-вимірювальні машини разом з системами САПР у випадку відсутності конструкторської документації на виріб є основним інструментом для деталей складної геометричної форми. Для робочих коліс центробіжних насосів це можливість відтворення їх форми та отримання масштабних копій таких деталей.

### **РОЗРОБКА УЧБОВО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ З ДИСЦИПЛІНИ «СПЕЦІАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ У МАШИНОБУДУВАННІ»**

**Баштаннік О.С., керівник доц. Негруб С.Л.  
Національна металургійна академія України**

Освітньо-професійна програма магістра зі спеціальності 131.1 – прикладна механіка згідно стандарту вищої освіти дає право студенту після закінчення навчання займати посади у вищих навчальних закладах. Аналіз виконуваних випускних робіт магістрів на кафедрі технології машинобудування показав, що увага, передусім, приділяється роботам наукового характеру з притаманними їм дослідженнями, моделюванням та вивченню вже існуючих аспектів різних технологій. Але підготовка кадрів для навчальних закладів, які останнім часом, також відчувають «кадровий голод» через відсутність молодих та амбітних молодих вчених, які б з повним розумінням усіх особливостей подальшої діяльності обирали б майбутній вид діяльності, робоче місце та втілювали в життя свої розробки, на жаль відсутня під час студентства. Така робота розпочинається лише потім, під час вступу до аспірантури, під час навчання в ній. Високий відсоток спроб закінчити навчання та обрати місце роботи у навчальному закладі не закінчується стовідсотковим успіхом, ще й через те, що у молодого спеціаліста відсутнє повне уявлення про роботу викладача.

Дана робота присвячена оновленню частини учбово-методичного комплексу з дисципліни «Спеціальні верстати та мехатронні системи у машинобудуванні» з опануванням певного об'єму матеріалу дисципліни, яка є обов'язковою для студентів другого (магістерського) рівня навчання. Мета роботи проаналізувати наповненість комплексу документів та оновлення певної кількості лекцій, оскільки дисципліна з оновленою назвою існує лише один рік і відчувається необхідність доповнити існуючий конспект лекцій темами, доданими вперше. Окрім цього увагу приділено наповненню вказівок до виконання лабораторних робіт з дисципліни. Дисципліна присвячена вивченню особливостей експлуатації технологічного обладнання в умовах гнучкого автоматизованого виробництва та технічній підготовці виробництва для названих умов, вивченню особливостей конструкції та експлуатації мехатронних систем, які широко представлені в металорізальному обладнанні. В даний час гнучке автоматизоване виробництво широко представлене за кордоном, має широкі технологічні можливості, але й суттєві особливості в організації такого виробництва також мають місце. Тому важливо для спеціаліста з технології

машинобудування бути ознайомленим з цими особливостями, бо використовувати можливість обладнання максимально є його професійним обов'язком.

## **МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС**

**Ярмоленко Д.А., руководитель проф. Губенко С.И.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Исследованы особенности зарождения коррозионных повреждений в колесной стали, который определяется влиянием структурного ее состояния и неметаллических включений. Определены коэффициенты влияния среды, показывающие степень влияния неметаллических включений на малоцикловую долговечность колесной стали в разных средах. Для колесной стали установлен и обоснован последовательный ряд, показывающий степень вредного влияния включений на зарождение и развитие коррозионных повреждений. Исследовано влияние неметаллических включений на склонность колесной стали к коррозионному растрескиванию и усталостную прочность в коррозионных средах.

Исследовано влияние структурного состояния на скорость коррозии колесной стали. Испытания на склонность колесной стали к коррозионному растрескиванию показали, что неметаллические включения существенно ухудшают механические характеристики. Испытания на усталостную прочность в коррозионных средах показали, что самое сильное снижение предела усталости колесной стали наблюдается при наличии сульфидных включений, которые становятся лидерами по вредному влиянию коррозионной среды на уменьшение предела усталости колесной стали по сравнению с испытаниями на воздухе.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН**

**Ткаченко И. А., руководитель проф. Губенко С.И.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Исследовано образование и развитие микроразрушений вблизи неметаллических включений при пластической деформации стали. Обсуждается механизм зарождения и роста полостей вблизи включений. Установлено, что недеформируемые включения в сталях 08Ю (корунд, марганцевая и железная шпинели) и 08Т (нитриды, карбонитриды и окислы титана) в одинаковых условиях деформации проявляют различную способность к образованию микроразрушений. Включения, содержащие алюминий, склонны к образованию полостей путём отделения их от матрицы, вблизи включений с титаном редко образуются полости, происходит разрушение самих включений. Показано, что механизм зарождения микроразрушений в стали определяется соотношением прочности и пластичности матрицы и включения и прочности межфазной границы. В ходе пластической деформации наблюдаются три стадии развития микроразрушений у неметаллических включений. Сделана попытка оценить вклад включений в зарождение микроразрушений в стали 08Ю, возникающих в ходе деформации образца. Существование нескольких видов разрушения, а также многообразие механизмов возникновения микроразрушений около включений предполагают различную степень влияния последних на макроразрушение стали в зависимости от температуры испытания. Выводы об участии включений в макроразрушении стали сделаны после изучения поверхности изломов.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ**

**Ткаченко И. А., руководитель проф. Губенко С.И.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Проанализированы основные виды, морфология, структура неметаллических включений в сталях. Приведены их классификации по составу, структуре, механическому поведению, температуре плавления. Обсуждаются условия образования неметаллических включений в процессе выплавки, разливки и кристаллизации сталей, а также в твердом состоянии. Изучено поведение различных типов неметаллических включений при горячей и холодной пластической деформации, обсуждаются влияние условий деформации на уровень пластичности и разрушение включений, а также образование дефектов вблизи включений.

Исследовано распределение напряжений в стальной матрице низкоуглеродистой стали после горячей и холодной деформации, а также рекристаллизационного отжига. Расчётным путём определены упругие микронапряжения вблизи включений в условиях охлаждения низкоуглеродистой стали после горячей прокатки.

Показано влияние содержания включений на механические характеристики низкоуглеродистой стали.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДЕФОРМИРОВАННЫХ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ЛАЗЕРНОМ НАГРЕВЕ**

**Белан Е.С., руководитель проф. Губенко С.И.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Лазерная обработка широко применяется для локального поверхностного упрочнения различных изделий. Механизм упрочнения стали зависит от ее структурного и фазового состояния. Одной из составляющих процесса упрочнения являются скоростные наклеп и разупрочнение, которые реализуются в любой стали. Целью работы было изучение процесса разупрочнения в зоне лазерного воздействия сталей, предварительно подвергнутых горячей деформации, а также холодной деформации с различной степенью.

Исследования показали, что в зоне лазерного воздействия наблюдаются признаки собирательной или вторичной рекристаллизации и высокоскоростной сдвиговой и ротационной деформации. Наложение этих явлений позволяет утверждать, что лазерная рекристаллизация имеет признаки динамического процесса. Механизм лазерной рекристаллизации зависит от типа стали.

При лазерной рекристаллизации холоднодеформированной стали проявляется субструктурная наследственность, увеличивается на порядок плотность дислокаций, появляются признаки столбчатости зерен и кристаллографической текстуры. Степень холодной прокатки влияет на механизм динамического восстановления структуры и параметры зоны лазерного воздействия.

## **МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСОВ СОСУДОВ РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

**Белая Е., руководитель проф. Карпов В.Ю.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Сосуды под давлением являются техническими устройствами, эксплуатация которых делают производственный объект опасным, поэтому на их проектирование, устройство,

изготовление, реконструкцию, наладку, монтаж, ремонт, техническое диагностирование и эксплуатацию в большинстве стран мира накладывается ряд ограничений.

Материалы, применяемые для изготовления сосудов, должны обладать характеристиками, обеспечивающими надежную и долговечную работу сосудов в заданных условиях эксплуатации.

Заданные условия эксплуатации определяют тип используемого материала. Агрессивные жидкости и газы должны храниться только в сосудах с высокой стойкостью к этой среде и условиям хранения. Другое условие эксплуатации – параметры хранения вещества: его давление, температура, агрегатное состояние. Сочетание этих параметров и определяют выбор материалов – от высоколегированных коррозионностойких сталей до высокопрочных композиционных инертных материалов.

Зачастую с целью снижения расходов на материал сосуда используют биметаллы, в которых с агрессивной средой контактирует инертный к ней металл, а остальные параметры обеспечивает второй, более дешевый металл. Такой способ изготовления сосудов высокого давления в несколько раз снижает их стоимость. В последнее время все чаще используют композиционные материалы, которые при высокой прочности обладают малым весом, что заметно повышает параметры удельной емкости этих сосудов.

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ**

**Несвятюпаска Т.В., руководитель проф. Карпов В.Ю.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Для обеспечения высоких режущих свойств резцов инструментальные материалы должны обладать высокой твердостью (в 3-4 раза выше твердости обрабатываемого материала); высокой теплостойкостью (красностойкостью) — способностью не терять режущих свойств при высоком нагреве; высокой износостойкостью; удовлетворительной вязкостью — сопротивлением разрушению под действием ударных нагрузок. Обычно для изготовления резцов используют быстрорежущие стали, твердые сплавы и металлокерамические материалы.

Быстрорежущие стали после термообработки (закалки и многократного отпуска) приобретают высокую красностойкость — до 600°, твердость HRC 62—65 и износостойкость, позволяющие вести обработку металлов со значительно большими скоростями резания по сравнению с другими инструментальными сталями.

Твердые сплавы являются наиболее распространенными инструментальными материалами для изготовления резцов. Они выпускаются в виде пластинок различных форм и размеров, полученных методом порошковой металлургии. Основой для них служат твердые зерна карбидов тугоплавких металлов — вольфрама, титана, тантала, связанных кобальтом.

Поэтому свойства обрабатываемого материала определяют выбор материала резца, способов его изготовления и эксплуатации

## **ВИБІР МАТЕРІАЛУ ТА ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ВИРОБЛЕННЯ ДВОТАВРОВИХ БАЛОК МОСТОВИХ**

**П'ятигорська Ю.Ю., керівник проф. Погребна Н.Е.  
Національна металургійна академія України**

Застосування високоміцних сталей для виробництва залізобетонних будівельних конструкцій дозволить зменшити товщину окремих елементів і, таким чином, масу всієї конструкції приблизно на 60%, знизити витрати на транспортування і монтаж та скоротити об'єм зварювальних робіт на 25%.

Таким чином, головними вимогами, що висуваються до сучасних сталевих конструкцій разом з економічною ефективністю, є їх висока надійність в експлуатації при відносно малій масі й перетині окремих елементів.

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 тіла, від умов зовнішнього впливу.

Сталі для мостових металевих конструкцій та споруд повинні мати певне поєднання міцності і пластичних властивостей, високі характеристики ударної в'язкості, втомної міцності і корозійної стійкості, мати гарну зварюваність та низьку температуру переходу в крихкий стан.

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 тіла, від умов зовнішнього впливу.

### **ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ МАРКИ СТАЛІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ АРМАТУРИ**

**Мірзоян Р. А., керівник проф. Погребна Н.Е.  
Національна металургійна академія України**

Головною характеристикою арматурних сталей є межа плинності, за величиною якої нормують розрахункові коефіцієнти арматурної сталі. Підвищення цієї характеристики дозволяє більш раціонально використовувати арматурні сталі в залізобетонних конструкціях і забезпечує економію металу та коштів в будівництві.

При підвищенні міцності сталі знижуються пластичні властивості, які оцінюються величинами відносного подовження і кута згину при випробуванні на холодний загин. Достатня пластичність сталі підвищує надійність роботи конструкцій, що проектуються з урахуванням перерозподілу зусиль, запобігає небезпеці їх крихкого руйнування і передчасного вичерпання несучої здатності. Підвищення міцності гарячекатаної арматурної сталі може бути досягнуто шляхом збільшення змісту вуглецю при введенні легуючих елементів. Але зміна хімічного складу сталі може здійснюватися в певних межах, інакше сталь може втратити властивість зварюваності, а це одна з необхідних якостей будівельної сталі, а також може підвищитись схильність сталі до крихкого руйнування, що особливо важливо при експлуатації конструкцій в умовах низьких температур.

Подальше підвищення характеристик міцності при збереженні достатньої пластичності можливо шляхом застосування термічної обробки.

### **ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ 18Г2АФДПС.**

**Вербицька Г.І., керівник проф. Погребна Н.Е.  
Національна металургійна академія України**

Важливе значення для підвищення необхідного рівня механічних властивостей має швидкість або інтенсивність охолодження, яка суттєво впливає на фазові перетворення. Для охолодження застосовують різні охолоджуючі середовища. В даний час у нас в Україні кращими охолоджуючими середовищами вважаються вода і водно-повітряна суміш. У зв'язку з цим, широке застосування знаходять душові установки, спреєрне охолодження,



оохолодження водно-повітряним потоком, що дозволяє підвищити швидкість оохолодження в порівнянні з оохолодженням в спокійній воді в 1,4-2 рази.

У даній роботі для оохолодження зразків, у процесі загартування з окремого нагріву, було використано камерний пристрій конструкції печі, що забезпечує швидкість оохолодження зразків у межах 120 °/с, і бак зі спокійною водою, де зразки оохолоджувалися зі швидкістю не більше 60 °/с.

Отримані результати показали, що гартування в камерному пристрої підвищує механічні властивості. Збільшення швидкості оохолодження в камерному пристрої в порівнянні з гартуванням у баку зі спокійною водою приблизно в два рази призводить до підвищення межі міцності  $\sigma_b$  і межі плинності  $\sigma_T$  підвищується в середньому на 170-280 МПа, але пластичність при цьому знижується майже вдвічі. Високий відпуск при 600° С не усуває цього стану.

### **ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМІЧНОГО ЗМІЦНЕННЯ ПРОКАТУ З НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ**

**Мельничук Ю.М., керівник проф. Погребна Н.Е.  
Національна металургійна академія України**

Термічне зміцнення прокату проводять за допомогою інтенсивного оохолодження прокатних виробів, нагрітих до температури вище верхньої критичної точки, тобто до температури загартування.

Якщо вироби оохолоджують з прокатного нагріву безпосередньо після деформації металу в прокатному стані, то здійснюється процес ВТМО. При ВТМО, як правило, одночасно підвищуються міцність, пластичність, а також ударна в'язкість сталі.

Якщо ж прокат оохолоджують після окремого (повторного) нагріву, то здійснюється звичайна термічна обробка. Ефектів додаткового зміцнення і збільшення пластичності, наявних при ВТМО, в цьому випадку не спостерігається.

У результаті інтенсивного оохолодження прокату механічні властивості сталі підвищуються в середньому у півтора-два рази. Межа текучості збільшується більш значно, іноді в 2-3 рази. Особливо цінно підвищення ударної в'язкості при низьких температурах, що спостерігається при зміцненні, тобто зниження холодноламкості сталі. Відносне подовження в результаті зміцнення дещо зменшується, але залишається на порівняно високому рівні і повністю задовольняє вимогам, що пред'являються до конструкційної сталі.

Низький вміст вуглецю забезпечує високу пластичність і гарну зварюваність термічно зміцненої сталі. Це визначає широке застосування маловуглецевої низьколегованої сталі в зварних конструкціях.

### **ПІДВИЩЕННЯ ЖАРОСТІЙКОСТІ ТРУБ ІЗ СТАЛІ 12Х2МФ**

**Юдіна Ю. В., керівник проф. Погребна Н.Е.  
Національна металургійна академія України**

Дифузійне хромування є одним із перспективних способів підвищення довговічності труб із перлітних марок сталей, які працюють в інтервалі температур інтенсивного окиснення металу. Хром дозволяє отримати на поверхні труб щільну та міцну окисну плівку  $Cr_2O_3$ , яка добре захищає труби від окиснення. Розроблена технологія вакуум – дифузійного хромування труб та іонно – плазмового напилення хромового покриття на поверхню зварних з'єднань труб.

Товщина дифузійного слою на зовнішній поверхні труб із сталі 12Х2МФ складає 0,1 – 0,2 мм, вміст хрому в цьому слої 35 – 45%. Хромове покриття має мікроструктуру, яка складається з крупних стовбчатих зерен, які представляють собою твердий розчин хрому в  $\alpha$ -

залізі та хромисті карбіди типу  $Me_{23}C_6$  та  $Me_7C_3$ . Також на хромованій поверхні може з'являтися  $\sigma$  – фаза, яка приблизно відповідає складу з'єднання FeC із вмістом хрому близько 45%. Утворення цієї фази супроводжується сильним зменшенням об'єму, тобто є можливим джерелом виникнення великих внутрішніх напруг в металі, що в майбутньому може призвести до руйнування хромового покриття при тривалій експлуатації. Під хромованим шаром, під мікроскопом, можна помітити безвуглецевий шар глибиною 0,8 мм, а потім основний метал.

МТО підвищує опір повзучості, жаростійкість перлітної структури та значно підвищує період праці труб. У зв'язку з підвищенням властивостей у перспективі є можливість зменшити товщину стінки труб з 6 до 4 мм, при умовах збереження нормативного залишку міцності. Це буде сприяти зниженню температурного рівня зовнішньої поверхні труб та зниженню інтенсивності корозійних процесів.

Таким чином, дифузійно – хромовані труби із сталі 12Х2МФ, які працюють при оптимальних параметрах покриття, мають високу корозійну стійкість та працездатність.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ФУЛЕРЕНІВ**

**Акопов І. О., керівник проф. Куцова В.З.  
Національна металургійна академія України**

Фулереном називають замкнені молекули  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{76}$ ,  $C_{84}$ , в яких всі атоми вуглецю знаходяться на сферичній чи сфероїдальній поверхні. Центральне місце серед фулеренів займає молекула  $C_{60}$ , яка характеризується високою симетрією і високою стабільністю. Структурно кластер  $C_{60}$  являє собою усічений ікосаедр з атомами вуглецю в кожній вершині, які утворюють по три зв'язки один з одним. Поверхня молекули складається з 12 правильних пентагонів (зі стороною а) і 20 викривлених гексагонів (зі сторонами а і в). Сторона а є спільною для п'яти- і шестичленних циклів, сторона в – спільна для двох шестичленних циклів. Ці зв'язки називають відповідно «одинарними» і «подвійними». Особливості будови фулеренів обумовлюють їх унікальні властивості. Чистий фулерит (кристал із молекул фулерену) є напівпровідником з шириною забороненої зони 2 еВ.  $C_{60}$  має високу пружність і міцність. Фулериди лужних металів є напівпровідниками. Максимальна температура переходу в надпровідний стан для цих сполук декілька вище ЗОК, однак, для фулеридів, які містять декілька металів, вона складає 49 К, а фулерид міді переходить в стан надпровідності при температурі 120 К. Фулерени можуть використовуватись як сорбенти, оскільки мають високу сорбційну здатність, про що свідчать зміни їх властивостей в різних газових середовищах. Ефект нелінійної прозорості розчинів, що містять фулерени, і сполук дозволяє використовувати їх в якості основи оптичних затворів – обмежувачів інтенсивного лазерного випромінювання видимого і ближнього інфрачервоного діапазонів. Для  $C_{60}$  область оптичного обмеження знаходиться в діапазоні довжин волн 400-700 нм.

### **ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ НАНОАЛМАЗІВ В ОНІОНИ**

**Штефан І. М., керівник проф. Куцова В.З.  
Національна металургійна академія України**

Вуглецеві оніони синтезують із наноалмазів різними способами (наприклад, відпалом при температурі 1500°C (1773 К) протягом 5 і 10 хвилин). В результаті утворюються частковотрансформовані наноалмази (після відпалу протягом 5 хвилин) та повністю трансформовані в оніони наноалмази (після відпалу протягом 10 хвилин). Частки наноалмаза при термічному впливі починають повністю руйнуватись, утворюючи нову молекулу, яка складається із алмазного ядра і графенових шарів навколо цього ядра. Результати досліджень наноалмазів за допомогою трансмісійної електронної мікроскопії високої

роздільної здатності показали наявність скупчень однакових частинок (діаметром  $\approx 5$  нм). Сформовані частки оніонів характеризуються різними відстанями між шарами, що утворюють частку. Це може бути викликано неоднаковими щільностями складових, що формують оніон. Внаслідок великої щільності алмазного ядра ( $3,5 \text{ г/см}^3$ ) в зрівнянні з аморфною оболонкою ( $2,27 \text{ г/см}^3$ ), внутрішні шари молекули знаходяться на значно менших відстанях один від одного, ніж частинки, що віддалені від центру. При поглибленні в частинку оніона відстані між шарами зменшуються від 0,42 до 0,34 нм.

## **МАГНІТНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ**

**Шаршань Д.М., керівник проф. Куцова В.З.  
Національна металургійна академія України**

В останні роки завдяки вивченню властивостей наноматеріалів, отриманих кристалізацією із аморфного стану, що контролюється, японськими вченими відкритий новий клас магнітом'яких матеріалів з високим рівнем статичних і динамічних магнітних властивостей у зрівнянні з аналогічними за призначенням кристалічними і аморфними сплавами. Це сплави на основі Fe – Si – B з невеликими добавками Nb, Cu, Zr і деяких інших перехідних металів. Після загартування із розплаву ці сплави аморфні, а оптимальні параметри досягаються після часткової кристалізації при температурі  $530 - 550^\circ\text{C}$ , коли виділяється впорядкована нанокристалічна фаза Fe – Si (18 – 20 %) з розміром часток біля 10 нм. Об'ємна доля наночасток в аморфній матриці складає 60 – 80%. Сплави мають низьку коерцитивну силу ( $5 - 10 \text{ А / м}$ ) і високу початкову магнітну проникність при звичайних і високих частотах при малих втратах ( $200 \text{ кВт / м}^3$ ) на перемагнічування. Це забезпечує їх широке застосування в електротехніці і електроніці в якості трансформаторних сердечників, магнітних підсилювачів та імпульсних джерел живлення, а також в техніці магнітного запису і відтворення і т.п., забезпечуючи значну мініатюризацію цих приладів і стабільну роботу в широкому діапазоні частот і температур. Світовий випуск цих сплавів складає 1000 т на рік.

## **ЕЛЕКТРОПРОВІДНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ТА ІЗОЛЯТОРИ**

**Даченков Д. С., керівник проф. Куцова В.З.  
Національна металургійна академія України**

Поєднання високої електропровідності і міцності необхідно при утворенні матеріалів для крупних магнітних систем з великою напруженістю магнітного поля. Перспективними в цьому плані є дротові нанокомпозити типу Cu – Nb, технологія виготовлення яких полягає в сумсному холодному волочінні мідних і ніобієвих прутків. В кінцевій структурі композиту Cu – Nb (18 мас. %) середній поперечний розмір ніобієвих волокон складає біля 100 нм, міцність на розтягнення складає 1,25 МПа, а електропровідність – 70% від електропровідності чистої міді. Ці дроти визнані кращими у світі. Гарні перспективи очікуються при застосуванні механохімічного синтезу для виготовлення електроконтактних порошкових матеріалів, що широко застосовуються у вузлах комутації електричного струму високо- і низьковольтного призначення (реле, вимикачі, пускачі, контактори та ін.). Основними базовими елементами інтегральних схем, включаючи великі і надвеликі схеми, є структури метал – діелектрик – напівпровідник. В якості перспективних матеріалів для діелектричного шару, товщина якого складає біля 1 нм, крім традиційного оксиду кремнію  $\text{SiO}_2$ , розглядаються ультратонкі монокристалічні чи аморфні плівки  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$  і т. ін. з високою діелектричною проникністю.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА РЕЙОК ЗІ СТАЛІ МАРКИ К74 ГОСТРЯКІВ ХРЕСТОВИН ЗАЛІЗНИЧНОГО ШЛЯХУ**

**Шевчук Ю.В., керівник проф. Узлов К.І.  
Національна металургійна академія України**

В роботі показані результати аналізу нормативних вимог ДСТУ 4344:2004 до рейкової сталі трьох способів виробництва – мартенівського, конвертерного, електропічного. В роботі вивчені і описані типи профілів рейок. На прикладі техпроцесу ПАО «Металургійний комбінат „Азовсталь“» проаналізовані виробничі параметри прокатки рейок, регульованого охолодження та їх вплив на структуру і властивості. Представлена мікроструктура рейкової сталі марки К74. Показано, що, при наборі хімічних елементів по вимогам ДСТУ 4344:2004, досліджувана сталь має типову ферито – перлітну структуру з відсотком феритної складової до 10%. Проаналізовані механічні властивості дослідної сталі К74 за вимогами ДСТУ 4344:2004. Встановлено, що комплекс властивостей обраного матеріалу для виготовлення рейки типу Р65, в залежності від категорії, такий: межа плинності  $\geq 740 \dots 850 \text{ Н/мм}^2$ , тимчасовий опір руйнуванню  $\geq 900 \dots 1290 \text{ Н/мм}^2$ , відносне подовження  $\geq 5.0 \dots 10.0 \%$ , відносне звуження  $\geq 25.0 \dots 30.0 \%$ , ударна в'язкість  $\geq 15 \dots 25 \text{ Дж/см}^2$ , твердість рейок без термічного зміцнення  $\geq 302 \dots 311 \text{ НВ}$ . Обраний раціональний режим термічного зміцнення гостряків стрілочних переводів. В роботі представлені результати досліджень мікроструктури та механічних властивостей матеріалу рейкової сталі після ефективної термічної обробки.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА, ТЕРМООБРОБКИ, КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВМ-СТАЛІ ТА РОЗРОБКА ПРОЦЕДУРИ АНАЛІЗУ ЇЇ ЗЕРЕННОГРАНИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**Черниш Т.О., керівник проф. Узлов К.І.  
Національна металургійна академія України**

Об'єктом аналізу наявної роботи були обрані хрестовини з нерухомими елементами за конструктивним виконанням відповідно до ГОСТ 7370-2015. Показано, що унікальні властивості високомарганцевої сталі 110Г13Л і, зокрема, високий опір поверхонь зношуванню забезпечують їй високу зносостійкість в експлуатації. Проведений аналіз вимог нормативної документації ГОСТ 977-88, ГОСТ 21357-87, ГОСТ 2176 - 77 та ГОСТ 7370-2015 щодо хімічного складу сталі, її мікроструктури, технології виробництва литих деталей хрестовини. В роботі здійснений вибір раціонального режиму термічного зміцнення серцевини хрестовини стрілочного переводу, що забезпечує безкарбідну, чисто аустенітну структуру. Досліджені та представлені механічні властивості литва зі сталі 110Г13Л (ВМ-сталі) відповідно до вимог ГОСТ 7370-2015 із допустимими відхиленнями за хімічним складом:  $\sigma_b = 736 \text{ Н/мм}^2$ ,  $\sigma_{0.2} = 353 \text{ Н/мм}^2$ ,  $\delta_5 = 25\%$ ,  $\psi = 22\%$ ,  $KCU = 177 \text{ Дж/см}^2$ . Дослідженнями роботи доведено, що вже на початкових стадіях деформації (у тому числі при приготуванні мікрошліфа в результаті поверхневого мікроіндентування), в структурі виникають не тільки звичайні, нерозщеплені дислокації, але і часткові, з'єднані дефектами упаковки у вигляді серії смуг. За наявності такого структурного стану, використання автоматичної металографічної техніки визначення розміру зерна закономірно буде обумовлювати одержання неправдивих експериментальних даних кількісної металографії. Здійснений вибір раціональних режимів виготовлення металографічних зразків та їх травлення, в тому числі поліхромних фотографій найвищого презентаційного гатунку структури матеріалу виробу хрестовина залізнична за ГОСТ 7370–2015 з урахуванням вимог ASTM E3. Розроблена та практично реалізована технологія підготовки металографічних

зразків високомарганцевої сталі 110Г13Л (ВМ-сталь), в тому числі з одержанням поліхромних фотографій найвищого презентаційного гатунку. Розроблена та впроваджена у систему управління якістю ПАТ «Дніпропетровський стрілочний завод» технологічна інструкція з підготовки та травлення зразків сталі 110Г13Л (ВМ-сталь).

**АНАЛІЗ СТРУКТУРИ, ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ГАЛУЗЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ  
МІДІ МАРКИ М1 ТА ДЕФОРМУЄМИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ МІДЬ-АЛЮМІНІЙ**  
Дзюбіна А.В., Селіхова К.Е., керівник проф. Узлов К.І.  
Національна металургійна академія України

Дослідженнями мікроструктури зразків безкисневої та промислової марки М1 міді зафіксований факт зміни сукупності фазових перетворень виливків при наявності в сплаві кисню. Були зафіксовані евтектичні колонії ледебуритного типу, що сформувалися при участі фазових складових  $\alpha$ -Cu + CuO. Показано, що вказаний структурний стан промислової міді технічної чистоти забезпечує підвищення рівня тимчасового опору руйнуванню від 16кгс/мм<sup>2</sup> до 45кгс/мм<sup>2</sup> при обробці її тиском з одночасним падінням відносного видовження від 25% до 3%. Встановлено, що відпал міді марки М1 суттєво поліпшує показники пластичності (50%) із забезпеченням задовільного рівня тимчасового опору руйнуванню (22кгс/мм<sup>2</sup>). За даними аналізу діаграми фазових рівноваг двокомпонентної системи Cu-Al показано, що концентраційна межа області гомогенності  $\alpha$ -Cu твердого розчину відповідає значенню 9,4 мас.% при температурі евтектоїдної рівноваги. Аналіз нормативного документу ГОСТ 18175-78 продемонстрував відповідність хімічного складу бронз, що піддаються деформації за алюмінієм саме встановленому в п. 4 цих висновків концентраційному інтервалу: БрА5 – 4 ... 6%Al, БрА7 – 6 ... 8%Al.

Мікроструктурний аналіз, який був реалізований в роботі, довів той факт, що структура бронз, склад яких відповідає марочному складу БрА5 та БрА7 за ГОСТ 18175-78, є однофазною. Такі сплави з  $\alpha$  структурою є пластичними та добре обробляються тиском при низьких і високих температурах.

**ФРАКТАЛЬНА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ МОРФОЛОГІЇ ВКЛЮЧЕНЬ ГРАФІТУ СЕРИХ  
ЧАВУНІВ**

Апріамов О.В., керівник доц. Романова Н.С.  
Національна металургійна академія України

У роботі було проведено розрахунок фрактальних розмірностей ряду мікроструктур сірих чавунів з різними формами і розмірами графітних включень ШГф1, ШГф2, ШГф3, ВГ70, ВГ85, ВГ100, наведених в ГОСТ 3443-87. Розрахунок був проведений вручну і з використанням розробленої програми box-counting (). Всі отримані в результаті розрахунків дані оформлюються у вигляді таблиці.

Включення графіту в структурі сірого чавуну	Фрактальна розмірність розрахована на основі методу "box - counting "	Механічні властивості		
		$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	НВ
ШГф1	1,6002	360	22	140-170
ШГф2	1,6831	400	15	140-202
ШГф3	1,5905	350	20	140-160

Розрахунки показали досить високий кореляційний зв'язок фрактальної розмірності з такими механічними властивостями як межу міцності і відносне подовження 0,92 і 0,76 відповідно. Ці результати достатньо переконливо показують ефективність використання поняття фрактальної розмірності в якості параметра мікроструктури для кількісної оцінки властивостей сплавів.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЖАРОМІЦНОЇ СТАЛІ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПЕЧЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ У ВУГЛЕЦЕВИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

**Побережний Д., керівник доц. Беспалько В. М.  
Національна металургійна академія України**

Виходячи з вимог, що пред'являють до матеріалів, які працюють при високих температурах, вони повинні мати такі властивості, як жароміцність, жаростійкість, стабільну структуру і властивості під час заданого терміну служби. При цьому чим вище робочі параметри та довший термін служби деталі, тим важче стає задовольняти ці вимоги.

Жароміцні сталі задовольняють всім перерахованим вище вимогам, однак у залежності від умов роботи і терміну служби окремі властивості стають вирішальними, що визначає вибір матеріалу. Визначено, що для нормальної, довгострокової праці пічного обладнання при високих температурах необхідно, щоб крім достатньої жароміцності, сталь добре чинила опір окисленню, тобто було жаростійкою.

Проаналізована класифікація та властивості сплавів, що працюють при підвищених температурах. Визначено, що жароміцність аустенітних сталей набагато вище, ніж жароміцність перлітних, мартенситних, мартенситно-феритних, феритних сталей.

У роботі проаналізовані сплави, які працюють при високих температурах і запропонована марка сталі для деталей печей, що працюють при підвищених температурах у вуглецевих середовищах, виходячи з умов експлуатації, необхідно вибирати жароміцну, жаростійку сталь, яка повинна містити не менше 20% Ni, 20 - 25% Cr, а також з вмістом Si до 1,0 - 1,5 %. Цим умовам може відповідати сталь 20X25N19C2. Це – жаростійка та жароміцна аустенітна сталь. Присадка кремнію до сталі підвищує її стійкість проти окислювання при високих температурах і в атмосфері продуктів згоряння палива з підвищеним вмісту сірки. У відбудовних середовищах ця сталь більше стійка проти науглецювання, чим звичайні хромонікелеві сталі.

Визначено, що для отримання необхідних характеристик і показників механічних властивостей для сталі 20X25N19C2 найбільш відповідною термічною обробкою є гартування з 1090 - 1110°C. Надійна робота пічного обладнання зі сталі 20X25N19C2 визначається її високими характеристиками жароміцності та жаростійкості.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗНЕМІЦНЕННЯ АУСТЕНІТУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНУ ПЛАСТИЧНІСТЬ СТАЛІ X18N10T**

**Джанумов В.Б., керівник доц. Беспалько В. М.  
Національна металургійна академія України**

Технологічні й службові характеристики сталі багато в чому визначаються дислокаційною й зеренною структурою, що формується безпосередньо при деформації. У роботі досліджували вплив дислокаційної й зеренної структури на високотемпературну пластичність сталі 12X18N10T.

Визначали закономірності зміни структури аустеніту безпосередньо в зоні деформації й досліджували схильність сталі до високотемпературного руйнування залежно від характеру мікроструктури. На підставі отриманих даних запропонована схема структуроутворення в зоні деформації при косій прокатці для сталі X18N10T.

Встановлено зв'язок між структурою, що сформувалась в процесі косої прокатки та схильністю сталі до центрального руйнування. Виявлено три типи характерних структур, які мають різну схильність до високотемпературного руйнування: I - однорідна полігонізована (субзеренна) структура, гальмує поширення мікротріщин, що сприяє підвищенню

пластичності; II - кристалізована структура, яка полегшує межзеренне руйнування при високотемпературному деформуванні. Руйнування носить інтеркристалітний характер; III - структура з спеціальними і когерентними двойниковими границями, що отримується в результаті зростання зерен аустеніту, яка сприяє збільшенню пластичності при підвищених температурах гарячої деформації.

Оптимальною структурою при температурах, які використовують на практиці, є структура першого типу – однорідна субзерена. Вона полегшує релаксацію напруг та утрудняє розповсюдження мікротріщин, що значною мірою підвищує високотемпературну пластичність сталі X18H10T.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ЧАВУНІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТІЛ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ДЛЯ РОЗМЕЛЮВАННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ.**

**Кравчук В., керівник проф. Т.М.Миронова**  
**Національна металургійна академія України**

В даний час на збагачувальних фабриках використовуються як сталеві, так і чавунні тіла, що перемелюють залізну руду. Прогресивною є технологія отримання куль відцентровим литтям із зносостійкого чавуну. Спроби створення машин і технологій виробництва куль цим способом відомі давно. Основною перевагою відцентрового лиття, в порівнянні із звичайним способом, є вища якість отримуваних відливок. Це досягається за рахунок підвищення щільності металу і видалення з нього шлакових і неметалевих включень і газів. При цьому підвищується вихід придатного матеріалу, знижується брак і собівартість.

В роботі встановлено умови експлуатації куль, що мелють, та 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. Розглянуто існуючі сучасні технології виробництва куль, а саме : методом гвинтового плющення та методом кування і об'ємного штампування сталей, застосування легування сталей та термічної обробки, виробництво способом литва із зносостійких чавунів. Проаналізовано рівень експлуатаційної стійкості, недоліки та переваги куль, що виготовляють із сталей та 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 М7С3, які залишаються після кристалізації при незавершеності евтектико – перитектичного перетворення.

## **ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ КОТЛІВ НАСИЧЕНОЇ ПАРИ**

**Романюк Д., керівник – проф. Т.М.Миронова**  
**Національна металургійна академія України**

Проблема забезпечення теплом будівель, в тому числі і житлових в теперішній час є достатньо гострою. В котельнях використовують котли насичені пари. Це особлива група промислового обладнання, без яких складно уявити сучасне виробництво. Апарат генерує насичений пар з великим показником тиску. Тому багато технологічні процеси вимагають наявності такого котла.

Принцип роботи парових котлів, в яких використовується вода, можна зрозуміти на прикладі простого вугільного самовара. Вони досконаліші і безпечні, ніж газотрубні котли, в

яких робота відбувається під великим тиском. Парові котли з'явилися ще в ХІХ столітті і використовуються досі, але вже в удосконаленому вигляді. Потужність парового котла зараз така, що він один може постачати теплом і гарячою водою кілька будівель.

Основними вимогами котлів серії “ДКВр” є необхідність витримувати навантаження 1.3...3,9 МПа при температурі 190-200°C; корозійна стійкість; жароміцність та жаростійкість.

Для котлів, що працюють з перегрітою парою, використовують сталі, такі як 15К, 09Г2С, 16ГС. Для виробництва котлів обов'язково застосовується зварювання. Важливим є стійкість сталі проти крихкого руйнування в зоні термічного впливу. Несприятливий вплив великого зерна в ділянці перегріву в цих випадках пригнічується такими структурними змінами, як усунення відманштетової структури, часткове або повне придушення виділень надлишкового фериту по межах зерен, значне подрібнення внутрізеренної структури. Сталі з високою стійкістю проти перегріву відрізняються зазвичай і більш вузьким ділянкою твердо-рідкого стану в зоні термічного впливу. Подібні структурні зміни, можуть значно збільшити стійкість металу поблизу кордону сплаву проти крихкого руйнування.

В роботі розглянуто використання сталей, які можуть бути застосовані для виготовлення котла ДКВР-6,5-13. Це сталі, що відносяться до жароміцних перлітного та феритоперлітного класу, що підлягають довготривалим механічним навантаженням при помірно високих температурах, а саме: 15К; 16ГС, 09Г2С та інші. Розглянуто технологію виготовлення барабанів котлів ДКВР із сталей помірного навантаження, що складається з наступних операцій: виплавка сталі 16ГС; відпал виливків зі сталі 16ГС, прокатка на слябінгу, рекристалізаційний відпал, прокатка на листовому стані, пом'якшувальний відпал, формування (загибка труби) барабану.

При порівнянні властивостей марок сталей, а також враховуючи їх вартість, запропоновано для виготовлення барабану котла ДКВР-6,5-13 використовувати сталь 16ГС.

## **ЕНЕРГЕТИКА**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ГАЗОВИХ ВАРИЛЬНИХ ПАНЕЛЕЙ ПІДПРИЄМСТВ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ**

**Рябов О.В., керівник доц. Усенко А.Ю.**

**Національна металургійна академія України**

Досить актуальним і важливим народногосподарським завданням є розробка і впровадження сучасних технологій, що дозволяють істотно знизити рівень витрат енергії. Наприклад, одним з перспективних напрямків економії енергії в харчовій промисловості та у побуті сім'ї може стати застосування сучасних варильних панелей, як для підприємств громадського харчування, так і для побутових споживачів.

В роботі наведено результати експериментальних досліджень та порівнянь ефективності використання трьох типів варильних панелей: газової, а також електричних – чавунної та індукційної.

В ході проведення досліджень проводилися вимірювання та контроль: споживаної електроенергії та витрат природного газу, температури води, температури поверхні плит, маси води у тарі, динаміки зміни температури води під час нагрівання до стану кипіння, часу проведення досліджень. Після закінчення кожного з експериментів, також визначалося кількість води, що випарувалася. Методика випробувань включала дослідження при нестационарному розігріві з холодного стану, а також у режимі сталого кипіння води. В дослідженнях використовувалися дві ємності – об'ємом 1 та 10 літрів. Методика обробки результатів випробувань включала розрахунок наступних показників: ентальпії води,



корисної теплоти при нагріванні та кипінні, спожитої електроенергії, витраченого природного газу, ККД, швидкості нагріву води.

Результати експериментальних досліджень наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні експлуатаційні характеристики обладнання

Параметр	Індукційна плита 1,8-3,8 кВт	Чавунна Плита 3,2 кВт	Газовий пальник 1,5 кВт	Газовий пальник 3,2 кВт
Швидкість нагріву, °C/(мин·кВт)	12 (1,0)	1-4 (0,5-0,7)	3-4 (0.3-0.4)	5-6 (0.6-0,7)
ККД при нагріванні з холодного стану, %	60-80 ± 2,5	6 (40) ± 2,5	26-37 (32-39)	17-23 (39-41)
ККД у сталому режимі, %	80-90 ± 2,5	30 (50) ± 2,5	30-33 (32-34)	32-34 (45-47)

\* – значення у дужках відносяться до тари вмісткістю 10 л

Таким чином, виходячи з аналізу результатів експериментальних досліджень, найбільш доцільно використовувати підприємствами громадського харчування індукційні варильні панелі.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ФУТЕРОВКИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЇ ПЕЧІ**

**Мартиненко В.А., керівник доц. Форись С.М.  
Національна металургійна академія України**

Вироби з вуглецевих матеріалів знайшли широке застосування в промисловості, однак наявність шкідливих домішок, таких як сірка, органічні компоненти, погіршують якість готового продукту.

Для обробки вуглеграфітових виробів використовують електротермічні печі, в яких відбувається перетворення електричної енергії в теплову. Потрапляючи в піч, матеріал падає в киплячий шар. У міру падіння він нагрівається до температури 2000 - 2500 °С. Час нагріву - до 2-х секунд. В середньому матеріал перебуває в печі 20 хвилин. Нагрівання здійснюється шляхом виділення джоулевої теплоти при проходженні струму через киплячий шар вуглецевого матеріалу. Киплячий шар необхідний для підвищення електроопору і перемішування матеріалу. Кипіння шару здійснюється подачею інертного газу азоту через газорозподільну решітку.

У електротермічних установках застосовуються матеріали, здатні працювати при високих температурах. Для підтримки заданих температур в робочому просторі, забезпечення нормального технологічного процесу, необхідно приділяти велику увагу щодо вибору матеріалів для футеровки і теплової ізоляції печі, які дозволять захистити тепловий агрегат від впливу високої температури і зменшити теплові втрати в навколишнє середовище.

В ході дослідження теплового стану ізоляції електротермічної печі був виконаний розрахунок теплового балансу високотемпературної установки, з'ясування товщини футеровки та ізоляції. За допомогою чого були прийняті конструктивні рішення щодо установки. Для проведення дослідження використовувалася програма SolidWorks. Дана програма дозволила виконати термічний розрахунок і визначити розподіл температур по всій установці.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ У ЩІЛЬНОМУ ШАРІ**

**Корнілова Г.О., керівник доц. Форись С.М.  
Національна металургійна академія України**

Високотемпературне прожарювання вуглецевої сировини при температурах 1000 °С дозволяє видалити з сирого матеріалу летючі компоненти, знизити пористість, поліпшити механічні властивості і, що найголовніше, значно підвищити його електропровідність. Після обробки отриманий термоантрацит може бути використаний в якості вуглецевого наповнювача при виробництві вуглецевих електродом рудно-термічних печей і подових блоків для алюмінієвих електролізерів.

Нагрівання досліджуваного вуглецевого матеріалу проводиться без доступу повітря, шляхом прямого джоулевого нагріву, коли струм проходить крізь шар від центрального електроду до бічної графітової футеровки. Визначення температури всередині шару вуглецевого матеріалу проводиться за допомогою хромель-алюмелевих термопар, які були приєднані до вимірювального блоку.

В результаті проведення експериментів та після обробки отриманих даних отримані емпіричні залежності питомого електричного опору, які можуть бути використанні про подальших теоретичних дослідженнях теплової роботи електричних кальцинаторів.

## **ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ЧУГУНОВОЗНОГО КОВША**

**Слепко С.А., керівник с.н.с. Колодяжный В.С.  
Національна металургійна академія України**

Рассмотрены вопросы теплообмена в чугуновозном ковше с целью определения тепловых потерь при транспортировке ковша от доменного цеха до миксерного отделения сталеплавильного цеха и разработки мероприятий по их снижению. Задача решается с помощью математического моделирования с использованием метода конечных разностей.

Исследовано влияние на тепловые потери чугуновозного ковша времени при транспортировке полного и пустого ковша. При этом влияние продолжительности транспортировки полного ковша примерно в семь раз превышает влияние времени транспортировки ковша после слива чугуна.

Получены результаты расчета влияния экрана на тепловые потери ковша. Наиболее эффективным, снижающим в три раза тепловые потери ковша, является экран с теплоизоляцией из базальтовых матов толщиной 30 мм. На основе выполненных исследований разработаны способы транспортировки чугуновозных ковшей и устройства для их реализации, позволяющие уменьшить величину тепловых потерь.

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСИПАЦІЇ ПУЛЬСАЦІЙ ГАЗОВОГО ПОТОКУ ПРИ ПУЛЬСАЦІЙНО-РЕЗОНАНСНОМУ СПАЛЮВАННІ ПАЛИВА**

**Мацукевич М.Ю., керівник проф. Гічов Ю.О.  
Національна металургійна академія України**

Дослідження стосуються розробки системи пульсаційного спалювання палива. Експериментальна установка являє собою модель газової траси з пульсатором.

Експериментальні дослідження пульсуючого газового потоку показали, що у всіх випадках відбувається дисипація пульсацій газового потоку, причому найбільш контрастно це проявляється за пульсатором і на виході із трубопроводу внаслідок зміни турбулентності потоку газу.

Звук поширюється в трубопроводі плоскою хвилею, що робить втрати звукового тиску при проходженні по прямолінійній ділянці труби мінімальними в порівнянні із втратою звукового тиску в пульсаторі і на вихідній ділянці труби. Для зниження дисипації при конструюванні траси для пульсуючого газового потоку слід уникати ділянок, що деформують газовий потік і викликають зміни в турбулентності потоку.

Узагальнення експериментальних даних представлено у вигляді критеріального рівняння, що дозволяє виконати розрахунок дисипації пульсацій газового потоку в системі пульсаційно-резонансного спалювання палива в залежності від тиску газу, частоти пульсацій та довжини трубопроводу.

## **РОЗБОКА КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАО «КИЇВСЬКИЙ КАРТОННОПАПЕРОВИЙ КОМБІНАТ»**

**Матяшук С.В., керівник проф. Губинський М.В.  
Національна металургійна академія України**

Об'єкт розробки: когенераційна установка для енергозабезпечення ПАО «Київський картонно паперовий комбінат».

Мета роботи: підвищити економічність і надійність постачання ПАТ «Київський КПК» енергоресурсами.

Результати: на основі розрахунку було вибрано енергетичне обладнання : 3 енергетичні газотурбінні установки типу SGT-400 фірми «Siemens», в об'ємі повної заводської комплектації, та одиничною номінальною потужністю 12,9 МВт. 3 парових горизонтальних котла утилізатора (КУП) паропродуктивністю 45 т/год, працюючих на теплі відходящих газів газотурбінних установок; для підвищення тиску природного газу перед пальником газової турбіни до 2,2 МПа, було вибрано 3 дожимні компресорні станції (одинична продуктивність по газу 4500 м<sup>3</sup>/год, при температурі газу на вході -20°C та тиском 0,4 МПа).

Запропонований енергетичний комплекс забезпечує вироблення енергетичних ресурсів: Пар P = 1,4 МПа, t = 217 ° C, продуктивність - 80 т / год , річне виробництво- 681,6 тис. тонн, (464,9 тис. Гкал); гаряча вода 130/70 ° C, 8,8 Гкал / год , річне виробництво- 39,0 тис. Гкал; електрична енергія - 29,6 МВт \* год, річне виробництво електроенергії - 256,4 млн. кВт·год.

## **ВИКОТЕМПЕРАТУРНЕ ОЧИЩЕННЯ ГРАФІТУ**

**Коваленко О.О., Лупонос К.А., керівник доц. Федоров С.С.  
Національна металургійна академія України**

Темою даного дослідження є метод високотемпературної обробки графіту, аби видалити з нього усі непотрібні домішки. Найпоширеніший метод зараз – це хімічна обробка, але вона шкодить навколишньому середовищу, на відміну від високотемпературної обробки. Перед нами було поставлене завдання - досягнути високих температур (2500-3000°C), за яких домішки будуть випаровуватися і залишатиметься графіт високої чистоти. Для досягнення цієї мети була запропоновано використати коаксіальну криптолову піч. Виконаний тепловий розрахунок печі за допомогою програмного забезпечення «MathCad». Встановлені: необхідна потужність для стаціонарного режиму яка дорівнює 5 кВт, значення вхідної напруги 20.5В та сили струму 250А. Також було встановлено приблизний час розігріву, який дорівнює 4 години. Запропонований прилад може бути застосований для нагріву і обробки будь-яких інших матеріалів, які потребують досягнення високих температур.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТЕРМІЧНОГО РОЗКЛАДЕННЯ БІОМАСИ В ПРОЦЕСІ ОКИСЛЮВАЛЬНОГО ПІРОЛІЗУ

**Кузнецова М.М., науковий керівник доц. Кремнева К.В.  
Національна металургійна академія України, м. Дніпро**

Розрахунково-теоретичні дослідження процесу окислювального піролізу проведені з використанням моделі кінетики термічного розкладання біомаси Miller R.S. та Bellan J., яка доповнена емпіричними залежностями швидкості просування ЗТХ, зміни об'єму коксового залишку в порівнянні до вихідної біомаси і температури фронту горіння. Модель реалізована в середовищі MathCAD. В основу математичної моделі покладено застосування багатостадійної схеми розкладання хімічних компонентів біомаси: целюлози, геміцелюлози та лігніну. Враховано час перебування смол у шарі розпеченого коксу та температуру шару. Розрахунок виконувався послідовно за висотою шару для кожного з компонентів біомаси. Оптимальна кількість розрахункових ділянок отримана на основі чисельних експериментів і склала 9 при кроці за висотою шару 0,05 м. Розрахунок утворення продуктів реакцій проводився на основі рішення системи балансових рівнянь:

$$\begin{cases} m''_b = m'_b - dm_b \\ m''_a = m'_a + dm_b - dm_c - dm_{(\Gamma_2+k)} \\ m''_c = m'_c + dm_c - dm_{\Gamma_1} \\ m''_{(\Gamma_2+k)} = m'_{(\Gamma_2+k)} + dm_{(\Gamma_2+k)} \\ m''_{\Gamma_2} = m'_{\Gamma_2} + (1-x) \cdot m'_{(\Gamma_2+k)} \\ m''_k = m'_k + x \cdot m'_{(\Gamma_2+k)} \\ m''_{\Gamma_1} = m'_{\Gamma_1} + dm_{\Gamma_1} + m''_{\Gamma_2} \end{cases} \quad (1)$$

де  $m'$  та  $m''$  – маси речовин, відповідно в початковий та кінцевий момент часу, кг;

$x$  – масовий коефіцієнт утворення коксу (визначається за результатами експериментів);  
індекси:  $v$  – вихідна речовина,  $a$  – активна речовина,  $c$  – смоли,  $k$  – коксовий залишок,  $\Gamma$  – газ.

Масовий вихід компонентів піролізу ( $dm_i/d\tau$ ) та час перебування смол в шарі коксу ( $\tau_c$ ) визначалися рівняннями:

$$\frac{dm_i}{d\tau} = -k_i \cdot m_i, \quad \tau_c = \frac{h_{ki}}{\omega_\Gamma} \cdot k, \quad (2, 3)$$

де  $m_i$  – маса  $i$ -го компонента, кг;  $\tau$  – час процесу, с;  $k_i$  – константа швидкості для  $i$ -тої реакції термічного розкладання, що визначається за законом Арреніуса;  $h_{ki}$  – висота шару коксу на розрахунковій ділянці, м;  $\omega_\Gamma$  – швидкість фільтрації газу, м/с;  $k$  – коефіцієнт, що враховує криволінійність системи каналів шару.

Кількість смол, що згорають у фронті горіння, визначалася на основі теплового балансу:

$$\begin{aligned} Q_{nc}^p \cdot m_c^{nip} + Q_{nip} = w \cdot [c_b \cdot 100 + r + c_{\Pi} \cdot (t_{nip} - 100)] + \sum_{i=1}^n m_{\Gamma i} \cdot c_{\Gamma i} \cdot t_{nip} + \\ + m_{ci} \cdot c_{ci} \cdot t_{nip} + m_{ki} \cdot c_{ki} \cdot t_{nip} + Q_{вт}, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $Q_{\text{НС}}^{\text{P}}$  – теплота згорання смол, кДж/кг;  $m_{\text{с}}^{\text{пір}}$  – кількість смол, що згорають в процесі піролізу, кг;  $Q_{\text{пір}}$  – тепловий ефект реакцій піролізу, кДж;  $w$  – вміст вологи в вихідній біомасі, кг;  $c_{\text{в}}$  та  $c_{\text{п}}$  – відповідно теплоємності води і водяної пари, кДж/(кг·К);  $r$  – прихована теплота утворення пари, кДж/(кг·К);  $t_{\text{пір}}$  – температура процесу піролізу, °С;  $m_{\text{Гі}}$ ,  $m_{\text{сі}}$ ,  $m_{\text{кі}}$  – вихід піролізного газу, смол і коксу відповідно, кг;  $c_{\text{Гі}}$ ,  $c_{\text{сі}}$ ,  $c_{\text{кі}}$  – теплоємності піролізного газу, смол і коксу відповідно, кДж/(кг·К);  $Q_{\text{вт}}$  – втрати теплоти в навколишнє середовище, кДж.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СПАЛЮВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА С ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Корінь О.І., керівник проф. Пінчук В.О.  
Національна металургійна академія України**

В даний час у зв'язку з постійним підвищенням цін на енергетичні ресурси виникає необхідність в пошуку нових способів переробки викопних палив. Оскільки велика частина української енергетики базується на вугіллі, в нашій країні накопичилася значна кількість відходів вуглезабагачення, які доцільно переробляти в різні паливно-енергетичні ресурси. Одним з таких ресурсів є водовугільне паливо, що представляють собою приготовлену спеціальним чином суміш подрібненого вугілля і води. Водовугільне паливо може бути застосоване в якості ефективної заміни природного газу та/або мазуту в енергетичних установках

Для ефективного спалювання водовугільного палива пропонується при його приготуванні використовувати гліцерин. Для дослідження основних закономірностей процесу спалахування і горіння водовугільного палива з додаванням гліцерину проведені експериментальні дослідження процесу спалювання палива і встановлені температурно-тимчасові характеристики спалахування і горіння палива з різним вмістом гліцерину при різній температурі робочого простору печі.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СПАЛЮВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА**

**Чернишов С.В., керівник доц. Шарабура Т.А.  
Національна металургійна академія України**

Одним з пріоритетних технологічних напрямів, що дозволяють істотно розширити масштаби і галузь застосування вугілля, є використання водовугільного палива. Проте, для ефективного використання водовугільного палива в енергетиці необхідно враховувати його властивості, що відрізняються від властивостей вугілля та обумовлюють способи і методи спалювання водовугільного палива в різних топкових пристроях. Відомо, що процес спалювання водовугільного палива ускладнюється ще на початкових стадіях спалахування та горіння, що обумовлено великою кількістю рідкої фази у складі палива (30-50%). У зв'язку з цим, в роботі проведено експериментальні дослідження процесу спалювання водовугільного палива з метою визначення основних закономірностей процесів спалахування та горіння цього палива. В результаті досліджень проаналізовано динаміку початкових стадій процесу горіння водовугільного палива в залежності від умов спалювання при різних температурах топкової камери та визначено температурно-часові характеристики даного процесу.

**ВИКОРИСТАННЯ НАБЛИЖЕНОГО АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ  
ПРОЕКТНОГО РОЗРАХУНКУ КАМЕРНОЇ ПЕЧІ**

**Д'якова Е.К., керівник ст.викл. Пульпінський В.Б.**

**Національна металургійна академія України**

Для проектного розрахунку камерної печі, використовують чисельні, чисельно-аналітичні методи, а також аналітичні рішення задач.

Аналітичне рішення є найточнішим при певних граничних умовах і постійних теплофізичних властивостях, що виключає їх використання для розрахунку нагрівання виробів в існуючих нагрівальних печах. Чисельні та чисельно-аналітичні методи вимагають великого обсягу підготовчої роботи і обчислень.

В роботі розглянуто застосування наближеного аналітичного методу для розрахунку нагрівання металевих заготовок. Наближеній аналітичний метод заснований на використанні аналітичного рішення задачі нагрівання тіл простої форми (циліндра нескінченної довжини або нескінченної пластини) при граничних умовах II-го роду.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІНУ У РЕГЕНЕРАТОРІ З КОМПАКТНОЮ  
НАСАДКОЮ**

**Бегерус Д.А., керівник доц. Воробйова Л.О.**

**Національна металургійна академія України**

В якості об'єкта обрано регенератор з компактною тепловою насадкою. В регенеративній камері встановлена насадка що складається з труб упакованих одна всередині іншої. Відстань між трубами забезпечується за рахунок двох гребінців, розташованих зверху та знизу насадки вздовж осі.

За допомогою математичної моделі чисельно досліджено процес нестационарного конвективного теплообміну й аеродинамічного опору в насадці з жароміцних металевих труб, встановлених в камері регенератора одна відносно іншої коаксіально. Математична модель складається з системи диференціальних рівнянь, яка включає рівняння теплообміну в трубній насадці і рівняння теплового балансу теплоносія. Систему рівнянь вирішували методом елементарних теплових балансів за неявною різницевою схемою.

За результатами дослідження визначено, що при одній і тій же величині теплової потужності регенеративного пальника і температури нагріву повітря зі зменшенням швидкості теплоносія і товщини стінки труб знижуються матеріаломісткість, висота насадки і аеродинамічний опір.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ НАГРІВАННЯ ЗАГОТІВОК  
В КІЛЬЦЕВІЙ ПЕЧІ**

**Богдановський А.П., керівник доц. Гупало О.В.**

**Національна металургійна академія України**

В теперішній час витрати на паливо та електроенергію в собівартості вітчизняної металургійної продукції у два рази перевищують аналогічні показники в країнах Західної Європи, США та Японії. Тому розробка енергоефективних технологій виробництва продукції є актуальною задачею сьогодення.

В трубопрокатних цехах металургійних заводів для нагрівання заготовок перед обробкою тиском зазвичай використовуються кільцеві печі, робота яких характеризується

частою зміною продуктивності. З використанням методу математичного моделювання досліджено теплову роботу кільцевої печі в діапазоні зміни продуктивності 100 – 30 % при відомій технології нагрівання металу, згідно з якою заданий графік нагрівання металу уздовж печі підтримується незмінним незалежно від коливань продуктивності теплового агрегату, що досягається шляхом спалювання палива у першій опалювальній зоні печі з підвищеним коефіцієнтом витрати повітря. Відома технологія має суттєвий недолік, пов'язаний з недостатньо ефективним використанням теплоти палива в печі, що призводить до завищених енерговитрат на нагрівання металу.

В роботі запропоновано енергоефективну технологію нагрівання заготовок, яка незалежно від коливань продуктивності теплового агрегату забезпечує дотримання заданого графіку нагрівання металу уздовж печі шляхом зміни довжини опалювальних зон печі в залежності від коливань продуктивності. Реалізація запропонованої технології нагрівання потребує обладнання печі додатковими пальниками, розташованими наприкінці методичної зони та модернізацію існуючої АСУ ТП печі. Показано, що використання запропонованої технології нагрівання у порівнянні з відомою технологією забезпечить економію палива на рівні 10 – 17 %.

### **ВИБІР ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ ФОРМИ НАСАДКИ ДОМЕННИХ ПОВІТРОНАГРІВАЧІВ**

**Міров Г.Ш., керівник проф. Грес Л.П.  
Національна металургійна академія України**

Насадка повітрянагрівачів є нерухомим проміжним теплоносієм при передачі теплоти від продуктів спалення до дуття, що нагрівається в умовах регенеративного теплообміну. Температура нагріву дуття залежить від значення теплообмінної поверхні, інтенсивності теплообміну та акумулюючої маси насадки.

Виконані розрахунки конструктивних розмірів насадки та повітрянагрівачів, а також їх параметрів теплообміну при використанні різних типів насадок. Рекомендовано під час капітальних ремонтів повітрянагрівачів або їх будівництва використовувати блочну насадку з діаметром каналів 30 мм, яка має горизонтальні проходи.

### **ВИКОРИСТАННЯ НАБЛИЖЕННО-АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ПРИ ПРОЕКТНОМУ РОЗРАХУНКУ КІЛЬЦЕВОЇ ПЕЧІ**

**Зубкова О.О., керівник ст.викл. Пульпінський В.Б.  
Національна металургійна академія України**

Проектний розрахунок кільцевої печі можна здійснювати за допомогою аналітичних рішень, інженерних, чисельних і чисельно-аналітичних методів.

Аналітичні рішення дають досить таки точний результат, але вони можуть бути використані тільки при постійних фізичних властивостях і граничних умовах. Але при використанні граничні умови в печах постійно змінюються, проте фізичні властивості непостійні.

Чисельні і чисельно-аналітичні методи точні у випадку нескінченно малих інтервалах нагріву, а це дуже ускладнює розрахунок кільцевої печі.

В проектному розрахунку печі найбільш зручним є метод теплової діаграми, який заснований на тепловому балансі і використовується при регулярному періоді нагріву.

В даній роботі розглянуто використання наближено-аналітичного методу розрахунку нагрівання металу в кільцевій печі. Тому що цей метод вважається найбільш універсальним, так як з одного боку заснований на аналітичному рішенні, а з іншого - не вимагає великої кількості інтервалів нагріву. Для достовірності вирішення даного завдання потрібно

правильно вибрати еквівалентну форму тіла, а також еквівалентний розмір, з огляду на розташування тіла в печі, а точніше ставлення його маси до його поверхні теплообміну. Розрахунок зводиться до визначення тривалості нагрівання тіла в кільцевій печі.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІ РЕКУПЕРАТОРА НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ НАГРІВАЛЬНОГО КОЛОДЯЗЯ**

**Пономаренко Є.Г., керівник: ст.викл. Шемет Т. М.  
Національна металургійна академія України**

У рекуперативних нагрівальних колодязях внаслідок низької газощільності керамічних рекуператорів, неможливо організувати короткий високошвидкісний факел, який відповідає вимогам нагріву злитків. Це призводить до нерівномірності нагріву злитків по висоті і збільшення часу нагріву.

В роботі досліджено можливість заміни керамічних рекуператорів на металеві з теплогідралічним розподілом витрат холодного теплоносія по теплообмінних елементах, що дозволить досягти більш високої температури підігріву повітря та знизити втрати теплоти з продуктами горіння.

### **ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ НАГРІВУ МЕТАЛУ В СЕКЦІЙНІЙ ПЕЧІ**

**Даниленко О.С., керівник ст.викл. Шемет Т.М.  
Національна металургійна академія України**

Від економічності нагріву металу перед прокаткою в значній мірі залежить зниження собівартості готового прокату, оскільки на сучасних прокатних станах вартість нагріву становить 25-35% всіх витрат по переділу в цеху.

В роботі вибраний оптимальний (по витраті палива) режиму нагріву металу. Для чого були вирішені наступні завдання:

- при заданій продуктивності печі ( $G$  т/год) вибрано такий розподіл теплового навантаження по довжині секційної печі, щоб витрата палива на нагрів був мінімальним;
- визначена продуктивності печі, при якій забезпечується мінімум витрати палива.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВОЛОКНИСТИХ ВОГНЕТРИВКИХ МАТЕРІАЛІВ В КАМЕРНІЙ ТЕРМІЧНІЙ ПЕЧІ**

**Филипюк Д.А., керівник ст.викл. Шемет Т.М.  
Національна металургійна академія України**

В роботі запропоновано для зниження витрати палива замінити існуючу футерівку печі на футерівку з волокнистих матеріалів нового покоління на неорганічних зв'язуючих.

Виконано розрахунок теплового балансу камерної термічної печі при різних видах матеріалів футерівки та проаналізувавши його, було обрано раціональний варіант футерівки за ціною та витратою палива. Обрана футерівка складається з легковагих вогнетривів і має малу масу та теплопровідність, завдяки цьому скорочується витрата палива.



## **ВИКОРИСТАННЯ НАБЛИЖЕНОГО АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ПЕРЕВІРОЧНОГО РОЗРАХУНКУ БАГАТОСЕКЦІЙНОЇ МЕТОДИЧНОЇ ПЕЧІ**

**Недужко В. Ю., керівник ст.викл. Пульпінський В. Б.  
Національна металургійна академія України**

Для перевірного розрахунку існуючих печей, метою якого є уточнення температурного поля виробів в процесі нагріву, поряд з методом теплової діаграми (МТД), використовують чисельні, чисельно-аналітичні методи (ЧАМи), а також аналітичні рішення задач нагріву матеріалів.

Аналітичне рішення є найточнішим при певних граничних умовах і постійних теплофізичних властивостях, що виключає їх використання для розрахунку нагрівання виробів в існуючих нагрівальних печах. Чисельні та чисельно-аналітичні методи вимагають великого обсягу підготовчої роботи і обчислень.

В роботі розглянуто застосування спрощеного, а точніше – наближеного аналітичного методу (НАМ) для розрахунку нагрівання виробів. НАМ заснований на використанні аналітичного рішення задачі нагрівання тіл простої форми (циліндра нескінченної довжини або нескінченної пластини) при граничних умовах II-го роду.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЄМНІСТІ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ КІЛЬЦЕВОЇ ПЕЧІ ТПЦ-2 «ТОВ ІНТЕРПАЙП НІКОТЬЮБ»**

**Мороз Ю.К., керівник ст.викл. Пульпінський В.Б.  
Національна металургійна академія України**

Під ємністю печі розуміють кількість або масу металу, що одночасно знаходиться в печі. Кількість металу (заготовок) визначає технологічний час їх нагріву, та впливає на техніко-економічні показники роботи печі. З іншого боку, розміри заготовок (довжина, ширина або діаметр) впливають на теплотехнічний час їх нагріву, який в свою чергу також впливає на техніко-економічні показники роботи печі. Необхідно, щоб технологічний та теплотехнічний час нагріву заготовок збігався, при цьому питома витрата палива була мінімально можливою

В цій роботі виконані повірочні розрахунки заготовок кільцевої печі, з метою визначення впливу діаметру та довжини заготовки на техніко-економічні показники роботи печі при раціональному температурному режимі.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ПРОШИВНОЇ ОПРАВКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БЕЗШОВНИХ ТРУБ**

**Піотровський В.С. керівник доц. Сибір А.В.  
Національна металургійна академія України**

Основним способом отримання безшовних сталевих труб є гаряча прокатка. Одним з важливих етапів отримання безшовної сталеві труби є прошивка гарячої круглої заготовки, нагрітої до певної температури, на прошивному стані. Отримана в результаті гільза є основою для подальших етапів виробництва безшовних труб. Цей етап найбільш важливий для отримання якісної продукції. При прошивці в прошивному стані використовують оправку, яку встановлюють на передньому кінці прошивного стержня. І при прошивці ця оправка піддається впливу високих температурних і механічних навантажень. Тому для забезпечення тривалої роботи оправлення і запобігання її передчасного виходу з експлуатації їй необхідно забезпечити інтенсивне охолодження.

У даній роботі проведені дослідження, за допомогою математичного моделювання, зміни температурного поля оправки в процесі циклу прошивки круглої заготовки для отримання гільзи. Досліджено вплив інтенсивності водяного охолодження внутрішньої порожнини оправки в залежності від витрати води, геометричних параметрів внутрішньої порожнини оправлення, способу подачі охолоджуючої води в порожнину. Визначена інтенсивність конвективного теплообміну між оправкою та водою що її охолоджує. Також визначені гідродинамічні параметри системи охолодження оправки.

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЕПЛОБМІННИКА ДЛЯ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Лівітан Є.К., керівник доц. Радченко Ю.М.  
Національна металургійна академія України**

Невпинне зростання вартості енергоносіїв, зокрема електрики, сприяє пошуку шляхів їх раціонального використання. Відомо, що в холодну пору року витрати енергії на підігрів води в електричному бойлері суттєво зростають у порівнянні з літнім періодом. Це пов'язано з тим, що доводиться підігрівати більш холодну воду до звичайної температури використання на рівні + 40...50 °С. При цьому температура "відпрацьованої" води майже незмінна протягом року і складає + 30...35 °С. У цьому випадку природним інженерним рішенням є використання енергетичного потенціалу води, що скидається в каналізацію, для попереднього підігріву свіжої води, яка прямує до бойлера.

В даній роботі виконали дослідження двох варіантів компоновки теплообмінника: – перший варіант передбачає, що труба холодної води розташована в середині каналізаційної;

– згідно з другим варіантом, холодна вода проходить через кільцевий зазор з зовнішнього боку каналізаційної труби (питання практичної реалізації цього варіанту компоновки пристрою не розглядалося).

Розрахунки показали, що більш ефективним є другий варіант. Це пов'язано з тим, що коефіцієнт теплопередачі від гарячої води до холодної складає 7,176 та 1,317 Вт/(м<sup>2</sup> К) відповідно.

З практичної точки зору, підігрів води для прийнятих умов (діаметр каналізаційної труби 50 мм), становитиме 2,7 °С/м та 0,49 °С/м довжини труби, що безумовно є дуже малою величиною. Проте, при збільшенні поверхні теплообміну конструкторським шляхом можливо досягти прийнятних значень температури підігріву води в теплообміннику на рівні 10...12 °С. Такі факти вже відомі згідно до публікацій в мережі Internet.

## **ТЕПЛОВА РОБОТА ПЕЧІ З КРОКУЮЧИМ ПОДОМ НА ПРИРОДНО-ДОМЕННОЇ СУМІШІ**

**Ковтун О.О., керівник доц. Бровкін В.Л.  
Національна металургійна академія України**

Печі з крокуючим подом широко застосовуються в металургійній галузі для нагріву сталевих заготовок перед прокаткою. У роботі виконан аналіз теплової роботи печі з крокуючим подом на природно-доменній суміші на прикладі печі стана «550-2» ПАТ «ЄВРАЗ - ДМЗ імені Петровського». Заміна природного газу природно-доменною сумішшю робить роботу печі більш економічною.

## **КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗВУКОВОГО ПОТОКУ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОВОГО ПІДХОДУ**

**Баранцова Ю.С., керівник проф. Гнатушенко В.В.  
Національна металургійна академія України**

Проблема сучасної обробки звуку тісно пов'язана з однією з проблем машинного навчання: проблемою розпізнавання мови. Технології фільтрації і згладжування звуку активно використовуються в сучасній музичній індустрії, стільникового і радіозв'язку, медицині, кіноіндустрії і т.д. При розпізнаванні мови застосовуються ті ж механізми, що і при фільтрації звукового потоку. Ця задача фільтрації шумів в процесі розпізнавання мови укладається в тому, щоб видалити з вихідного сигналу всі звуки, що не відносяться до людської мови: порожні проміжки, проміжки між словами і небажані шуми.

Незважаючи на велику кількість існуючих алгоритмів для фільтрації шумів в звуковому сигналі, ні для одного з них не визнан критерій якості підсумкового вихідного звукового сигналу. Сучасні методи фільтрації звуку, які засновані на методі машинного навчання, використовують принципово новий алгоритм фільтрації шумів, який називається довірчим фільтром. Довірчий фільтр забезпечує мінімально можливий довірчий інтервал для кожного вихідного звукового кадру з вхідного звукового сигналу. Перевагою роботи довірчих фільтра є те, що він самостійно налаштовується відносно кожного конкретного випадку і видає максимально можливий найкращий результат в процесі фільтрації звуку. Одним із способів застосування нейронних мереж є здатність апроксимувати складні нелінійні функції. Нейронна мережа з будь-нелинейністю залишається універсальним апроксиматором, що доводить узагальнена апроксимаційна теорема.

Таким чином, завдання побудови нейронної мережі для фільтрації шумів в звуковому потоці є актуальним.

### **ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ДОКУМЕНТООБІГУ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

**Долібандо С.О., керівник проф. Гнатушенко В.В.  
Національна металургійна академія України**

Збільшення обсягів інформації та зміни попиту на інформацію стали пред'являти нові вимоги до організації інформаційно-документаційного обслуговування на підприємстві. В основі діяльності будь-якого підприємства лежить робота з документами, документообіг, тобто рух документів в організації з моменту їх створення або отримання до завершення, виконання або відправлення. З ростом кількості документів зростають витрати часу на їх обробку, пошук, реєстрацію і т.д. Кращим способом вирішення цієї проблеми може стати автоматизація документообігу, яка є важливим кроком у підвищенні конкурентоспроможності підприємства, дозволяє істотно спростити проблеми, пов'язані з пошуком, доступністю і зберіганням документів.

Розроблені етапи проектування та впровадження системи автоматизації процесів документообігу, пов'язаного з виробничим циклом. Для цього були виконані наступні завдання:

- виявлені причини автоматизації процесів документообігу, пов'язаного з виробничим циклом;
- виявлені вимоги замовника до бажаного результату;
- описані і змодельовані процеси документообігу підприємства, які потребують автоматизації;

- обрана платформа СЕД, відповідна заявленим вимогам, для реалізації проекту;
- на основі виявлених вимог і змодельованих процесів документообігу, пов'язаного з виробничим циклом, була проведена настройка СЕД для реалізації потреб підприємства;
- описано використання системи для управління документообігом на підприємстві;

Після впровадження СЕД трудовитрати підприємства, пов'язані з документообігом виробничого циклу знизилися. Скорочення трудовитрат включало в себе зменшення часу на обробку заявок, зокрема за рахунок того, що більшість обчислень тепер відбувається автоматично, видаються готові документи (комерційні пропозиції, специфікації, графіки відвантаження та ін.) Також скоротився час на пошук, створення, реєстрацію та обробку документів, передачу документів між підрозділами і підготовку різних звітів. Крім очевидних результатів впровадження СЕД, можна відзначити і інші позитивні ефекти. Такі як оптимізація бізнес-процесів, збільшення якості та скорочення термінів прийняття рішень, що сприяють розвитку виробництва. Після відходу від паперових носіїв зросла ефективність взаємодії співробітників з різних відділів, які супроводжують весь виробничий цикл, з'явилася можливість одночасної їх роботи в системі.

Процес документообігу, що супроводжує виробництво, став більш прозорим, стала видна все картина цілком. Завдяки цьому, спростився контроль керівництвом всіх стадій робіт підприємства, починаючи від обробки заявок і закінчуючи відстеженням готової до відвантаження продукції. Також з'явилася можливість відслідковувати заявку на всіх стадіях виробництва і в найкоротші терміни реагувати на побажання клієнтів, їх коригувань на замовлення, оперативно реагувати на зміну ситуації у виробничому циклі. Що є плюсом як самого підприємства, в першу чергу орієнтованого на потреби клієнтів, так і самих клієнтів.

### **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ТЕМПЕРАТУРНИХ КАРТ За СУПУТНИКОВИМИ ДАНИМИ ВИСОКОГО ПРОСТОРОВОГО РОЗРІЗНЕННЯ** Алтинник Б. М., керівник доц. Кавац О.О., асп. Кавац Ю.В. Національна металургійна академія України

Традиційно, побудова температурних карт земної поверхні здійснюється за даними мультиспектральної зйомки, зафіксованої в TIR-каналах (Thermal InfraRed) спеціалізованим сенсором сканерів дистанційного зондування (ДЗ). Саме в цих каналах здійснюється реєстрація електромагнітного випромінювання об'єктами поверхні Землі, включаючи і власне земну поверхню. Великою перевагою зйомки у тепловому діапазоні є можливість виявлення об'єктів за рахунок відмінностей їх випромінювальної здатності при умові відсутності природного освітлення. Ця властивість дозволяє спостерігати за об'єктами в повній темряві, однак слід зазначити, що в нічний час природні і антропогенні об'єкти мають інші співвідношення інтенсивності теплового випромінювання, ніж в денний. Звідси можна визначити наступну перевагу зйомки в тепловому діапазоні, широкі можливості реєстрації динамічних теплових процесів, зокрема, таких, які відбуваються протягом доби. Очевидно, що можна спостерігати також і інші види динаміки інтенсивності теплового випромінювання: сезонну, багаторічну і т. д.

Авторами розроблена інформаційна технологія визначення температурних показників Земної поверхні по супутниковим даним у тепловому діапазоні, застосування якої дозволяє вирішити задачу моніторингу випромінювання великих промислових підприємств та їх вплив на інфраструктуру мегаполісів із визначенням меж температурних перепадів.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ АНКЕТНИХ ДАНИХ РЕСПОНДЕНТІВ ТА РОЗРОБКА WEB – ДОДАТКУ** Біжко Є.Ю., керівник доц. Дорош Н.Л. Національна металургійна академія України

В роботі розглянуто такий спосіб отримання інформації як опитування за допомогою анкетування. Актуальність досліджень обумовлена попитом на соціологічні маркетингові та інші види прогнозів.

Опитування - це метод збору первинної вербальної (тобто усної, а не поведінкової) інформації, заснований на безпосередній (інтерв'ю), або опосередкованій (анкетне опитування) соціально-психологічній взаємодії між дослідником і опитуваним (респондентом). Опитування - це метод (група методів) вивчення безпосередніх фактів свідомості, тобто тих, які дослідник попередньо повинен виявити, а також створити умови для того, щоб вони проявилися [1].

Для збору інформації все частіше звертаються до такого методу збору інформації як анкетне опитування. Цей метод дозволяє у доволі короткий строк отримати якісні результати.

Участь в опитуванні являє собою для респондента досить незвичайний вид діяльності. До неї ні всі можуть бути готові в силу різноманітних причин. Якщо відразу обрушити на учасників опитування серйозні і важливі питання, багато хто може відмовитися, оскільки не будуть готові до відповіді. Тому, по-перше, ніж провести розробку веб-додатку для анкетування, необхідно провести класифікацію питань та обрати послідовність розташування питань у анкеті. Існує кілька видів питань: прості та складні, відкриті та закриті, функціонально-психологічні та ін.

Веб-додаток було розроблено з використанням мови програмування PHP та СУБД MySQL. Для дослідження збережених даних та виводу результатів розроблений спеціальний розділ. Для поліпшення сприйняття інформації, що досліджується, проведена візуалізація даних. Веб-додаток, відповідає наступним властивостям: багатоплатформність, надійність, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Анкетна інформація доступна лише для користувачів, які мають на це певні повноваження. Передбачена здатність накопичувати та обробляти великі обсяги інформації.

### **Література**

1 Маслова Т.Д., Ковалик Л.Н., Божук С.Г. Маркетинг. - СПб: Питер, 2003. – 400 с.

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ОБМЕЖЕНОГО РЕСУРСУ**

**Яковлев М.В., керівник доц. Дорош Н.Л.**

**Національна металургійна академія України**

Метою роботи є розробка програмного засобу стосовно проведення досліджень даних з обліку руху пацієнтів та ліжкового фонду медичного закладу. Статистична обробка медичних даних, як у науково-дослідній, так і в практичній роботі в сфері охорони здоров'я, є невід'ємною та часто виконуваною процедурою. Актуальність і значимість досліджуваної проблеми зв'язана з тим, що для статистичної обробки даних необхідно попередньо обробити великий обсяг медичної інформації і тільки потім проводити статистичні дослідження, котрі у свою чергу, вимагають трудомістких обчислень від фахівців. Проведення таких операцій без використання спеціальних програмних засобів дуже складне, а в деяких випадках навіть не можливе. Тому розробка програмного засобу для проведення аналізу показників обліку руху хворих і ліжкового фонду є актуальною.

Функціональне призначення програмного засобу: ввід даних, збереження даних за весь період вводу, генерація низки звітів показників обліку руху хворих і ліжкового фонду, наочна візуалізація результатів обробки та аналізу показників.

Головне вікно програмного засобу з активним елементом меню «обробка листка» відображено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Головне вікно програмного засобу «Ліжковий фонд»

Під час експлуатації програмного засобу метою є отримання відомості з розрахованими показниками.

Відомість показників доцільно використовувати як для поточного періоду, так і для наступного (прогнозування) та порівняння показників за надані періоди. При аналізі використовується будь-який показник, який міститься у базі даних (файлах\*.dbf).

Звіти по обліку хворих та ліжкового фонду можуть бути стандартними, які затверджені МОЗ України і формуються як кварталні та річні, а також можуть бути виконані згідно потрібного запиту.

## РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНИХ ДОДАТКІВ У СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ Java

**Гуляков О.В., Ковальов Є.О., керівники проф. Дерев'янка О.І., ст.викл. Фененко Т.М.  
Національна металургійна академія України**

Java – проста, об'єктно-орієнтована, інтерпретована, надійна, безпечна, архітектурно-нейтральна, переносна, високоефективна багатопотокова і динамічно-орієнтована мова.[3]

Програми на Java утворені з визначень класів та інтерфейсів. Класи містять змінні та константи, які утримують дані, методи, які виконують дії, та конструктори, які створюють екземпляри класів — об'єкти. Дані можуть мати простий тип (наприклад байт, ціле число, символ) або бути посиланням на об'єкт. Мова Java є статично типізованою.

Максимально повнофункціональні і сучасні версії Java Development Kit (JDK) від компанії Oracle доступні для операційних систем як Solaris, Linux, Mac OS X і Windows.

Для розробника додатків на сучасному ринку програмного забезпечення, виникає створювати свої додатки таким чином, щоб вони працювали на комп'ютерах PC, Mac і робочих станціях UNIX. З урахуванням відмінностей в роботі UNIX, Windows 95 і Windows NT на платформі PC і нових PowerPC Macintosh стає все важче виробляти програмне забезпечення для всіх можливих платформ. Однак якщо додаток написаний на Java, він може працювати на всіх платформах

### Література

1. Герберт Шилдт. Java 8. Полное руководство. Девятое издание. – М.: Вильямс, 2015.
2. Освой программирование играючи. Сайт Александра Климова. Мэтт Вайсфельд. Объектно-ориентированное мышление. – М.: Питер, 2014.
3. Брюс Эккель. Философия Java. – М.: Питер, 2015.

## СИСТЕМА МОДИФІКАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Гізатулін Р.М., керівник ст. викл. Фененко Т.М.  
Національна металургійна академія України

Методи обробки зображень вже відіграють значну роль в наукових дослідженнях, промисловості, криміналістиці, медицині, космічних дослідженнях та інформаційних системах. Прикладами застосування цих методів можуть служити цифрова передача зображень з космічних кораблів, підвищення чіткості зображень, створюваних електронним мікроскопом, корекція спотворень зображень, прийнятих з космосу, автоматичний аналіз характеру місцевості, дослідження природних ресурсів за фотознімками, переданим зі супутників Землі, поліпшення якості біологічних і медичних зображень, включаючи рентгенограми, томограми і зображення, радіоізотопної діагностики [1].

Даний програмний продукт може охоплювати багато предметних областей. Практичну реалізацію він матиме у медицині для роботи з кольоровими томограмами. Зараз, в час прогресивного розвитку медичного обладнання, робота лікарів спрощується, тому що обладнання безпосередньо створене для полегшення лікарям встановлення чіткого діагнозу. У програмному продукті реалізований такий метод обробки зображення, як *фільтрація Евкліда*. Суть методу полягає у тому, що на зображенні комп'ютерної томограми, лікар в залежності від досліджуваної зони, може виокремити за кольором лише її, та детально дослідити [2]. Це спростить роботу лікаря, та дасть можливість зосередитись на певній ділянці зображення. Приклад виокремлення кольорів зображень на рисунку 1.

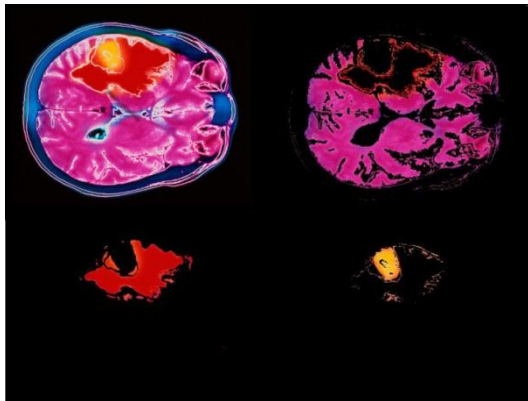


Рисунок 1 - Приклад виокремлення необхідної зони за кольором

### Література

1. Бінаризація. Сутність та основні поняття.
2. Белікова Т.П. Моделювання лінійних фільтрів для обробки зображень томограм для медичної діагностики. М.: Наука, 1990.
3. Василів В. В., Морозов А. В. Комп'ютерна графіка: спеціальний довідник. - СПб.; СЗТУ, 2005 рік.
4. Гамма-корекція.
5. Грузман І.С., Киричук В.П. Цифрова обробка зображень в інформаційних системах. Новосибірськ – НГТУ, 2000.

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ АЛЮМИНЕВОГО ЭЛЕКТОРОЛИЗЕРА

Смолянов С. А., руководитель: доц. Дмитриева И. С.  
Национальная металлургическая академия Украины

Высокотемпературные процессы получения первичного алюминия относятся к наиболее энергоемким производствам промышленности. Высокая термонапряженность элементов конструкций и химическая агрессивность рабочих сред этих производств приводит к тому, что большинство конструкционных материалов электролизеров работают на предельно допустимых значениях своих мощностей.

Цель работы заключалась в построении программы с пользовательским интерфейсом, реализующую расчет производительности алюминиевого электролизера с верхним подводом тока для анализа зависимостей получаемого алюминия от входной силы тока.

Основные формулы для расчета электролизера была взята из монографии [1]. В данной монографии был рассмотрен ряд высокотемпературных аппаратов, включая алюминиевый электролизер.

Мною была разработана программа и пользовательский интерфейс в среде MATLAB, позволяющая рассчитать все ключевые параметры работы электролизера в зависимости от силы входного тока, благодаря этому можно быстро получить необходимые данные. Пользовательский интерфейс разделен на пять вкладок. Конструктивный расчет - будут указаны точные размеры катода, анода и шахты; материальный расчет - численные значения основных веществ, получаемых в процессе плавки (алюминий, угарный газ, углекислый газ и углерод); электрический расчет - значения падений напряжений на участках электролизера и общее рабочее напряжение; тепловой баланс - расчет прихода и ухода тепла от внутренних параметров системы. Пятая вкладка является отдельной частью приложения, в которой задается необходимый для расчета интервал силы тока и интересующую пользователя зависимость, по которой происходит построение графика.

С помощью данного программного продукта можно быстро рассчитывать все ключевые параметры электролизера, а интерфейс распределит все данные по вкладкам для удобства дальнейшего исследования.

#### **Литература**

1 Теоретические и экспериментальные исследования тепло-электрического и механического состояния высокотемпературный агрегатов / [А. Я. Карвацкий, Е. Н. Панов, С. В. Кутузов та ін.]. – Киев: НТУУ «КПИ», 2012. – 356 с.

## **REMOTE DICTIONARY SERVER З ВИКОРИСТАННЯМ МОБИ PYTHON**

**Кліюпа І.В., керівник доц. Островська К.Ю.**

**Національна металургійна академія України**

Redis (англ. Remote Dictionary Server) - швидке сховище в пам'яті з відкритим вихідним кодом для структур даних «ключ-значення». Redis поставляється з набором різноманітних структур даних в пам'яті, що спрощує створення різних спеціальних додатків.

Зберігає базу даних в оперативній пам'яті, забезпечена механізмами знімків і журналювання для забезпечення постійного зберігання на диску. Також надає операції для реалізації механізму обміну повідомленнями в паттерне publish - subscribe. З його допомогою додатка можуть створювати канали, підписуватися на них і поміщати в канали повідомлення, які будуть отримані всіма передплатниками (як IRC-чат). Підтримує реплікацію даних з основних вузлів на кілька підлеглих. Також Redis підтримує транзакції і пакетну обробку команд.

Redis працює на більшості POSIX систем, таких як Linux, \*.BSD, Mac OS X без будь-яких доповнень. Linux і Mac OS X - дві операційні системи, в яких був розроблений і в більшій мірі протестований Redis, тому VMware рекомендує використовувати саме їх для розгортання. Офіційною підтримки для збірок Windows немає, але доступні деякі опції, що дозволяють забезпечити роботу Redis на цій ОС [4]. Компанія Microsoft активно працює над перенесенням Redis на Windows.



Безліч мов програмування мають бібліотеки для роботи з Redis: C, C ++, C #, Clojure, Lisp, Erlang, Java, JavaScript, Haskell, Lua, Perl, PHP, Python, Ruby, Scala, Go, Tcl, Rust.

Всі дані Redis зберігає у вигляді словника, в якому ключі пов'язані зі своїми значеннями. Одне з ключових відмінностей Redis від інших сховищ даних полягає в тому, що значення цих ключів не обмежуються рядками.

Redis також підтримує виконання транзакцій, які повинні дотримуватися двох принципів:

1. Команди повинні виконуватися по порядку. Поки не буде перервано іншими запитами протягом всього процесу.

2. Повинна бути забезпечена цілісність транзакції. Транзакції починаються з команди MULTI, а запускаються командою EXEC. Якщо з яких-небудь причин транзакція переривається, Redis заблокує її виконання до тих пір, поки не буде виконана команда redis-check-aof і скасовані всі зміни.

Відновлення даних проводиться двома різними способами. Перший - це механізм знімків, в якому дані асинхронно переносяться з оперативної пам'яті в файл формату \*.RDB (розширення дампов Redis). Другий спосіб - файл, доступний тільки для дозапису, в якому зберігається лог всіх операцій, що змінювали дані в пам'яті.

Redis підтримує реплікацію типу master-slave. Дані з будь-якого сервера Redis можуть реплікуватися довільну кількість разів. Реплікація корисна для масштабування читання (але не записи) або при дуже великих обсягах даних. Всі дані, які потрапляють на один вузол Redis (який називається master) будуть потрапляти також на інші вузли (називаються slave). Для конфігурації slave-вузлів можна змінити опцію slaveof або аналогічну по написанню команду (вузли, запущені без подібних опцій є master-вузлами).

Реплікація допомагає захистити дані, копіюючи їх на інші сервера. Реплікація також може бути використана для збільшення продуктивності, так як запити на читання можуть обслуговуватися slave-вузлами. Ці вузли можуть відповісти злегка застарілими даними, але для більшості додатків це прийнятно.

Мета проекту полягала в тому, щоб написати простий сервер, який міг би використовувати з чергою завдань. Huey використовує Redis як механізм зберігання за замовчуванням для запису завдань в черзі, результатів виконання та інших речей.

### **Література**

1. Redis [Електронний ресурс]: Офіційний сайт/ Режим доступу: <http://redis.io/>.
2. Хабрахабр [Електронний ресурс]: Redis 2.0 на Хабрахабре / Режим доступу: <http://habrahabr.ru/post/105022/>.
3. ruseller.com [Електронний ресурс]: робота с Redis и PHP / Режим доступу: <http://ruseller.com/lessons.php?rub=37&id=2289>.

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАМ'ЯТІ СЕРВЕРУ ORACLE**

**Павленко Д.О., керівник доц. Островська К.Ю.  
Національна металургійна академія України**

У сучасному суспільстві використовується велика кількість інформаційних систем. Інформаційні системи використовуються в різних галузях таких як промисловість, банківська справа в державних установах. Від швидкодії інформаційних систем залежить ефективність та якість роботи підприємств, банків чи державних установ [1].

В інформаційній системі ПриватБанку в якості сервера центральної бази даних використовується Oracle 11g. Тому від продуктивності його роботи залежить продуктивність роботи інформаційної системи департаменту митної справи міністерства доходів і зборів. В

дипломній роботі розглянуто методи налагодження параметрів пам'яті Oracle з метою підвищення продуктивності роботи інформаційної системи Приватбанку.

Налаштування продуктивності сервера Oracle є дуже складним завданням. Хоча проблеми з налагодженням сервера виникають досить часто, універсального рішення цієї задачі в даний час практично не існує.

Тому об'єктом дослідження є система налагодження параметрів пам'яті серверу СУБД Oracle з метою підвищення продуктивності.

У роботі розроблено - програмний додаток що дозволяє автоматизувати систему налагодження продуктивності серверу СУБД Oracle.

#### **Література**

1. Плєскач В. Л. Інформаційні системи і технології на підприємствах [Текст] / Плєскач В. Л., Затонацька. Т. Г. // - К. : Знання, 2015. - 718 с.

2. Волков Д.В. Оптимизация информационных систем на основе СУБД Oracle [Електронний ресурс] /Волков Д.В.// Jet Info. – 2004 - №2. [http://www.jetinfo.ru/Sites/new/Uploads/2004\\_2.7BBAD6EFC6554E8791CCBF730A438BA8.pdf](http://www.jetinfo.ru/Sites/new/Uploads/2004_2.7BBAD6EFC6554E8791CCBF730A438BA8.pdf)

### **АЛГОРИТМИ НЕЧІТКОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ МЕТАЛОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Черевко А.І., керівник доц. Островська К.Ю.  
Національна металургійна академія України**

Термін “кластерний аналіз” насправді включає в себе набір різних алгоритмів класифікації. Загальне питання, що ставиться дослідниками у багатьох галузях, полягає в тому, як організувати спостережувані дані в наочні структури.

Концептуальний взаємозв'язок між кластерним аналізом і теорією нечітких множин ґрунтується на тій обставині, що при розв'язанні завдань структуризації складних систем більшість формованих класів об'єктів розмиті за своєю природою. Ця розмитість полягає в тому, що перехід від належності до неналежності елементів до даних класів скоріше поступовий, ніж стрибковий.

У загальному випадку завданням нечіткої кластеризації є знаходження нечіткого розподілу або нечіткого покриття множини елементів досліджуваної сукупності, які утворюють структуру нечітких кластерів, присутніх у розглянутих даних. Ця задача зводиться до знаходження ступенів належності елементів універсуму потрібним нечітким кластерам, які в сукупності і визначають нечіткий розподіл або нечітке покриття вихідної безлічі розглянутих елементів.

Об'єктами дослідження є зразки металографічних зображень колісних сталей - колісних пар, які відносяться до ходових частин і є одним із відповідальних елементів вагона. Вони призначені для спрямування руху вагона по рейковій колії і сприйняття всіх навантажень, що передаються від вагона на рейки при обертанні цих колісних пар. Працюючи в складних умовах завантаження, колісні пари повинні забезпечувати високу надійність, бо від них багато в чому залежить безпека руху поїздів. Конструкція і технічний стан колісних пар впливають на плавність ходу, величину сил, що виникають при взаємодії вагона і колії, і опір руху.

Аналіз одержаних з ВАТ “НТЗ” зразків колісного металу показав наявність у них великих екзогенних включень, здебільшого таких, що являють собою продукти руйнування футеровки сталевоплавильних агрегатів і сталеворозливних пристроїв, а також шихти і шлаків.

У багатьох випадках забрудненість стали неметалевими включеннями комплексна, тому цікаво вивчити сумарну забрудненість колісної сталі неметалевими включеннями, з метою врахування цього фактора у майбутньому при розробці математичних моделей.

Алгоритми нечіткої кластеризації дозволяють розбити досліджувані об'єкти на нечіткі кластери, а нечіткі кластери в свою чергу можуть бути візуалізовані шляхом управління рівнем яскравості відповідних кольорів, аналогічним функції приналежності. Візуалізація спрощує завдання експерта з аналізу зображень і зменшує ймовірність похибки.

#### **Література**

1. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн Райзина.–М.:Мир,1980.–392 с.
2. Bezdek J.C. Some recent applications of fuzzy c-means in pattern recognition and image processing. – IEEE Workshop Lang. Autom, 1983, pp. 247 – 252.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003. – 736с.: ил.

### **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ТОРГІВЛІ НА ФОНДОВИХ РИНКАХ**

**Кислова Н.О., керівник доц. Островська К.Ю.  
Національна металургійна академія України**

З розвитком комп'ютерної техніки та систем електронної торгівлі все більшого поширення серед трейдерів ставав один з класичних підходів до здійснення фондових операцій - технічний аналіз. Даний підхід відноситься до математичних методів прогнозування ринку, його методи ґрунтуються на виявленні ринкових тенденцій за рахунок аналізу цін і обсягів торгів попередніх періодів. Завдяки тому що технічний аналіз зародився в той час, коли комп'ютерів ще не існувало, більшість його методів є досить нескладними і інтуїтивно зрозумілими, що також сприяло їх поширенню. Незважаючи на численні переваги і широке поширення методів технічного аналізу, питання про їх ефективності залишається відкритим [1].

Серед інструментів технічного аналізу існують як методи, так і індикатори. З практики ринкової торгівлі відомо, що індикатори набули більшого поширення, ніж методи, головним чином, по причини більшої простоти і зручності використання [2].

Існує дві основні групи індикаторів технічного аналізу – трендстежачі (Trend Following) і осцилятори (Oscillator). Трендстежачі індикатори створені з метою виявлення початку цінових тенденцій. Вони призначені для використання в періоди наявності явних, візуально спостерігаються зростаючих або відбувають трендів динаміки курсової вартості, їх не слід застосовувати, якщо такі тренди відсутні.

Головним завданням осциляторів є визначення моментів зміни тренда. Осцилятори слід використовувати в моменти відсутності на ринку явних зростаючих або відбувають тенденцій, інакше вони починають формувати підвищену кількість неправильних прогнозів [3].

1. Кац, Джеффри Оуэн, МакКормик, Донна Л. Энциклопедия торговых стратегий / Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2002. – 400 с.
2. Колби Р., Мейерс Т. Энциклопедия технических индикаторов рынка. Перевод с английского 2-е изд. М.: «Альпина бизнес букс» 2004 – 837 с
3. Швагер Д. Технический анализ, полный курс. - М.: Альпина Паблишер, 2001. - 768с.

### **ПРОБЛЕМАТИКА ВИЯВЛЕННЯ ПЛАГІАТА В СВ'ЯЗИ С НЕСОВЕРШЕННИМ СЕМАНТИЧЕСКИМ АНАЛИЗАТОРОМ**

**Захарова И.А., руководитель проф. Михалев А.И.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Проблема заимствования чужих идей начала обретать силу в эпоху Возрождения. В этот период возросла конкуренция среди большого количества творческих людей. В

современном значении в европейских языках слово «плагиат» употребляется с XVII века, когда вопрос плагиата был разобран детально, и преступный плагиат разделился на аллюзию, реминисценцию, парафраз и цитату. Развитие же технологического прогресса привело к оцифровке гигантского объема всевозможных данных, а при растущем количестве информации с каждым годом по экспоненциальному закону, явление плагиата стало катастрофической проблемой.

Для того, чтобы создать общество основанное на знаниях появляется необходимость структуризации, сжатии информации, а также избавление от «дубликатов». На данный момент существующие методы оценки степени уникальности текста являются частотными, что не дает в полной мере корректной оценки. В работе [1] было рассмотрено несовершенство частотных методов, при различных способах форматирования текста, особенно несовершенными они оказались при морфологических изменениях и заменой синонимами некоторых слов/словосочетаний.

Оценка степени уникальности текста должна проводиться не просто по статистическим характеристикам употребления конкретных слов/словосочетаний, а применяя семантический анализ в комплексе со стилеметрией - выявлять новизну идеи и принадлежность текста конкретному автору.

Семантический анализ может быть эффективным при использовании хорошо разработанного тезауруса (сложный компонент словарного типа, в котором все значения словаря связаны между собой семантическими отношениями, отражающими основные соотношения понятий в описываемой предметной области знаний [2]). Такие тезаурусы состоят из 4 сетей для существительных, глаголов, прилагательных и наречий. Базовая единица – «синсет» (синонимический ряд). Основными отношениями в тезаурусе являются: синонимия; антонимия; гипонимия/гиперонимия; меронимия/партонимия (только для существительных); следствие (это отношение связывает между собой глаголы); причина (для глаголов).

Также, существуют другие виды связи: лексические, контекстные (слово 'х' имеет отношение к слову "у") и др. Для разных частей речи родо-видовые отношения могут иметь дополнительные характеристики и отличаться областью распространения.

Наиболее удачным тезаурусом на данный момент является WordNet, но она представлен только на английском языке. Существуют некоторые русские аналоги, на украинском же таких аналогов пока не существует.

Таким образом синергетические усилия разных областей науки могут создать научный фундамент для становления общества знаний, а также научиться эффективно бороться с таким явлением, как «плагиат».

1 «Анализ существующих методов интеллектуальной обработки текстовых данных», конференція «КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ» 1-3 листопада 2017 року м. Дніпро, Український державний хіміко-технологічний університет

2 <http://www.aiportal.ru/articles/other/thesaurus.html>

3 «ОЦЕНИВАНИЕ СТЕПЕНИ УНИКАЛЬНОСТИ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПО ADVEGO PLAGIATUS» Захарова И.А., руководитель проф. Михалёв А.И./ ВСЕУКРАЇНЬСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ “МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2017”, НМетАУ, с.165

## **ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ СОЗДАНИЯ ВАРИАЦИЙ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ**

**Бочка Р. С., руководитель проф. Михалёв А. И.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Попытки формализации и алгоритмизации написания музыки известны с античных времен. Формирование правил гармонии и композиции в средневековье позволило человеку лучше понимать музыку. С появлением вычислительной техники композиторы-авангардисты внесли весомый вклад в написание, понимание и восприятие музыкальных произведений. Современные экспериментальные разработки способны генерировать музыку в стиле известных композиторов, джазовые вариации, электронную музыку.

На основе формализации музыкального произведения и инструментах нечеткой логики был разработан и программно реализован алгоритм вариации музыкальных паттернов, который состоит из нескольких этапов. На первом этапе производится анализ мелодии, на втором – определяется гармония мелодии, аккорд каждого такта. Третий этап – это создание вариации мелодии на основе прошлых этапов и модуля нечеткой композиции.

Это открывает новый подход к созданию музыки, который может найти применение в стремительно развивающейся индустрии.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АЕРОПОРТУ**

**Коширець М.А., керівник доц. Євтушенко Г.Л.  
Національна металургійна академія України**

Основні ідеї сучасної інформаційної технології базуються на концепції, згідно якої дані повинні бути організовані в імітаційні моделі з метою адекватного відображення реального світу, що змінюється, і задоволення інформаційних потреб користувачів. Ці імітаційні моделі створюються і функціонують під управлінням спеціальних програмних комплексів, систем управління [1].

В даний час у більшості сфер людської діяльності успішно інтегруються інформаційні технології, що поєднують в собі чіткий математичний апарат і стохастичну природу процесів. Таким чином, стає актуальним створення математичних моделей на основі теорії ймовірностей та теорії динамічних потоків.

Існують певні організаційні системи, які можна розглядати і, відповідно, описати з позицій імітаційного моделювання з циклічною дисципліною проходження заявок. Такі системи виникають у бізнес-процесах освіти, управління якістю, охорони здоров'я [3]. Також визначені вище системи використовуються для опису обчислювальних систем та вирішення проблем розподілу та колективної доступності до обчислювальних ресурсів [2].

Імітаційна модель функціонування аеропорту може виступити системою для підтримки прийняття рішень. Вона дозволить спланувати і оптимізувати роботу аеропорту на різних стадіях його розвитку, в режимі реального часу виявити потенційно слабкі місця і вирішити завдання з мінімальними витратами.

Імітаційне моделювання можна застосувати і для модернізації інших частин аеропортових систем. На етапі проектування модель допоможе оцінити вплив навколишньої інфраструктури на роботу терміналів, ефективність інвестицій, а також побачити, як об'єкт впорається з планованим навантаженням і наскільки він задовольняє вимогам безпеки [4].

Метою роботи є дослідження функціонування аеропорту, відповідно об'єкт дослідження – аеропорт, предмет дослідження – імітаційна модель функціонування аеропорту.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань і досягнення наміченої мети використані методи об'єктно-орієнтованого програмування та імітаційного моделювання.

1. Каролін Е. Імітаційне моделювання. Проектування, реалізація, супровід. Теорія та практика: Москва-Санкт-Петербург-Київ, 2007.
2. Кельтон, В. Імітаційне моделювання: пров. з англ. / В. Девід Кельтон, Аве-Рилл М. Лоу. - 3-е изд. - СПб. : Пітер; Київ: ВНУ, 2004. - 847 с.
3. Кобелев, Н. Б. Основи імітаційного моделювання складних економічних систем: навч. посібник / Н. Б. Кобелев. - М.: Справа, 2003. - 336 с.
4. Боев В.Д. Компьютерное моделирование: Пособие для курсового и дипломного проектирования / Боев В.Д., 2011.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ПРОВЕДЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ У ВЕБ-ДОДАТКУ «ITS FRACTAL SUITE»**  
**Шевченко С.Г., керівник доц. Євтушенко Г.Л.**  
**Національна металургійна академія України**

Багато великих досягнень науки про фрактали стали можливі тільки з використанням методів обчислювальної математики, яка в теперішній час немислима без застосування сучасних комп'ютерів. Комп'ютерні експерименти дозволили отримати досить повне уявлення про різноманітні фрактальні структури і причини їх виникнення.

Мова фрактальної геометрії необхідна, наприклад, при вивченні поглинання або розсіювання випромінювання в пористих середовищах, для характеристики сильно розвиненої турбулентності, при моделюванні властивостей поверхні твердих тіл, для опису діелектричного пробою або блискавки, при аналізі процесів втомного руйнування матеріалів, при дослідженні різних стадій росту речовини за рахунок дифузії і подальшої агрегації, у квантовій механіці при описі геометричної структури хвильових функцій в точці переходу Андерсона метал-діелектрик.

Програмний засіб «Фрактальний калькулятор ІТС» розроблено на кафедрі ІТС НМетАУ в рамках комплексної дипломної роботи у 2011 р. Він розроблений із застосуванням веб-технологій J2EE у вигляді веб-додатку, що дає змогу проводити розрахунки через мережу інтернет.

Веб-додаток «Фрактальний калькулятор ІТС» дозволяє оцінювати фрактальну розмірність зображень наступними методами:

- Box-counting;
- Box-counting 3D;
- Pixel dilation.

Метою дослідження є організація та проведення комп'ютерних експериментів оцінки фрактальної розмірності методами вбудованими у веб-додаток «ITS fractal suite» для визначення можливих напрямків розвитку та покращення додатку. Також під час виконання роботи виконано огляд Java-фреймворків, які використані при створенні веб-додатку та виконано його розгортання та запуск.

## **ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ДАЛЕКОМІРА БЛИЖНЬОЇ ЛОКАЦІЇ**

**Пінюшко Д.О., керівник доц. Єгоров О.П.  
Національна металургійна академія України**

У металургійному виробництві багато технологічних операцій пов'язане з дозуванням різних компонентів, заповнення сипучими бункерів та ін. Всі ці операції пов'язані з визначенням рівня засипу. Вимірювання рівня засипу здійснюється різними датчиками але найбільш точно це виконується радіолокаційними далекомірами. В результаті змішування посланого і відбитого від цілі сигналів виникають биття, по частоті яких можна визначити дальність до цілі.

На кафедрі Автоматизації технологічних процесів створена промислова установка для дослідження похибок вимірювання дальності до поверхні різних сипучих: агломерату, коксу, вапна під різними кутами до поверхні. При обробці вихідного сигналу локатора використовують математичний апарат дискретного перетворення Фур'є. Однак частотні складові спектра цього сигналу нестационарні за часом і для обробки сигналу локатора бажано б використовувати вейвлет перетворення.

У доповіді наведено результати випускної роботи магістра з дослідження похибок вимірювання дальності до сипучих різної крупності і під різними кутами до поверхні за допомогою дискретного перетворення Фур'є і вейвлет перетворення. Результати досліджень можуть бути використані для підвищення точності вимірювань, наприклад, рівня засипу в колошнику доменної печі.

## **АСР ГРОХОЧЕНИЕМ ШИХТЫ В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

**Колякова К., руководитель доц. Егоров А.П.  
Национальная металлургическая академия Украины**

Доменный процесс представляет собой сложное взаимодействие химических и физических явлений, которые непрерывно протекают в печи и связаны с функционированием систем шихтоподачи и загрузки материалов. В таком случае весьма существенно управление доменной плавкой для достижения ее оптимальных показателей, что требует разработки и внедрения надежных методов и средств контроля и управления. Важнейшим процессом плавки является загрузка шихтовых материалов в печь. Содержание мелкой фракции в железорудной части шихты, загружаемой в печь, увеличивает ее производительность и снижает расход кокса. Увеличение размера фракции шихты при отсеивании приводит к повышению технико-экономических показателей плавки, но при этом возрастают расходные коэффициенты, затрудняется вторичное использование материалов, что в условиях постоянного дефицита сырья препятствует увеличению класса рассева. В настоящее время одним из сдерживающих факторов создания системы, которая регулирует отсев мелкой фракции материала, является режим работы грохотов шихтоподачи с максимальной производительностью по сигналу загрузки весовых бункеров. К наиболее существенным недостаткам этой системы относится грохочение материалов без учета времени схода шихты в печи до заданного уровня высоты. Это обстоятельство приводит к загрузке в печь увеличенного количества мелких фракций сырья, что существенно снижает производительность печи и качество чугуна. Проблема заключается в повышении эффективности функционирования доменных печей на основе управления отсеиванием мелкой фракции сырья в процессе грохочения во взаимосвязи со скоростью схода шихты. Проблема эффективности работы доменных печей на основе управления отсеиванием мелкой фракции

сырья в процессе грохочения будет решена способом введения радиолокационной техники в процесс производства чугуна, что обеспечит лучшее отслеживание уровня шихты в доменной печи, и поможет точно дозировать материал, заполняя весовые бункера в необходимое время. Использование радарных систем для определения скорости схода шихтовых материалов является одним из лучших решений проблемы. Эти системы обеспечивают более высокую точность измерения уровня шихты, в сравнении с ультразвуковыми, лазерными и инфракрасными приборами.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМ РЕЖИМОМ КРИСТАЛЛИЗАТОРА МНЛЗ**

**Никитенко К., руководитель доц. Егоров А.П.  
Национальная металлургическая академия Украины**

При поступлении первых порций металла в кристаллизатор образуется твердая оболочка слитка, сцепляющаяся с затравкой с помощью имеющегося в ней фигурного паза. Кристаллизатор должен обеспечивать максимальный теплоотвод от затвердевающего металла для быстрого формирования достаточно прочной оболочки слитка, не разрушающейся под действием ферростатического давления жидкого металла при выходе слитка из кристаллизатора.

Основной целью управления первой стадией кристаллизации слитка является получение достаточно толстой и прочной оболочки слитка на выходе из кристаллизатора. Для реализации этой цели необходимо отобрать от слитка вполне определенное количество тепла, зависящее от марки стали, начальной температуры металла и сечения заготовки. Как правило, управление первой стадией кристаллизации сводится к управлению тепловым режимом кристаллизатора (при постоянной скорости разливки), заключающемуся в стабилизации разности (перепада) между температурой воды на выходе и входе в каналы кристаллизатора путем изменения расхода воды.

Во многих случаях управление тепловым состоянием кристаллизаторов организуется на основе измерения и автоматической стабилизации температурного перепада по воде в результате изменения ее количества, проходящего через каналы кристаллизатора. Величина этого перепада выбирается максимальной, соответствующей некоторой расчетной температуре воды на входе в кристаллизатор и предельно допустимой температуре на выходе из него.

Таким образом, организация теплового режима кристаллизатора приобретает исключительно важное значение, так как именно в кристаллизаторе происходит начальное формирование оболочки непрерывного слитка.

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ПОДАЧИ СТАНКА С ЧПУ**

**Пивень В.А. руководитель доц. Зворыкин В.Б.,  
Национальная металлургическая академия Украины**

Специфика обработки деталей на токарных станках требует широкого диапазона изменения скорости, как привода главного движения, так и приводов подач.

Приводы позиционирования (т.е. перемещения рабочего органа станка в требуемую позицию согласно программе) должны иметь высокую жесткость и обеспечивать плавность перемещения при малых скоростях, большую скорость вспомогательных перемещений рабочих органов (до 10 м/мин и более). Приводы также должны обеспечивать высокое быстродействие. Повышению точности способствует устранение зазоров в передаточных механизмах приводов подач, снижение потерь на трение в направляющих и других



механизмах, повышение вибрационной устойчивости, снижение тепловых деформаций, применение в станках датчиков обратной связи. В качестве привода используют двигатели, питаемые от управляемых преобразователей.

Для системы автоматического регулирования (САР) положения выбираем систему подчиненного регулирования, состоящую из трех контуров: контура положения, контура скорости, контура тока якоря.

Каждый из контуров охвачен обратной связью по соответствующему параметру. Показано, что в режимах разгона и торможения возникает ошибка регулирования тока, что приводит к затягиванию переходных процессов. Поскольку переходные процессы в приводе подач характеризуются высокой динамичностью, контур тока якоря оптимизирован с целью устранения ошибки регулирования и повышения быстродействия.

Исходя из обеспечения оптимальных переходных процессов, рассчитаны регуляторы положения, скорости и тока якоря.

Применение САР скорости с пропорциональным регулятором скорости обеспечивает требуемую точность поддержания скорости под нагрузкой. Статическая ошибка регулирования скорости составляет 3.2% при допустимом значении 5%.

Система регулирования положения с П-регулятором обеспечивает необходимое качество позиционирования. Точность позиционирования составляет в режиме быстрого хода – 0.073%, в режиме рабочей подачи – 0.15% при допустимом значении 0.5%.

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ГЛАВНОГО ПРИВОДА СТАНА ХПТ32**

**Решетиловский Д.В., руководитель доц. Зворыкин В.Б.  
Национальная металлургическая академия Украины**

На основании анализа технологии холодной прокатки труб на стане ХПТ32 установлены возможные пути повышения эффективности прокатки:

- стабилизация скорости прокатки,
- регламентация углового положения рабочей клетки при заправке заготовки в клеть и в момент поворота трубы.

Для решения данных вопросов целесообразно применение системы автоматического управления станом. При прокатке трубы система работает как регулятор скорости. После прокатки система работает как регулятор положения в двух режимах: точного останова и пространственного согласования.

Выполнен синтез системы автоматического регулирования (САР) привода главного движения стана ХПТ32. САР предназначена для стабилизации скорости электродвигателя главного привода, работающего в повторно-кратковременном режиме, с переменной нагрузкой.

Для САР скорости выбираем систему подчиненного регулирования, представляющую собой двухконтурную систему последовательного действия. Система состоит из двух контуров: скорости и тока якоря. Каждый из контуров охвачен обратной связью по соответствующему параметру.

Показано, что применение САР скорости с пропорциональным регулятором не обеспечивает требуемой точности поддержания скорости. Статическая ошибка регулирования скорости составляет 6% при допустимом значении 2%.

Использование двукратно-интегрирующей системы регулирования скорости позволяет устранить ошибку по возмущению в установившемся режиме работы. Однако, поскольку привод большую часть цикла работает в перемежающемся режиме, динамическая ошибка регулирования скорости достаточно велика и достигает 5%.

Обеспечить требования по стабилизации скорости вращения возможно только при использовании двукратно-интегрирующей системы регулирования скорости и гибкой обратной связи по скорости. Определены параметры регулятора скорости и гибкой обратной связи, обеспечивающие требуемое качество переходных процессов.

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗКРОЮ ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ**  
**Войтенко Д.А. , керівник доц. Зінченко М.Д.**  
**Національна металургійна академія України**

Проблема безостатнього розкрою є актуальним завданням, рішення якого з застосуванням мікропроцесорної техніки може забезпечити додаткову економію металу, підвищити якість різь.

Як різачка доцільно використовувати плазмовий, який дозволяє проводити розкрій листового металу, круглих і профільних труб з високою точністю ( $\pm 0,25-0,35$  мм) і швидкістю (до 7 м / хв) і забезпечує наступні переваги: розкрій металу від 0,5 до 50 мм, розкрій всіх видів металів (алюміній, мідь, титан, нержавіюча сталь, сталь і т.д.).

Для реалізації процесу різання розроблено автоматизовану систему управління переміщенням різачка, яка включає в себе механізми переміщення плазмового різачка, що приводяться в обертання серводвигунами (130ST-M10015) з вбудованими енкодерами, контролери управління серводвигунами (Servo driver DS2-20P4-A), контролер висоти плазми (Vitkovets 7UP), ЕОМ індустріального виконання, датчики витрати і тиску газу, виконавчий пристрій для регулювання подачі газу, кінцеві датчики переміщень.

ЕОМ формує розкрійний план і видає сигнали завдання на переміщення механізмів в контролери, сигнали від датчиків витрати і тиску надходять на плату аналогового входу ЕОМ, яка формує сигнал управління на виконавчий пристрій, а також в контролер вертикального переміщення плазмового різачка.

**РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ-ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ**  
**АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ МАТЛАВ/SIMULINK ТА**  
**SCADA-ПАКЕТУ**

**Бурчак В.В., керівник доц. Рибальченко М.О.**  
**Національна металургійна академія України**

Метою роботи є створення комплексу-тренажеру для дослідження роботи автоматизованих систем управління технологічними процесами. Програмно-навчальний комплекс-тренажер вирішує такі завдання: демонстрація можливостей SCADA-систем; передача даних з програмного пакета математичного моделювання Simulink в SCADA-систему і навпаки; оперативна обчислювальна обробка даних, що надійшли, представлення інформації в зручному для подальшої обробки вигляді, робота в режимі реального часу.

У даній роботі в якості SCADA пакету обраний TRACE MODE, який має повну підтримку технології обміну даними OPC. Як пакет візуального моделювання обраний Matlab / Simulink. Як OPC сервер обраний сервер OPC CoDeSys. Для програмної реалізації алгоритмів керування на мовах програмування промислових контролерів вибрано PC-емулятор ПЛК SP PLCWinNT.

У разі необхідності кожен з елементів системи може бути замінений на фізичний прототип. Що в свою чергу розширює межі використання тренажера.

Оскільки система може працювати з моделлю, а не тільки з реальним об'єктом, систему можна використовувати для моделювання позаштатних ситуацій, і відповідно оцінювати дії оператора в даних ситуаціях. Оскільки всі дії відбуваються в контрольованому середовищі без ризику для життя і здоров'я, а також без фінансових витрат, такий тренажер

може допомогти оперативному персоналу на етапі налаштування АСУ ТП, а також з метою навчання.

Крім того, система, що розроблюється, безумовно, буде дуже корисна в навчальному процесі за освітніми програмами, що передбачають вивчення дисциплін, пов'язаних з проектуванням АСУ ТП, оскільки вона дозволяє освоїти основні принципи побудови SCADA-систем, навчитися самостійно створювати проекти з управління технологічними процесами в SCADA-пакеті.

### **МОДЕЛЬ-ТРЕНАЖЕР АСУ АВТОМАТИЗОВАНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ OPC-ТЕХНОЛОГІЇ ОБМІНУ ДАНИМИ MATLAB/SIMULINK – SIMPLE-SCADA**

**Гармаш Д.М., керівник: доц. Тарасевич І.Г.  
Національна металургійна академія України**

Однією з причин порушення безпечної експлуатації технологічних установок і обладнання підприємств та втрат від простою і аварій є помилки персоналу, який управляє технологічним процесом. Тому необхідно постійно підтримувати і підвищувати рівень підготовки операторів, для чого застосовуються комп'ютерні тренажери реального часу, які сприяють виробленню і закріпленню моторних навичок при роботі зі SCADA-системами та АСУ технологічним процесом.

Підвищення ефективності створення тренажерів пов'язано, в першу чергу, з розробкою і удосконаленням спеціалізованих математичних моделей технологічних об'єктів для навчання. В якості такого об'єкта в нашій роботі було обрано автоматичну систему підлеглого управління швидкістю двигуна постійного струму.

Мета створення моделі-тренажера – дослідження поведінки об'єкта управління при зміні задаючих і збурюючих впливів, а також параметрів настроювання регулюючого пристрою в реальному часі із застосуванням OPC-сервера обміну даними Matlab/Simulink – Simple-SCADA система.

Для розрахунку АСУ автоматизованим електроприводом постійного струму та моделювання і дослідження основних режимів її роботи використаний пакет Matlab/Simulink. Структуру моделі-тренажера розроблено на базі архітектури, що включає OPC-сервер (реалізований на основі програмного пакету MatrikonOPC) і OPC-клієнт (НМІ-інтерфейс користувача тренажера, реалізований на базі Simple-SCADA системи). Реалізація обміну даними між Matlab/Simulink та Simple-SCADA виконана за допомогою OPC-сервера, з використанням OPCToolbox через блок OPCConfiguration. Інтерфейсна частина для візуалізації та диспетчеризації роботи об'єкта управління розроблена за допомогою інструментарію Simple-SCADA системи – редактора Simple-Editor.

Модель-тренажер може бути використано як слухачами ВНЗ, так і спеціалістами з автоматизації виробничих процесів для придбання за короткий проміжок часу досвіду роботи з сучасними та наявними на підприємствах SCADA-системами автоматизації верхнього рівня АСУ ТП, а також адаптування до реальних ситуацій на виробництві.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ І УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ РЕГУЛЯТОРІВ ПОЛОЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ НЕКОНТРОЛЬОВАНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

**Шкут О.П., керівник доц. Зінченко М.Д.  
Національна металургійна академія України**

Неконтрольоване навантаження на валу виконавчих механізмів регуляторів положення механізмів приводить до зниження точності переміщення згідно завдання, тому що традиційні

системи підлеглого управління приводами постійного струму не забезпечують точне переміщення в умовах змінного навантаження.

В роботі зроблено спробу вирішення даної проблеми застосуванням цифрових регуляторів, котрі дозволяють використовувати алгоритми управління з вирішенням логічних умов. При розробці відмовились від застосування відокремленого регулятора швидкості і розробили регулятор струму, котрий вирішує функції регулювання струму, обмеження струму і пришвидшення. Розроблено також моделі двигуна постійного струму, регулятора струму і виконано моделювання в пакеті LABVIEW. Результати моделювання підтверджують роботоздатність виконаних розробок.

Принцип регулювання за прогнозом стану об'єкта показує результат настільки задовільний, наскільки добре ідентифікований об'єкт управління і наскільки часто ЕОМ здатна видавати актуальний вихідний сигнал на ОУ.

## ЕКОНОМІКА І ПІДПРИЄМНИЦТВО

### УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

**Новікова Н.А., керівник проф. Довбня С.Б.**  
**Національна металургійна академія України**

Фінансова стійкість підприємства визначає безпеку його функціонування та перспективи розвитку, тому її коректна оцінка є дуже актуальною в умовах нестабільних ринкових відносин, що характеризуються значними ризиками та викликами. Останнім часом методам оцінки фінансової стійкості приділяється багато уваги. Дану проблему досліджували як вітчизняні, так і зарубіжні вчені-економісти, зокрема: Савицька Г.В., Поддєрьогін А.М., Филимоненков А.С., Кривицька О.Р., Грабовецький Б.Є., Бланк І.А., Базилінська А.Я. та багато інших, що пропонують своє бачення щодо методів оцінки. Разом з тим, різноманітність підходів пояснюється відсутністю однозначного розуміння самого поняття "фінансова стійкість підприємства", наявністю досить великої кількості показників, недостатністю достовірної інформації та іншими причинами.

Для підвищення об'єктивності оцінки фінансової стійкості підприємства запропоновано вдосконалений методичний підхід, який базується на визначенні платоспроможності, фінансової незалежності, ділової активності, прибутку та рентабельності, а також збалансованості і ефективності грошових потоків. Слід зазначити, що останній напрямок є найважливішим в оцінці фінансової стійкості підприємства, в той же час він майже не представлений в сучасних методиках. За кожним оціночним напрямком, запропонована система індикаторів. Для оцінки рівня фінансової стійкості використані наступні показники: коефіцієнт поточної ліквідності, коефіцієнт покриття, коефіцієнт автономії, коефіцієнт маневреності власних коштів; коефіцієнт ефективності використання власних коштів; коефіцієнт ефективності використання фінансових ресурсів, показники оборотності, рентабельність активів, власного капіталу та операційної діяльності, коефіцієнт достатності грошового потоку, коефіцієнт ефективності грошового потоку.

Враховуючи велику кількість локальних індикаторів для прийняття однозначного рішення щодо стану фінансової стійкості підприємства запропоновано формування інтегрального показника шляхом згортки локальних показників з урахуванням їх значимості:

$$I = \sum_{i=1}^n \alpha_i * k_i$$

На підставі розробленої методики була виконана діагностика фінансової стійкості ПрАТ "АПК-ІНВЕСТ" та обгрунтовані заходи щодо її підвищення.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІВНЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Семенов О.Д. , керівник доц. Кирилюк В.С.  
Національна металургійна академія України**

Досягнення високої ефективності промислового виробництва можливе тільки на основі систематичного технічного прогресу, який сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню собівартості продукції, підвищенню рентабельності виробництва.

Планування технологічного розвитку підприємства нерозривно пов'язане з необхідністю діагностування його сучасного рівня, встановлення критеріїв оптимальності бізнес-процесів технологічної спрямованості.

Нами пропонується система показників техніко-технологічного рівня ливарного виробництва, яка включає три групи показників:

1) рівень засобів праці, який пропонується оцінювати за допомогою наступних показників: коефіцієнт фізичного зносу, коефіцієнт морального зносу першого роду, середній вік устаткування, коефіцієнт техніко-економічного старіння, фондоозброєність праці активною частиною основних засобів, питома вага автоматизованих операцій в їх загальному обсязі, питома вага робітників, що виконують роботу повністю автоматизованими способами;

2) рівень предметів праці, для оцінки якого рекомендуються наступні показники: питома вага кондиційних основних і допоміжних матеріалів в їх загальному обсязі, питома вага виливків, виготовлених з прогресивних сплавів в їх загальному обсязі;

3) рівень технології, який пропонується оцінювати за допомогою наступних показників: коефіцієнт використання металу, коефіцієнт використання відпрацьованих сумішей, енергоємність.

## **СУТНІСТЬ ТА ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ**

**Деберіна В.О., керівник ст. викл. Проха Л.М.  
Національна металургійна академія України**

Однієї з найбільше важливих задач розвитку промисловості є забезпечення виробництва насамперед за рахунок підвищення його ефективності і більш повного використання внутрішньогосподарських резервів. Для цього необхідно раціонально використовувати основні фонди і виробничі потужності.

Збільшення обсягів виробництва промислової продукції досягається за рахунок:

- введення в дію основних фондів і виробничих потужностей;
- поліпшення використання діючих основних фондів і виробничих потужностей.

Однієї з найважливіших задач підвищення ефективності використання капітальних вкладень і основних фондів є своєчасне введення в експлуатацію нових основних фондів і виробничих потужностей, швидке їхнє освоєння. Скорочення термінів введення в експлуатацію нових підприємств дозволяє швидше одержати потрібну продукцію з технічно більш зроблених основних фондів, прискорити їхній оборот і тим самим уповільнити наступ морального зносу основних фондів підприємств, підвищити ефективність виробництва в цілому.

Поліпшення використання діючих основних фондів і виробничих потужностей промислових підприємств, може бути досягнуте завдяки:

1) підвищенню інтенсивності використання виробничих потужностей і основних фондів;

2) підвищенню екстенсивності їхнього навантаження.

Більш інтенсивне використання виробничих потужностей і основних фондів досягається насамперед за рахунок технічного удосконалення останніх.

Поліпшення екстенсивного використання основних фондів припускає, з одного боку, збільшення часу роботи діючого устаткування в календарний період і з іншого боку, збільшення кількості і питомої ваги діючого устаткування в складі всього устаткування, наявного на підприємстві.

На успішне рішення проблеми поліпшення використання основних фондів, виробничих потужностей значно впливає створення крупних виробничих об'єднань. Разом із цим необхідно більше уваги звернути на розвиток спеціалізації виробництва і технічного переозброєння діючих підприємств.

Важливий резерв підвищення ефективності використання основних фондів і виробничих потужностей діючих підприємств укладений у скороченні часу міжзмінних простоїв устаткування.

Поліпшення використання основних фондів і виробничих потужностей залежить значною мірою від кваліфікації кадрів, особливо від майстерності робітників, що обслуговують машини, механізми, агрегати й інші види виробничого устаткування.

Творче і сумлінне відношення робітників до праці є важливою умовою поліпшення використання основних фондів і виробничих потужностей.

Величезне значення в поліпшенні використання основних фондів і виробничих потужностей має матеріальне стимулювання робітників.

Отже, будь-який комплекс заходів щодо поліпшення використання основних фондів і виробничих потужностей повинен передбачати забезпечення росту обсягів виробництва продукції насамперед за рахунок більш повного й ефективного використання внутрішньогосподарських резервів і шляхом більш повного використання машин і устаткування, підвищення коефіцієнта змінності, ліквідації простоїв, скорочення термінів освоєння знов введених у дію потужностей, подальшої інтенсифікації виробничих процесів.

## **ВИДИ ОЦІНКИ ОСНОВНИХ ФОНДІВ**

**Березіна О.М., керівник доц. Гулик Т. В.**

**Національна металургійна академія України**

Облік основних фондів здійснюється в натуральній і вартісній формах.

Натуральні показники (площа, обсяг, кількість одиниць обладнання тощо) використовуються при визначенні виробничої потужності, розробці балансів обладнання і т.д.

Оцінка основних фондів підприємства є грошовим вираженням їхньої вартості. Вона необхідна для правильного визначення загального обсягу основних фондів, їхньої динаміки і структури, розрахунку економічних показників господарської діяльності підприємства за певний період.

Залежно від стану основних фондів, та часу визначення їхньої вартісної оцінки, розрізняють вартість: первісну; відновлену; залишкову; справедливую; переоцінену; ліквідаційну; яка амортизується; середньорічну.

Первісна вартість основних фондів - це фактична їхня вартість на момент уведення в дію чи придбання.

Відновлена вартість основних фондів - це вартість їхнього відтворення за сучасних умов виробництва. Вона враховує ті самі витрати, що й первісна вартість, але за сучасними цінами. Зі зміною умов виробництва й цін на ті самі елементи засобів праці між первісною (початковою) та відновленою вартістю основних фондів виникає розбіжність, яка призводить

до ускладнення обліку й поточного регулювання процесу відтворення основних фондів, правильного розрахунку певних економічних показників діяльності підприємства.

Повна (первісна й відновлена) вартість основних фондів - це вартість у новому, не зношеному стані.

Залишкова вартість основних фондів характеризує реальну їхню вартість, ще не перенесену на вартість виготовленої продукції (виконаної роботи, наданої послуги). Вона є розрахунковою величиною і визначається як різниця між повною первісною (відновленою) вартістю та накопиченою на момент обчислення сумою спрацювання основних фондів. Залишкова вартість ще називається балансовою вартістю основних фондів.

На практиці часто фактичний рівень фізичного спрацювання та морального зносу об'єкта не збігається з показниками зносу згідно з економічними розрахунками, і його залишкова ціна не відображає його справжньої споживчої вартості. Тому виникає потреба у достовірній оцінці об'єкта з урахуванням його фактичних споживчих властивостей, тобто у визначенні його справедливої вартості.

### **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ В УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА**

**Сич К.О., керівник доц. Кирилюк В.С.  
Національна металургійна академія України**

Актуальність дослідження спричинена високим рівнем експлуатаційних витрат на більшості підприємств, які виробляють стратегічно важливу для вітчизняної економіки продукцію та невирішеними методичними питаннями науково-обґрунтованої оцінки економічної ефективності інвестицій в такі проекти. Важливим є застосування альтернативних методик оцінки та зосередження як на динамічних, так і на статичних підходах.

Сучасні складні умови, з якими стикаються сьогодні виробники металопродукції, вимагають суттєвих перетворень виробничої та збутової політики. Втрата традиційних ринків збуту змушує їх переорієнтуватися на інші ринки, інвестувати у високотехнологічне обладнання, модернізацію виробничих процесів, цифрові технології. Так, вже сьогодні сучасні виробники активно споруджують на нових ділянках промислові роботи, інтегрують виробничі операції в наскрізну ІТ-систему. Це дозволить в подальшому наростити обсяги експорту металопродукції, вийти на нові ринки.

Реалізація запланованого потребує економічної оцінки доцільності таких перетворень. Не дивлячись на високий ступінь розробленості питань економічного обґрунтування інвестицій, дискусійними залишаються можливості використання порівняльного підходу економічної ефективності інвестицій, визначення його суттєвих характеристик (нормативної ставки ефективності та ін). Проведений огляд науково-методичних джерел виявив вузькі місця та невирішені питання, частковому розв'язанню яких присвячене магістерське дослідження.

### **ПОНЯТТЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

**Гуртовий Р.М., керівник доц. Гулик Т. В.  
Національна металургійна академія України**

Конкурентоспроможність підприємства - здатність підприємства створювати, виробляти і продавати товари та послуги, цінові й нецінові якості яких привабливіші, ніж в аналогічній продукції конкурентів.

Конкурентоспроможність фірми може бути визначена як її порівняльна перевага відносно інших фірм цієї ж галузі усередині національної економіки і за її межами. Це означає, що конкурентоспроможність фірми може бути виявлена (оцінена) лише в рамках групи фірм, які належать до однієї галузі, або фірм, що випускають товари-субститути.

Конкурентоспроможність підприємства - комплексна порівняльна характеристика підприємства, яка відбиває ступінь переваги сукупності оціночних показників діяльності підприємства, що визначають його успіх на певному ринку за певний проміжок часу щодо сукупності показників підприємств-конкурентів.

Також слід відзначити, що досягнення певного рівня успішності функціонування підприємства нерозривно пов'язане з набуттям підприємством ознак конкурентоспроможності. Конкурентне ринкове середовище вимагає від підприємства постійного вдосконалення. Для того, щоб бути конкурентоспроможним, підприємство повинно мати конкурентні переваги, основними шляхами їх отримання є такі:

- стати кращим самому через вживання заходів щодо удосконалення власної діяльності та підвищення її ефективності;
- безпосередньо послабити конкурентів;
- змінити ринкове середовище.

Оскільки реалізація останніх двох напрямків потребує значних зусиль, основним засобом отримання конкурентних переваг залишається підвищення ефективності власної діяльності.

## **МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ** **Чернявський І.Л. , керівник доц. Семенова Т.В.** **Національна металургійна академія України**

Для визначення економічної ефективності енергозберігаючих заходів (проектів) використовується система економічних показників. У цій системі використовують вартісні показники використання енергоресурсів і супутніх виробничих процесів з метою визначення можливих витрат та результатів.

В цілому розрізняють два метода оцінки економічної ефективності:

- 1) від реалізації організаційно-технічних заходів (ОТЗ) щодо енергозбереження;
- 2) від вкладення інвестицій в енергозберігаючі проекти.

Основою для оцінки ефективності ОТЗ з енергозбереження є такі показники фінансової діяльності підприємства протягом одного розрахункового періоду:

- для рентабельних підприємств – ріст прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства;
- для тимчасово збиткових підприємств – зменшення збитковості підприємства.

Оцінка ефективності ОТЗ з технологічного енергозбереження за розрахунковий період експлуатації енергозберігаючого устаткування проводиться з урахуванням інтегрального дисконтування зміни прибутку та норми внутрішньої ефективності або максимального розміру банківської облікової (дисконтної) ставки, при якій кредит на реалізацію ОТЗ може бути погашений протягом терміну реалізації заходів.

Для оцінки інвестицій в енергозберігаючі проекти використовують такі методи:

- метод визначення чистої поточної вартості;
- метод розрахунку рентабельності інвестиції;
- метод розрахунку внутрішньої норми прибутку.



## **ДЖЕРЕЛА ФОРМУВАННЯ ОБОРОТНИХ КОШТІВ**

**Фрідмар Д.О., керівник доц. Гулик Т. В.**  
**Національна металургійна академія України**

За джерела формування оборотні кошти поділяються на власні, позикові і залучені.

Для формування оборотних коштів організація використовує власні кошти, а також залучені і позикові ресурси. Джерелами формування оборотних коштів можуть бути:

- прибуток;
- кредити (банківські і комерційні, тобто відстрочка оплати);
- акціонерний (статутний) капітал;
- пайові внески;
- бюджетні кошти;
- перерозподілені ресурси (страхування), кредиторська заборгованість;- залучені кошти інших організацій і т.д.

Власні кошти повинні покривати мінімальну потребу організації в оборотному капіталі. Вони служать джерелом формування нормованих оборотних коштів. Первісне формування оборотних коштів відбувається в момент створення організації за рахунок внесків засновників.

## **УПРАВЛІННЯ АСОРТИМЕНТНОЮ ПОЛІТИКОЮ ПІДПРИЄМСТВА**

**Зикова Г.В., керівник доц. Семенова Т.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Асортиментна політика чи товарний мікс – формування асортименту продукції, залежно від потреб ринку, фінансового становища підприємства та його стратегічних цілей. Зазвичай асортиментна політика переслідує далекосяжних цілі. До основних дій у царині асортиментної політики відносяться прийняття наступних рішень:

- по ширині асортименту (кількість товарних ліній);
- глибині асортименту (число виробів на лінії);
- сумісності (технологічні, сировинні, канали збуту);
- висоті асортименту (середня ціна продуктової лінії).

В стратегічному плані асортиментна політика спирається на концепцію життєвого циклу товару, враховуючи факт, що кожен товар існує певний період продажів, визначаючий обсяги його реалізації у часі.

Планування і управління асортиментом – невід'ємний елемент маркетингу. Навіть добре продумані плани збуту і реклами не зможуть нейтралізувати наслідки помилок, допущених раніше у разі планування асортименту. Товарна номенклатура повинна бути під постійним наглядом, який необхідно здійснювати на кожній стадії життєвого циклу товару, аби включати у неї продукти, що перебувають у різних стадіях життєвого циклу.

Основними напрямками формування асортименту є: скорочення, розширення, стабілізація, оновлення, удосконалення та гармонізація.

Товаровиробник повинний своєчасно пропонувати ринку певну сукупність товарів, які б, відповідаючи в цілому профілю виробничої діяльності фірми, найбільше б повно задовольняли вимоги певних категорій покупців.

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА**  
**Москалець О.В., керівник доц. Гулик Т. В.**  
**Національна металургійна академія України**

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання засобів, предметів праці і робочої сили на підприємстві за певний проміжок часу. Загальну економічну ефективність виробництва ще називають загальною продуктивністю виробничої системи.

Ефективність виробництва – це комплексне відбиття кінцевих результатів використання засобів виробництва й робочої сили (працівників) за певний проміжок часу.

Проблема підвищення ефективності виробництва полягає в забезпеченні максимально можливого результату на кожен одиницю затрачених трудових, матеріальних, фінансових та інших ресурсів. Тому критерієм ефективності виробництва в макроекономічному масштабі є зростання продуктивності суспільної праці. Кількісне вираження цього критерію відображається через систему показників економічної ефективності виробництва. Ця система містить такі групи показників:

- 1) узагальнюючі показники економічної ефективності виробництва (рівень задоволення потреб ринку, виробництво продукції на одиницю витрат ресурсів, витрати на одиницю товарної продукції, прибуток на одиницю загальних витрат, рентабельність виробництва, народногосподарський ефект від використання одиниці продукції);
- 2) показники ефективності використання живої праці;
- 3) показники ефективності використання основних виробничих фондів (;
- 4) показники ефективності використання матеріальних ресурсів;
- 5) показники ефективності використання фінансових коштів;
- 6) показники якості продукції.

**ОБГРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА З МЕТОЮ**  
**ПІДВИЩЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ЙОГО РОБОТИ**  
**Зикова А.В., керівник доц. Семенова Т.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Розвиток – це процес, в якому збільшуються можливості і бажання індивіда задовольняти свої бажання і потреби інших людей, причому способами кращими, ніж це було раніше. У рамках підприємства це питання розглядається з точки зору виробництва і пропозиції ринку продукції, яка все більшою мірою задовольняє споживачів і, тим самим, сприяє отриманню підприємством більшого доходу і прибутку.

Розвиток визначається як тісно взаємозв'язаний процес кількісних і якісних перетворень. Кількісні зміни зростання – це збільшення або зменшення складових частин організації. Якісні зміни – це перетворення структури і функцій організації, її частин і елементів. Останні не обов'язково повинні супроводжуватися зміною кількісних характеристик.

Економічний розвиток — незворотні, спрямовані, закономірні (кількісно-якісні та сутнісні) зміни економічної системи (у нашому випадку підприємства) в довготерміновому періоді, що відбувається під впливом економічних суперечностей, потреб та інтересів, зумовленість яких характеризується дією основних законів діалектики, що не виходять за межі глибинної внутрішньої сутності такої системи.

Слід зазначити, що поняття «розвиток» та «зростання», хоча й взаємопов'язані, однак за своїм змістом часто можуть не співпадати. Під зростанням підприємства часто розуміють збільшення його розмірів та обсягів виробництва. Про зростання підприємства свідчать показники випуску продукції, обсягу продаж, чисельності працівників тощо.

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВС-АНАЛІЗУ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

**Ковалевська С. І. , керівник доц. Гулик Т. В.  
Національна металургійна академія України**

АВС-аналіз є важливим методом, який використовується на підприємстві для визначення ключових моментів і пріоритетів. У контролінгу АВС-аналіз має особливе значення, оскільки дозволяє проводити цілеспрямовані й економічні заходи. Коли виявлені структурні елементи, для важливих процесів негайно можуть бути здійснені ефективні коригувальні заходи.

При АВС-аналізі зіставляються показники в натуральному і вартісному вираженні. Дослідження, проведені на підприємствах, показують, що відносно невеликі величини в натуральному вираженні, узяті в деякій сукупності, дають відносно великі вартісні значення. Тому керівництво повинне виявити на підприємстві ті невеликі величини в натуральному вираженні, яким відповідають великі вартісні значення. Тоді можна відносно швидко впливати на всю сукупність відповідно до цільових уявлень.

АВС-аналіз може бути застосований, насамперед, у матеріально-технічному забезпеченні, виробництві і збуті. У рамках цього аналізу в сфері матеріально-технічного забезпечення розглядаються кількість і вартість деталей. В сфері виробництва можуть бути проведені дослідження і зміна постійних витрат. В сфері збуту інтерес представляють замовлення, що надходять, і продукція що продається.

АВС-аналіз може бути також з великим успіхом застосований в сфері збуту для більш детального вивчення груп продуктів, груп клієнтів і сегментів продажу.

Таким методом, як АВС-аналіз, повинний користатися фахівець із закупівлі і завідувач складом. За допомогою АВС-аналізу в цих сферах діяльності необхідно розділити істотні і несуттєві процеси закупівель і складування. Варто сконцентрувати увагу на матеріалах, що мають велике економічне значення, з метою зниження витрат за рахунок проведення цільових заходів. За допомогою цього способу можна істотно підвищити ефективність закупівельної і складської діяльності.

## **АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ**

**Беженова О.А. , керівник ст. викл. Кербікова А.С.  
Національна металургійна академія України**

У 2016 році 88,1% інноваційно активних промислових підприємств упроваджували інновації (або 16,6% обстежених промислових). Ними було впроваджено 4139 інноваційних видів продукції, з яких 978 – нових виключно для ринку, 3161 – нових лише для підприємства. Із загальної кількості впровадженої продукції 1305 – нові види машин, устаткування, приладів, апаратів тощо, з яких 22,3% нових для ринку. Найбільшу кількість інноваційних видів продукції впроваджено на підприємствах Запорізької, Львівської, Харківської, Дніпропетровської областей та м. Києва; за видами економічної діяльності – на підприємствах з виробництва машин і устаткування, не віднесених до інших угруповань, харчових продуктів, металургійного виробництва.

Упродовж 2016 року наукові дослідження і розробки в Україні виконували 972 організації, 46,6% з яких відносилися до державного сектору економіки, 37,7% – підприємницького, 15,7% – вищої освіти.

На підприємствах та в організаціях, які здійснювали наукові дослідження і розробки, кількість виконавців таких робіт на кінець 2016 року становила 97,9 тис. осіб (з урахуванням сумісників та осіб, які працюють за договорами цивільно-правового характеру), з яких 65,1% – дослідники, 10,2% – техніки, 24,7% – допоміжний персонал.

У 2016 року частка виконавців наукових досліджень і розробок (дослідників, техніків і допоміжного персоналу) у загальній кількості зайнятого населення становила 0,60%, у тому числі дослідників – 0,39%. За даними Євростату, найвищою ця частка була у Данії (3,07% і 2,09%), Фінляндії (2,95% і 2,12%), Норвегії (2,73% і 1,90%), Нідерландах (2,18% і 1,29%) та Словенії (2,12% і 1,23%); найнижчою – у Румунії (0,48% і 0,31%), Кіпрі (0,69% і 0,50%), Туреччині (0,76% і 0,65%) та Болгарії (0,77% і 0,54%).

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ІНДЕКСІВ КОРПОРАТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ**

**Підріз Ю.О., керівник асистент Письменна О.О.  
Національна металургійна академія України**

На сучасному етапі розвитку соціально-економічних відносин зарубіжні підприємства приділяють значну увагу забезпеченню сталого розвитку на основі провадження соціальновідповідального менеджменту, тобто такого, що відповідає Міжнародному стандарту соціальної відповідальності [1]. Крім того, слід зазначити тенденцію до зростання соціальної свідомості інвесторів, підвищення уваги до соціальних та екологічних факторів при виборі інвестиційних рішень.

З метою забезпечення поінформованості інвесторів та суспільства в цілому про рівень соціальної відповідальності бізнесу провідні дослідницькі компанії світу визначають соціальні індекси, що характеризують зміну капіталізації соціальновідповідальних підприємств. Це такі індекси, як соціальний індекс 400 (MSCI KLD 400 Social Index, раніше відомий як Domini Social Investment (DSI 400) з 1990 р.), індекс стабільності Доу Джонса (Dow Jones Sustainability Index з 1999 р.), індекс FTSE4Good (з 2001 р.) та інші [2]. Кожна компанія, що бере участь в обчисленні зазначених індексів, оцінюється через складну систему зважених економічних, екологічних та соціальних показників, а також галузевих критеріїв. Тютюнові компанії, виробники систем ядерної зброї, озброєння, електроенергії на атомних електростанціях, і підприємств, що беруть участь у видобутку і переробці урану не можуть брати участь в обчисленні індексу через характер своєї діяльності.

## **ДЕЯКІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ В УКРАЇНІ**

**Кордін Д.В., керівник доц. Педько А.Б.  
Національна металургійна академія України**

Останнім часом великого значення набувають роздрібні мережі, які забезпечують споживачам можливість швидко, зручно, з мінімальною витратою сил і часу придбати потрібні товари і послуги в умовах вільного вибору і широкого асортименту, недалеко від місця роботи або проживання, в потрібну годину та певної кількості. Через постійне вдосконалення форм та методів торгівлі, уніфікацію товару, конкуренцію, зміну ознак, фактори впливу на роздрібну торгівлю та її класифікацію, доцільно з часом уточнювати класифікаційні ознаки, характеристики і вимоги до сучасних форматів магазинів для більш прибуткової їх діяльності

Незважаючи на велику кількість досліджень, відсутній єдиний підхід до класифікаційних ознак підприємств роздрібної торгівлі, що обумовлює неоднозначність сприйняття вимог до їх функціонування.

Останніми роками в Україні стрімко розвиваються роздрібні мережі, які складаються з десятків або навіть сотень роздрібних торговельних підприємств, що належать єдиному власнику, який може бути як вітчизняним так і закордонним суб'єктом господарювання. На думку Г.І. Фролової, перевагами такої власності є:

– централізація та високий рівень управління всією комерційною діяльністю за рахунок залучення кваліфікованих фахівців дають змогу уникнути багатьох недоліків, характерних для окремого магазину;

– розміри мереж дають змогу закуповувати великі партії товарів, отримуючи при цьому максимальні знижки та економлячи на транспортних витратах;

– можливі розміщення товару зі зміною простору та зміна асортименту товарів, формування привабливого асортименту за конкурентоспроможними цінами; диверсифікація видів діяльності з урахуванням підвищення ефективності;

– зниження витрат на одиницю товару за рахунок економії на витратах зі стимулювання збуту, закуповуючи рекламу, вигідну для своїх магазинів, і відносячи витрати на велику кількість товару;

– здатність об'єднати функції оптової та роздрібною торгівлі. Завдяки збільшенню кількості роздрібних мереж, загальної стратегії маркетингу торговельного підприємства, правилам їх розташування, впливу економічної ситуації регіону та споживацької поведінки відбувається переорієнтація споживачів на формат невеликих магазинів, які охоплюють різні сегменти ринку. Для того щоб якомога більшу кількість споживачів залучити у власну роздрібну мережу, все більше власників використовують магазини різних форматів. Традиційними форматами мереж магазинів в Україні є гіпермаркети у торговельному центрі, супермаркет «біля дому» та міні-маркети.

Незважаючи на нестабільну політичну та економічну ситуацію, високу тіньову складову бізнесу в країні, роздрібна торгівля залишається однією з небагатьох галузей, яка розвивається і не тільки збільшує власні прибутки, а й є помітною підтримкою всієї економіки країни. Для посилення своїх позицій, утримання наявних та залучення нових клієнтів, збільшення власного прибутку та підвищення економіки держави кожне роздрібне підприємство повинно використовувати якомога більший комплекс заходів, а саме: систему мерчандайзингу – оптимізацію асортименту, ефективне планування торговельного залу, засоби комунікативного та візуального мерчандайзингу; покращання методів лояльності – для клієнтів, для посередників, для співробітників; удосконалення заходів матеріальної та моральної мотивації для співробітників; враховувати вимоги до форматів магазинів роздрібною мережі.

## **РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПІДПРИЄМСТВА**

**Гуменюк Т.Є., керівник доц. Семенова Т.В.**

**Національна металургійна академія України**

Економічні ресурси – це ті природні і соціальні сили, що можуть бути залучені у виробництво, у процес створення товарів, послуг і інших цінностей. В економічній науці ресурси підрозділяють на чотири групи: природні, матеріальні, трудові і фінансові.

У загальному виді ресурси підприємства розуміються як сукупність засобів, запасів, джерел, засобів і предметів праці, що мають у наявності в підприємства і здатних бути мобілізованими і приведеними в дію, а також використаними для досягнення його цілей. Мати достатні ресурси для підприємства означає мати у своєму розпорядженні необхідні можливості за певних умов для свого розвитку і нормального функціонування відповідно до поставленої мети.

Ресурсний потенціал являє собою не просту суму, а систему ресурсів, використовуваних комплексно, тобто передбачає обов'язкову взаємодоповнюваність окремих ресурсів у процесі суспільного виробництва. Збільшення в системі одного якого-небудь ресурсу припускає одночасне збільшення кількості іншого ресурсу.

Важливою відмінною рисою категорії ресурсного потенціалу є, що вона передбачає можливість взаємозамінності ресурсів, використовуваних у суспільному виробництві.

Багатофункціональність більшості видів ресурсів створює умови варіації застосування різних їх видів і елементів для досягнення того самого заданого кінцевого результату.

Характеризуючи ресурсний потенціал, варто враховувати, що в його склад входять не тільки ресурси, призначені до споживання в розглянутому періоді, але і їх страховий і інший запаси. Отже, ресурсний потенціал визначає потенційну (а не тільки реальну) можливість їхнього споживання в процесі суспільного виробництва.

## **ЕКОНОМІЧНА СУТНІСТЬ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ**

**Фурдик К.В., керівник доц. Малюк О.С.**

**Національна металургійна академія України**

Інвестиційний потенціал - це сукупність внутрішніх і зовнішніх економічних ресурсів, що створюють можливості для економічної діяльності суб'єктів господарювання. Його елементами виступає сукупність ресурсних і компетентних можливостей на рівні окремого підприємства, регіонів, сфер діяльності країни, що забезпечують мобілізацію і трансформацію в інвестиції на конкурентних умовах.

Інвестиційний потенціал виконує функцію матеріальної основи забезпечення динаміки соціально-економічного розвитку, кількісні та якісні характеристики якого відображають впорядковану сукупність інвестиційних ресурсів, що включають матеріально-технічні, фінансові та нематеріальні активи (володіння правами власності на об'єкти промисловості, видобуток корисних копалин, акумулювання інформації в сфері соціально-економічних, ринкових відносин, накопичений досвід і ін.). У реальних економічних умовах інвестиційні можливості мають властивість накопичуватися, поступово утворюючи інвестиційний потенціал.

Інвестиційний потенціал визначає можливість підприємства вкладати кошти (капітал) у матеріально-речові та особисті фактори виробництва для забезпечення умов нормального відтворення або отримання очікуваного прибутку. Він є вирішальним фактором економічного зростання, розширення потенційних можливостей підприємства.

## **КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ЯК ВАЖЛИВИЙ АСПЕКТ УСПХУ ПІДПРИЄМСТВА В РИНКОВИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ**

**Чорна Т. В., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.**

**Національна металургійна академія України**

У сучасному світі дуже важливо своєчасно визначити та зайняти вільну економічну нішу. Більш того, мало просто визначитися з нішею, треба ще постійно утримуватися на хвилі попиту на свою продукцію. Для цього потрібно постійно ретельно вивчати та своєчасно реагувати на зміни у попиті, які в періоди економічного зростання є досить швидкими. А з урахуванням тотальної глобалізації виробництва це відбувається майже постійно-безперервно. У зв'язку з цим основним способом підтримки підприємства «на плаву» є постійна оцінка конкурентоспроможності виробництва, яка дозволяє своєчасно реагувати на коливання попиту на продукцію, що виготовляє підприємство. Наприклад, за останні 100 років виробництво сталевих труб зазнало багатьох змін. Підвищилися вимоги до якості виробів. Багато підприємств впроваджують супутні послуги щодо цинкування, нарізки різьби, пакування, доставки. Під час світового підвищення попиту на нафтопродукцію паралельно збільшується попит на труби нафтового сортаменту.

Тобто підприємство, яке буде випускати більш якісну та дешеву продукцію, зможе зайняти найбільш вигідну позицію на даному ринку. А для цього йому потрібно постійно вивчати ринок, попит та можливих потенційних конкурентів. Та найголовніше полягає у необхідності постійно оцінювати та розвивати свої можливості, проводити короткострокові

та довгострокові прогнози попиту у даній сфері діяльності, модернізувати виробництво, підвищувати кваліфікацію працівників, внутрішню та зовнішню репутацію підприємства, налагоджувати нові контакти.

Усе це в сукупності призводить якщо не до підвищення, то до підтримки у належному стані конкурентоспроможності підприємства.

## **ІННОВАЦІЯ” ТА “ІННОВАЦІЙНИЙ ПРОЦЕС**

**Нестеренко А.М. , керівник доц. Гулик Т. В.**

**Національна металургійна академія України**

Інновація – це результат інноваційної діяльності, відображений у вигляді наукових, технічних, організаційних чи соціально-економічних новинок, котрий може бути отриманий на будь-якому етапі інноваційного процесу.

Очевидним є те, що інновації пов’язані з реалізацією інноваційних процесів. Терміни “інновація” та “інноваційний процес” близькі, але не ідентичні то слід погодитися, що “інноваційний процес пов’язаний зі створенням, освоєнням і поширенням інновацій”. Необхідно погодитися також з думкою вчених Дж. Брайта і Б. Твісса, що це – “єдиний свого роду процес, який поєднує науку, техніку, економіку, підприємництво та управління у єдине ціле” для одержання суттєвих ефектів і ліпшого задоволення суспільних потреб.

Таким чином інноваційний процес – це сукупність комплексних, постійно здійснюваних у просторі та часі, прогресивних, науково-технічних, організаційних і соціально-економічних змін, що ведуть до підвищення ефективності суспільного виробництва та вирішення соціальних проблем (екологія, умови праці). В економічній літературі ці зміни на рівні підприємств називають процесами впровадження “нової техніки”. Під поняттям “нова техніка” розуміють як вперше реалізовані в продукції результати наукових досліджень і прикладних розробок, що вміщують винаходи та інші науково-технічні досягнення, так і нові або вдосконалені технологічні процеси, методи організації виробництва і праці, нові методи управління, знаряддя та предмети праці, котрі при їх використанні на всіх рівнях управління забезпечують підвищення ефективності виробництва або вирішення соціальних та інших завдань його розвитку. Викладене дає змогу зробити висновок, що результатом здійснення інноваційних процесів є новинки в техніці, організації діяльності та управлінні процесами виробництва і праці, а їх упровадження у господарську практику є нововведеннями.

## **СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ НА ОСНОВІ ДІВЕРСИФІКАЦІЇ ЙОГО ДІЯЛЬНОСТІ**

**Гулик В.А., керівник доц. Гончарук О.В.**

**Національна металургійна академія України**

Поняття диверсифікації застосовується при формулюванні портфельної стратегії як один із чотирьох її компонентів, а саме як вектор росту або напрямок майбутньої сфери діяльності підприємства.

Диверсифікація діяльності підприємства – означає оновлення (диференціацію) і товару, і ринку підприємства одночасно, вихід за межі основного бізнесу, яким підприємство займалось досі, проникнення в нові галузі та сфери економіки.

Якщо вектор росту спрямований на розвиток ринку, то йдеться про формування попиту на нові товари підприємства і вибирається напрямок діяльності підприємства - розвиток маркетингу. Якщо ж, вектор росту вказує на розвиток товару, то йдеться про створення нового товару - і вибирається напрямок - зміна технології. Якщо ж, вектор росту спрямований одночасно і на оновлення ринку, і на оновлення товару, тобто вибирається

стратегія диверсифікації, то загальний напрямок простежується слабкіше ніж у попередніх двох випадках, оскільки одночасно вдосконалюються і маркетингова діяльність і технологія виробництва.

Тобто, як уже зазначалось, диверсифікація означає (переважно) вихід за межі основного бізнесу, яким підприємство займалось досі, проникнення в нові галузі та сфери економіки. Здійснюватись вона може як через створення нових підприємств, так і шляхом скуповування з існуючих або злиття з ними. В результаті відбувається перехід від односторонньої виробничої структури (спеціалізації) до багатопрофільного виробництва.

Таким чином, значення диверсифікації діяльності підприємства в розробці і здійсненні його портфельної стратегії достатньо помітне. З одного боку, диверсифікація - один із важливих напрямків діяльності підприємства, тобто вказує, які конкретно стратегічні одиниці бізнесу і в яких стратегічних зонах господарювання будуть працювати в майбутньому. З другого боку, диверсифікація в значній мірі забезпечує стратегічну гнучкість портфеля підприємства, оскільки задоволення широкого кола потреб і застосування кількох технологій не допустить ситуації, коли несподівані зміни в одній із СОБ можуть привести до серйозних руйнівних наслідків в інших.

## **ЕКОЛОГІЧНИЙ МАРКЕТИНГ ЯК НАПРЯМ ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

**Джепка А.С., керівник ст. викл. Проха Л.М.  
Національна металургійна академія України**

Останнім часом активно розвивається такий напрямок в природоохоронній діяльності як екологічний маркетинг.

Екологічний маркетинг – це управлінська функціональна діяльність, яка спрямована на визначення, прогнозування та задоволення споживацьких потреб таким чином, щоб не порушувати екологічної рівноваги в довкіллі й не задавати шкоди здоров'ю людей.

Необхідність проведення маркетингових досліджень у процесі екологічної модернізації виробничої системи може виникнути під час вивчення пропозицій щодо модернізації окремих технологічних систем, вузлів, агрегатів виробництва й очисних споруд. Тобто можуть бути застосовані більш досконалі та ефективні методи виробництва, очищення стічних вод, знешкодження відходів або екологічно вдосконалені діючі технології виробництва і виділення відходів за рахунок застосування новітнього обладнання, агрегатів, вузлів.

Основною метою екологічного маркетингу на регіональному та державному рівнях є створення таких економічних умов для суб'єктів господарювання, при яких вони будуть зацікавлені в модернізації технологій виробництва і прагнути раціонально використовувати, зберігати та відновлювати природно-ресурсний потенціал регіону.

До основних напрямків екологічного маркетингу відносять: екологічний аудит, екологічні звіти, екологічне страхування, нові форми реклами, екологічна сертифікація, екологічне маркування.

Заходи з комплексу екологічного маркетингу формуються на основі ситуаційного аналізу ринкових можливостей і загроз, а також сильних і слабких сторін діяльності підприємства.

Отже, екологічний маркетинг – це вид діяльності підприємства, спрямований на виявлення та задоволення екологічних потреб окремих споживачів та суспільства кращим способом порівняно із конкурентами, в результаті якого забезпечується конкурентоспроможність і прибутковість підприємства.



## **ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА**

**Каленчук М.О. , керівник доц. Гулик Т. В.  
Національна металургійна академія України**

Інноваційна діяльність - вид діяльності, пов'язаний із трансформацією наукових досліджень і розробок, інших науково-технологічних досягнень у новий чи покращений продукт введений на ринок, в оновлений чи вдосконалений технологічний процес, що використовується у практичній діяльності, чи новий підхід до реалізації соціальних послуг, їх адаптацію до актуальних вимог суспільства.

В ринковій економіці інноваційна діяльність підприємств - один із найсуттєвіших вагомих чинників, які дозволяють підприємству посідати стійкі ринкові позиції і отримувати перевагу над конкурентами в тій галузі, яка є сферою комерційних інтересів даного підприємства.

За своїм характером і функціональним призначенням виділяють такі новинки і нововведення: технічні - нові продукти, технології, конструкційні і допоміжні матеріали, устаткування; організаційні - нові методи і форми організації всіх видів діяльності підприємств та їхніх інституціонально-добровільних об'єднань; економічні - методи господарського управління наукою, виробництвом та іншими сферами діяльності через реалізацію функцій прогнозування і планування, фінансування, ціноутворення, мотивації та оплати праці, оцінки результатів діяльності; соціальні - різні форми активізації людського чинника, включаючи нові форми професійної підготовки персоналу, стимулювання його творчої діяльності, створення комфортних умов життя та праці; юридичні - нові та трансформовані закони й різноманітні нормативно-правові документи (акти), що визначають і регулюють усі види діяльності підприємств і організацій, певних груп чи окремих фізичних осіб.

Сутність інноваційної стратегії підприємства полягає в тому, що ефективний розвиток підприємства пов'язаний з отриманням переваги над конкурентами і збільшенням прибутку не стільки за рахунок маніпуляції цінами, скільки шляхом постійного оновлення номенклатури виробів та розширення напрямів діяльності підприємства.

### **ЩОДО КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТОВ «МТА СЕРВІС ЛТД»**

**Нестеренко Н. М., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.  
Національна металургійна академія України**

Для підприємства кадровий потенціал має велике значення в сучасному суспільстві, оскільки, у кінцевому рахунку, визначає його добробут.

Не вдаючись до глибокого аналізу, зазначимо, що кадровий потенціал – це загальна характеристика персоналу та трудові можливості підприємства до здатності регенерувати ідеї, здійснювати дії, що забезпечують перевагу серед конкурентів для досягнення якісного результату і зростання прибутку.

Визначити кадровий потенціал можна як за допомогою низки окремих абсолютних і відносних показників, які мають конкретний економічний зміст і алгоритми розрахунку, так і використовуючи, наприклад, інтегральний метод, що дозволяє отримати узагальнену оцінку.

До основних індикаторів, що характеризують персонал підприємства, відносять такі: загальна чисельність працівників, їх структура за категоріями, рівнем кваліфікації, освіти, стажем роботи тощо, показники інтенсивності руху кадрів, продуктивність праці.

Аналіз зазначених показників по ТОВ «МТА СЕРВІС ЛТД» за 2014-2016 рр. свідчить про стабільну позитивну динаміку більшості з них. Продуктивність праці проти чисельності персоналу зростала випереджаючими темпами, що призвело до збільшення виручки від реалізації в 2016 р. порівняно з 2014 р. на 35,6%. Відсоток працівників з вищою освітою

знаходиться на рівні 80-90%. Серед виробничого персоналу переважають висококваліфіковані фахівці (63-82% за роками аналізованого періоду). Третина персоналу має стаж роботи більше десяти років. Наведені результати дозволяють говорити про досить високу якість кадрів на підприємстві. При цьому мали місце й негативні тенденції, зокрема, в 2016 р. проти 2014 р. збільшилась плинність кадрів з 5,7% до 10,0%. Уваги потребує й співвідношення, що склалося на підприємстві, між чисельністю управлінців і спеціалістів, з одного боку, і виробничого персоналу, з іншого (практично 1:1), що, з першого погляду, говорить про нераціональну організаційну структуру.

Напрямом подальших досліджень є проведення більш глибокого аналізу кадрового потенціалу досліджуваного підприємства.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**Лисенко Д.О., керівник доц. Семенова Т.В.**

**Національна металургійна академія України**

Для визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів необхідно використовувати узагальнюючий показник енергоємності. Відокремлювати паливоємність від енергоємності вважається недоцільним, так як паливо, що використовується в процесі промислового виробництва, є додатковим джерелом енергії, наприклад, електричної і теплової.

До складу витрат паливно-енергетичних ресурсів входять витрати на теплову енергію, електроенергію, паливо і стиснене повітря. Склад витрат паливно-енергетичних ресурсів в залежності від виробництв може змінюватися. При розрахунку енергоємності необхідно враховувати всі види витрат паливно-енергетичних ресурсів, включаючи витрати паливно-енергетичних ресурсів на невиробничі потреби.

Енергоємність, яка розрахована на основі валової продукції, є найбільш універсальним показником, так як дозволяє судити про роботу підприємства щодо економії паливно-енергетичних ресурсів в цілому. Крім того, енергоємність, розрахована за валовою продукцією, має найбільш тісний зв'язок з натуральними показниками питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у розрахунку на одиницю продукції в натуральному вираженні, так як валова продукція за матеріально-речовою формою являє собою масу вироблених благ і послуг.

Енергоємність металургійної продукції залежить не тільки від валового випуску, а й від структури промислового виробництва та розвитку високотехнологічних галузей з мінімальною вартісною складовою енергоресурсів у собівартості кінцевої продукції.

## **АНАЛІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УКРАЇНИ ПРИРОДНИМ ГАЗОМ**

**Циоменко О.О., керівник доц. Малюк О.С.**

**Національна металургійна академія України**

Природний газ є стратегічним енергетичним ресурсом, який широко використовується усіма галузями народного господарства України.

Загальний обсяг споживання природного газу в Україні 2015 році склав 33,8 млрд. м<sup>3</sup>, а у 2016 році – 33,2 млрд. м<sup>3</sup>. Обсяг власного видобутку природного газу в 2015 році дорівнював 19,9 млрд. м<sup>3</sup> (58,9%), а у 2016 році – 20,1 млрд. м<sup>3</sup> (60,54%).

Обсяги власного видобутку природного газу в Україні залишаються практично незмінними протягом останніх 10 років і коливаються в межах 20-22 млрд. м<sup>3</sup> на рік. Після анексії Криму Україна втратила майже 2 млрд. м<sup>3</sup> на рік газу, що добувається Чорноморнафтогазом. Втім, з 2014 року почалося стрімке зростання видобутку природного газу незалежними компаніями. Якщо в 2013 році приватні підприємства видобули до 12%

всього газу, то в 2015 році цей показник досяг 20%. За перше півріччя 2015 року незалежні добувачі справили практично такий же обсяг газу (2,1 млрд. м<sup>3</sup>), як за весь 2013 рік.

Слід зазначити, що в 2016 році поставки імпортованого газу в Україну здійснювалися виключно з європейського газового ринку. У порівнянні з 2015 роком, загальний обсяг імпорту газу зменшився. Важливим результатом 2016 року стало збільшення обсягів імпорту приватними трейдерами і споживачами газу. Природний газ в Україну імпортували понад 20 компаній. Жодна з цих компаній не постачає більше 30% обсягу газу, що імпортується.

### **РЕКОНСТРУКЦІЯ ЦЕХУ ЯК ФОРМА ВІДНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ** **Касяненко І.В., керівник доц. Душина Л.М.** **Національна металургійна академія України**

Протягом останніх років на більшості підприємств різних галузей народного господарства України спостерігається низький рівень ефективності відтворювальних процесів; коефіцієнти оновлення і вибуття машин і устаткування, тобто найбільш активної частини основних фондів на промислових підприємствах, коливаються в межах відповідно 5-6% і 2-3% загального обсягу, а коефіцієнт зносу досягає 60-75% загальної вартості.

Парк діючого виробничого устаткування майже на третину складається з фізично зношеного та технічно застарілого устаткування. Цим пояснюється невідкладні завдання прискорення та збільшення ефективності процесів відтворення основних фондів.

Практика довела, що реконструкція як елемент технічного прогресу найбільш швидкий і економічний шлях підвищення ефективності виробництва. В ході реконструкції підприємств, перш за все, здійснюється оновлення основних фондів, впровадження прогресивної технології. Реконструкція дозволяє швидко освоювати виробничі потужності.

Особливо ефективна реконструкція, якщо заміна або модернізація обладнання проводиться при збереженні переважної частини пасивних елементів основних фондів. Витрати на будівельно-монтажні роботи знижуються за рахунок раціонального використання наявних будівель, споруд, транспортних шляхів, які обслуговують об'єктів.

Інша важлива сторона цього питання, що змушує віддавати перевагу оновленню основних фондів, - значний вииграш у витратах часу, праці і коштів, який дає реконструкція підприємств.

Кінцева ефективність використання основних фондів характеризується показниками фондодатчості, фондомісткості, рентабельності, підвищення обсягу продукції, продуктивності праці працюючих.

### **ПОДІЛ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ХАРАКТЕРОМ ФУНКЦІОНУВАННЯ** **Крюк В.В., керівник доц. Гулик Т. В.** **Національна металургійна академія України**

За своїм характером інноваційні процеси (нововведення) поділяються на технічні, організаційні та соціально-економічні.

Технічні нововведення охоплюють процеси освоєння випуску нових видів продукції (наприклад, знарядь чи предметів праці), а також процеси впровадження нових чи вдосконалення діючих технологічних процесів.

Організаційні інновації охоплюють процеси запровадження нових форм і методів організації наукової і виробничої діяльності трудових колективів, таких як: нові методи і форми організації виробництва у всіх виробничих підрозділах підприємства; нові організаційні структури управління науковою і виробничою діяльністю підприємства; нові форми і методи організації праці на підприємстві.

Соціально-економічні нововведення охоплюють процеси активізації людського фактора, а також процеси з удосконалення економічних методів управління наукою і виробництвом шляхом: підготовки й підвищення кваліфікації кадрів; морального стимулювання їх творчого ставлення до праці; вдосконалення виховної роботи в колективі через запровадження і вдосконалення внутрівиробничого госпрозрахунку; повної реалізації функцій прогнозування, фінансування, ціноутворення, аналізу результатів діяльності; а також шляхом вдосконалення системи оплати праці, та матеріального стимулювання.

Необхідно зазначити, що технічні новинки мають безпосередній вплив на організаційні нововведення, а ті, в свою чергу, вимагають змін у господарському механізмі. Тісний взаємозв'язок між технічними, організаційними та соціально-економічними інноваційними процесами є двостороннім, тобто економічні нововведення можуть викликати зміни в організації виробництва, а часто приводять і до технічних інновацій.

### **МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ**

**Малий Р.Ю., керівник доц. Малюк О.С.**

**Національна металургійна академія України**

Діяльність, що пов'язана з ефективністю енергоспоживання усіх галузей народного господарства розвинених країн світу складається з двох напрямків: матеріального та інформаційного.

Матеріальна діяльність енергоспоживання використовує цілий ряд досить відомих термінів і понять: облік і контроль енергоресурсів; вдосконалення техніки і технологій виробництва, розподілу та споживання; використання поновлюваних джерел енергії тощо.

Інформаційна діяльність в енергозбереженні складається з таких понять, як агітація; інформування щодо наслідків використання енергетичних ресурсів у ланцюгу видобуток-переробка-використання; реформування суспільної свідомості; навчання; освіта тощо. Основною метою інформаційної діяльності є формування ресурсозберігаючого стилю життя людини. Одним з головних завдань інформаційної діяльності в цьому напрямку є поступове проникнення основ енергозбереження в усі сфери людської діяльності - побут, виробництво, транспорт, зв'язок, засоби масової інформації, рекламу тощо. Діяльність у сфері інформаційного простору дозволяє сформувати у людини відповідний образ мислення, який унеможливує будь-який інший підхід до використання енергетичних ресурсів окрім заощадливого, бережливого, мінімально необхідного у всіх сферах життєдіяльності.

На нашу думку, досвід розвинених країн щодо забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів, може бути застосований в Україні. Інформаційна та матеріальна діяльність щодо енергозбереження має проводитися повсюдно та безупинно.

### **ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РІВЕНЬ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ЕКОНОМІКИ**

**Кухтіна А.О., керівник доц. Душина Л.М.**

**Національна металургійна академія України**

На сучасному етапі розвитку металургійної промисловості є багато незначних запитань, щодо виробництва. Але одним з питань, яке цікавить інвесторів та конкурентів, є питання техніко-технологічний рівень підприємства.

Роль техніко - технологічного рівня підприємства, взагалі полягає у тому, щоб надати об'єктивну оцінку технічного рівня виробництву. Таким чином, надавши об'єктивну оцінку виробництву, надається основоположне значення при прийнятті рішень, щодо економічних, технічних, а також і соціальних рішень, як для поточного, так і для перспективного розвитку підприємства.

В умовах сучасного світу, можна відзначити, що з появою інноваційної економіки, закриті технології мають небезпечний хист, як і обмеженість розуму. Тому єдиний спосіб виграти в таких умовах – бути готовим до змін. Не можна бути заручником застарілих вузькоспеціалізованих технологій в той час, коли зміни відбуваються кожного дня, тому що в умовах інноваційної економіки недалекоглядне мислення може привести до сумних наслідків. На цей час такі показники як динаміка інновацій, обсяг інвестиційних потоків поступають місцем у рейтингах економічних оцінок факторам технологічної швидкості і концентрації, що визначає ступінь високої технологічності сучасної економіки.

У зв'язку з переведенням на інтенсивний шлях розвитку використання виробничого потенціалу, виникає проблема підвищення технічного рівня виробництва, його оцінки розглядаються не тільки як локальні задачі вдосконалення рівня техніки і якості продукції, але і як завдання соціальної та економічної політики. Таким чином, існують методи переваг та недоліків оцінки технічного і технологічного рівня виробництва, завдяки яким можна прийняти правильне рішення, щодо змін інтенсивного використання технічних засобів виробництва. Дані методи, надають змогу мінімізувати негативні наслідки та отримання максимальної інформації результатів оцінки техніко-технологічного рівня виробництва.

Отже, проаналізувавши дане визначення, можна сказати, що техніко-технологічний рівень підприємства, це оцінка рівня технології і технічної бази, за допомогою яких забезпечується збільшення доходів та оцінки поточного і майбутнього стану з точки зору можливості відтворення ресурсів, освоєння технологій, подальшого розвитку підприємства.

## **СУТНІСТЬ ТА МЕТА РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ**

**Кобзев А.В., керівник доц. Гулик Т. В.  
Національна металургійна академія України**

Безпосередньо сутність реструктуризації полягає в розробці програми, що забезпечить перехід від існуючої до нової вдосконаленої системи функціонування підприємства.

Метою реструктуризації є формування ефективної системи підприємства, здатної своєчасно адаптуватися до змін середовища, що забезпечить йому вихід на якісно новий рівень розвитку.

Головними цілями реструктуризації можуть бути: підвищення ефективності роботи підприємства в цілому; адаптація до вимог оточуючого середовища; збереження життєздатності виробництва.

Детально цілі реструктуризації було розглянуто в роботі Т. Бень і С. Довбні, де зазначено що реструктуризація має дворівневу цільову спрямованість. Перший рівень – державні цілі: створення конкурентоспроможних товаровиробників; підвищення ефективності суспільного виробництва; зростання надходжень до держбюджету; зниження рівня безробіття; розвиток конкуренції. Другий рівень – локальні цілі, тобто цілі реструктуризації конкретних підприємств, серед яких розрізняють: економічні, фінансові, структурні, управлінські, виробничі, техніко-технологічні, соціальні тощо

Реструктуризацію підприємства можна проводити поступово, впроваджуючи зміни, які обмежуються рамками програми організаційного розвитку на довгострокову перспективу або радикально – швидко і кардинально змінюючи систему чи її елементи.

У зв'язку з цим реструктуризація може носити революційний або еволюційний характер.

З огляду на мету і цілі, завданнями реструктуризації можуть бути: удосконалення форм власності; зміна організаційної структури; забезпечення інвестиційної привабливості; диверсифікація та модернізація виробництва; розширення асортименту продукції; розробка детальних маркетингових програм; створення сучасної системи фінансового менеджменту; комп'ютеризація бухгалтерського обліку та аналізу; формування системи управління

витратами; розширення збутової мережі; освоєння нових методів управління в умовах ринкової економіки. Залежно від цілей та завдань реструктуризація може бути комплексною або частковою (локальною). Комплексна реструктуризація полягає у всебічній зміні системи підприємства, може одночасно включати зміну власності, оптимізацію бізнес-процесів, вдосконалення системи управління, фінансів, тощо. Локальна реструктуризація, як правило, спрямована на перетворення окремого, найбільш проблемного аспекту діяльності підприємства або якогось із його підрозділів: передання об'єктів соціальної сфери, реструктуризація заборгованості, виділення одного або кількох підрозділів у самостійне підприємство. Зауважимо, що зазвичай не можна обмежуватися змінами тільки в одному напрямі, тому що зміни чогось окремого, як правило, викликають ланцюгову реакцію і призводять до цілого ряду послідовних змін.

## **СТАН ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ МЕТАЛУРГІЇ**

**Шкіль І.В., керівник доц. Гончарук О.В.**

**Національна металургійна академія України**

Економіка України залежить, насамперед, від тих товарів та послуг, які займають значну частку у її ВВП. Однією з основних галузей української промисловості є металургія.

Наша держава входить до числа основних виробників чорних металів у світі, займаючи місце в двадцятці провідних країн. Причина цього явища полягає в тому, що в країні є найкращі умови для виробництва чорних металів, адже на одній території держави просторово сконцентровані всі наявні чинники і ресурси для розвитку цієї галузі. Високоякісна залізна руда, коксівне вугілля та марганцева руда видобуваються в Україні майже поруч зі значними покладами флюсових вапняків і вогнетривів. Український метал має високу конкурентоспроможність на світовому ринку. Однак нестабільна політична ситуація в країні призвела до спаду в роботі галузі. Обсяги виробництва металів зменшуються, і країна втрачає свої позиції на світовому ринку. Чорна металургія України, маючи сучасні технології, але в багатьох випадках застаріле, спрацьоване обладнання, порівняно зі сучасним виробництвом у Японії чи Південній Кореї, є матеріаломісткою галуззю. Вона споживає близько 20% електроенергії та води, що використовуються в господарстві країни. Для виплавки 1 т чавуну потрібно до 3 т залізної руди, понад 1 т коксу, 0,5 т вапняку, 10-20 т води тощо. Сучасний розвиток науково-технічного прогресу призводить до зміни структури виробництва металів в Україні. Вона змінюється в напрямку зростання питомої ваги електрометалургії, а також усе ширшого впровадження киснево-конверторного виробництва.

Отже, зробимо висновок, що серед проблем розвитку галузі - застаріле обладнання та технології; серед переваг - близькість розміщення родовищ природної мінеральної сировини, густа мережа шляхів сполучення, високий рівень машинобудування, велика кількість металобрухту та наявність кваліфікованих кадрів.

## **ДО ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Чернявський Д.А., керівник доц. Душина Л.М.**

**Національна металургійна академія України**

Розвиток інвестиційної діяльності, спрямований на створення привабливого інвестиційного середовища, та суттєвого нарощування обсягів інвестицій є актуальними завданнями в умовах ринкових перетворень. Витрати на інвестиційну діяльність коксохімічних підприємств в 2016 році склали 127721,6 тис. грн., в тому числі:

- придбання машин, обладнання та програмного забезпечення - 51783,4 тис. грн.
- інші витрати - 75938,2 тис. грн.

Джерелом фінансування технологічних інвестицій є виключно власні кошти підприємств.

Інвестиційна привабливість підприємства для інвесторів визначається рівнем прибутку, який інвестор може отримати на вкладені їм кошти. Рівень прибутку обумовлений рівнем ризиків неповернення капіталу та неотримання доходу на капітал. Відповідно до цих критеріїв інвестори визначають вимоги до підприємств при інвестуванні. Ефективна діяльність підприємств, забезпечення високих темпів їх розвитку та підвищення рівня конкурентоспроможності продукції значною мірою характеризують рівень їх інвестиційної активності.

Определение инвестиционной привлекательности следует рассматривать не только как интегральный финансово-экономический показатель, но и как систему количественных показателей оценки хозяйственного, финансового, технического потенциала предприятия, что позволяет оценить позицию конкретного предприятия соответствующей отрасли и региона. Конечный результат по инвестиционной привлекательности предприятия позволяет заказчикам более объективно оценить состояние и возможности данного предприятия Украины.

Визначення інвестиційної привабливості слід розглядати не тільки як інтегральний фінансово-економічний показник, але і як систему кількісних показників оцінки господарського, фінансового, технічного потенціалу підприємства, що дозволяє оцінити позицію конкретного підприємства відповідної галузі та регіону. Кінцевий результат за інвестиційною привабливістю підприємства дозволяє замовникам більш об'єктивно оцінити стан і можливості даного підприємства України.

Оцінка інвестиційної привабливості повинна здійснюватися в два етапи:

- перший етап: розрахунок інтегрального показника за кожним підприємством окремо на підставі фінансової і бухгалтерської звітності;
- другий етап: визначення оцінки інвестиційної привабливості підприємства шляхом коригування інтегрального показника, розрахованого на першому етапі з урахуванням привабливості на мезоекономічному рівні, впливу результатів фінансово-господарської діяльності та ризиків діяльності підприємств.

## **ЩОДО ОБІГОВИХ КОШТІВ**

**Латоша К.С. керівник доц. Гулик Т. В.**  
**Національна металургійна академія України**

Обігові кошти підприємства мають матеріально-речову та вартісну форми. У практиці планування і обліку господарської діяльності до складу оборотних фондів включають: виробничі запаси; незавершене виробництво та напівфабрикати власного виготовлення; видатки майбутніх періодів. Виробничі запаси становлять найбільшу за величиною частину оборотних фондів. До них відносяться запаси сировини, основних і допоміжних матеріалів, покупних напівфабрикатів, палива і пального, тари, ремонтних деталей і вузлів, малоцінних інструментів, господарського інвентаря (реманенту) та інших предметів, а також аналогічних предметів, що швидко спрацьовуються.

Структура обігових фондів на підприємствах різних галузей має значні відмінності, зумовлені застосовуваними технологіями і формами організації виробництва, умовами забезпечення матеріальними ресурсами, цінами на них тощо. Зокрема, найбільшу частку в загальному обсязі оборотних фондів становлять: виробничі запаси — на електростанціях та підприємствах легкої промисловості (до 90%); незавершене виробництво - на підприємствах машинобудування (біля 40%, у зв'язку з великою тривалістю виробничого циклу); видатки майбутніх періодів - на підприємствах видобувної індустрії (40-50% і більше).

Ефективність використання оборотних коштів залежить від багатьох чинників, які умовно можна розділити на зовнішні, таких, що роблять вплив незалежно від ін-тересів підприємства, і внутрішні, на які підприємство може і повинно активно впливати.

Прискорення звороту обігових коштів дозволяє висвободити значні суми, і таким чином, збільшити обсяг виробництва без додаткових фінансових ресурсів, а засоби, що вивільняються, використовувати у відповідності до потреб підприємства.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Рябчий Р.В., керівник доц. Душина Л.М.  
Національна металургійна академія України**

Вугільна промисловість - одна з провідних галузей ПЕК. Вугілля використовують як технологічну сировину в чорній металургії та хімічній промисловості для виробництва мінеральних добрив і пластмас, а також вугілля є енергетичною сировиною для виробництва електроенергії на ТЕС і для опалення осель. З використанням вугілля виробляється приблизно 44% всієї світової електроенергії.

Протягом останніх років в Україні щорічно видобувалось близько 80 млн. тонн необробленого (рядового) вугілля, основна частина якого (близько 2/3) використовувалася в електро- та теплоенергетиці (при цьому, близько 1/3 енергетичного вугілля складає антрацит). На перетворення вугілля (брикетування, коксохімія) використовувалося близько 17%, у чорній металургії – близько 16,0% від загального видобутку. Власне вугілля забезпечує близько 46% у загальному виробництві в Україні первісної енергії, а частка електроенергії, виробленої з використанням вугільної продукції, становить близько однієї чверті. Близько 45% енергоблоків українських ТЕС (за встановленою потужністю) працюють на вугіллі антрацитової групи, близько 35% – на вугіллі газової групи, та близько 20% – на газу.

Сировинна база для коксування в 2016 році була представлена вугіллям України, а так само отриманим по імпорту з Росії, Казахстану, США, Канади, Польщі, Чехії, Австралії.

У 2016 році перероблено 1225,8 тис. т рядового вугілля, отримано 878,5 тис. т збагаченої шихти. Вихід концентрату склав 71,65% і збільшився на 1,11%, що пов'язано зі зменшенням зольності рядового вугілля на 1,1%, роздільною переробкою вугілля марки «Г імп.» з виходом концентрату 87,7%.

Вугільними підприємствами України за 2016 рік на коксування витрачено 5706,1 тис. т концентратів, що на 630,9 тис. т більше ніж в 2015 році.

Коксохімічні заводи за звітний період отримали 11506,2 тис. т імпортного вугілля, в тому числі рядових марок 500,3 тис. т, що на 803,7 тис. т більше в порівнянні з 2015 роком. Відсоток поставок імпортного вугілля на коксохімічні заводи склав 65,9%, що на 1,1% менше ніж у 2015 році.

## **КРАУД-МАРКЕТИНГ ЯК ЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОСУВАННЯ**

**Москалець Т.А., керівник ст. викл. Губаренко Л.М.  
Національна металургійна академія України**

Розвиток інформаційного суспільства, а саме поширення Інтернет-технологій, призводить до трансформації традиційних процесів економічної діяльності. Так, один з ключових факторів успішного функціонування підприємств є ефективна система маркетингових комунікацій. Розвиток інтернет-маркетингу вимагає постійного вдосконалення нових підходів до роботи та технологій просування сайтів.



**Крауд-маркетинг** (crowd marketing) – комплекс заходів, спрямованих на підвищення продажів конкретного товару, заснований на рекомендаціях користувачів за рахунок популяризації бренду або сайту в мережі інтернет. Таким чином, замість прямої реклами стимулювання продажів реалізується за рахунок відгуків та рекомендацій інтернет-користувачів. Повідомлення рекомендаційного характеру розміщуються в різних спільнотах, таких як тематичні форуми, соціальні мережі, коментарі до статей, в блогах тощо. Таким чином, у випадку, наприклад, з інтернет-магазином посилання на товар чи інформаційну статтю виглядає як природна рекомендація від іншого користувача, залишена з метою допомогти потенційному клієнту у виборі товару. Фактично, це свого роду робота над покращенням репутації бренду, оскільки зростання кількості згадувань про компанію в Мережі дозволяє підвищити інтерес до неї з боку аудиторії і стимулювати переходи зацікавлених користувачів на сайт.

Хоча даний метод просування вимагає великих витрат часу з боку виконавців, він має цілу низку переваг для клієнта:

- максимально природний характер зворотних посилань на сайт компанії;
- зростання цитування і впізнаваності бренду в Інтернеті;
- зростання кількості переходів з пошуку за запитами, пов'язаними з назвою бренду;
- переходи зацікавлених клієнтів на сайт і зростання продажів.

Фактично, просування такого роду буде мати позитивний ефект не тільки практично для будь-якого виду бізнесу, але й для інформаційних контент-проектів. Тому крауд-маркетинг рекомендують інтернет-магазинам, корпоративним сайтам, посадковим сторінкам (landing page), контентним інформаційним проектам, онлайн-сервісам.

Варто підкреслити, що особливо цінним крауд-маркетинг буде для інтернет-магазину в поєднанні з такими напрямки лінкбїлдингу, як розміщення оглядів, публікації в ЗМІ, нарощування зовнішньої маси сайту за рахунок тематичних зовнішніх посилань. Крім того, ефективність буде однаково високою як для сайтів, що працюють на ринках України, так і для проектів, орієнтованих на західний ринок. Тема крауд-маркетингу цікава ще й тим, що цей метод пошукового просування є абсолютно безпечним.

## **ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМИ ЗБАЛАНСОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ РОЗВИТКУ**

**Душина А.В., керівник проф. Довбня С.Б.  
Національна металургійна академія України**

Збалансована система показників (ЗСП) – сучасний інструмент управління, який забезпечує комплексну оцінку ефективності функціонування підприємства, декомпозицію та реалізацію його стратегії. Ця концепція, заснована на системі показників, що характеризують діяльність підприємства у чотирьох напрямках: фінанси, клієнти, внутрішні бізнес-процеси, навчання і розвиток персоналу, була запропонована Капланом та Нортонем у 1992 році. Заслуга цих науковців полягає у систематизації показників за перспективами та розширенні функції системи на сферу реалізації стратегії, а також у поширенні ЗСП серед менеджменту провідних корпорацій та вчених.

Справедливо зауважити, що ідею Нортон та Каплана не можна назвати новаторською. Перша аналогічна система була сформульована у кінці 30-х років французьким вченим-економістом Ж. Л. Мало. Вже починаючи з середини двадцятого століття, великі компанії все частіше використовують немонетарні показники для оцінки результативності діяльності. У 70-х роках з'являються системи оцінки ефективності діяльності, побудовані за принципом сучасної ЗСП.

В літературі умовно виділяють три етапи еволюції ЗСП. На першому етапі збалансована система показників була визначена як система оцінки ефективності за

фінансовими та нефінансовими показниками без виділення причинно-наслідкової логіки. Другий етап еволюції характеризується тим, що основний акцент досліджень спрямовано на стратегічну функцію системи збалансованих показників. Третє покоління дослідників ЗСП підкреслює важливість ефективного аналізу результатів діяльності. За останні двадцять років збалансована система показників набула значного поширення та розвитку. Сучасна концепція ЗСП є результатом тривалих досліджень діяльності компаній провідними зарубіжними фахівцями.

В найближчому майбутньому навряд чи можна говорити про появу альтернатив даної системи показників. Більш ймовірним є подальший розвиток і вдосконалення ЗСП. З нашої точки зору, удосконалення ЗСП передбачає: розширення змісту складової «Клієнти» та переформатування її в складову «Маркетинг». Доцільним є доповнення системи показників складової «Навчання та розвиток» індикаторами, що характеризують потенціал трудового колективу та ефективність його використання.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗРОСТАННЯ РИНКУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ В УКРАЇНІ**

**Романчук В.О., керівник ст. викл. Губаренко Л.М.**

**Національна металургійна академія України**

Україна входить в ТОП-10 країн світу з виробництва металу, але щороку витрачає понад 1 млрд грн на придбання будівельних металоконструкцій за кордоном. 80% українського металу продається в якості сировини і лише з 20% виробляють готову продукцію. Одна з причин такої ситуації – регулювання галузі застарілими радянськими нормами, що не дозволяють ринку розвиватися та впроваджувати сучасні технології у будівництві. За оцінкою Офісу ефективного регулювання BRDO з 59 регуляторних актів 32 потребують актуалізації, а 7 мають ознаки незаконних.

Ринок металоконструкцій – це одна з найбільш технологічних галузей в країні. Ринок металоконструкцій є галуззю зі значною доданою вартістю для економіки країни та величезним потенціалом до зростання. Сьогодні на ринку працюють 830 підприємств, що створюють 20 тис. робочих місць та генерують 2,6 млрд грн доданої вартості на рік. І це лише 20% потужностей ринку, які наразі використовує Україна.

Зростання ключових показників будівельної галузі, що спостерігалось з початку 2017 року, та збільшення фізичних обсягів експорту металоконструкцій вказують на те, що стрімке трирічне скорочення ринку металоконструкцій в 2016 році припинилося. І хоча зазначене відновлення в 2016 році не можна вважати стійким з огляду на збереження багатьох макроекономічних чинників ризику, на думку провідних фахівців ринку, зростання неминуче. За їх словами, ми зараз знаходимося на низькому старті.

Підтримку споживання металоконструкцій може надати збільшення обсягів експорту, зокрема в європейські країни, а також споживання металоконструкцій агропромисловим комплексом, розвиток якого забезпечується державною підтримкою в найбільшій мірі серед інших секторів економіки. Особливу увагу, при цьому, вітчизняним виробникам металоконструкцій потрібно звернути на заміщення імпортних закупівель резервуарів українськими аграріями продуктами власного виробництва.

## **ЧИННИКИ ТА ШЛЯХИ ЗРОСТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА**

**Перегняк Д.В., керівник ст. викл. Проха Л.М.**

**Національна металургійна академія України**

Рівень економічної ефективності діяльності підприємства залежить від багатьох чинників і умов. Всі чинники зростання ефективності можна класифікувати за трьома ознаками:

- видами витрат виробництва та ресурсів;
- напрямками розвитку й удосконалення виробництва;
- місцем реалізації чинників у системі управління діяльністю.

Основними чинниками зростання економічної ефективності першої ознаки є: зростання продуктивності праці; зниження фондомісткості та матеріаломісткості виробництва; раціональне використання природних ресурсів.

До основних напрямів розвитку й удосконалення діяльності підприємств (друга ознака) відносять: запровадження прогресивних технологій виробництва; раціональну спеціалізацію і концентрацію виробництва; вдосконалення організації й оплати праці; запровадження досягнень науково-технічного прогресу та передового досвіду; вдосконалення структури виробництва і системи управління; підвищення якості й конкурентоспроможності продукції; всебічний розвиток і вдосконалення зовнішньоекономічної діяльності підприємства.

Найважливіша ознака третя - за місцем реалізації чинників у системі управління діяльністю підприємства. Чинники, котрі вона об'єднує, поділяють на зовнішні й внутрішні.

До зовнішніх належать: державна економічна і соціальна політика; ціноутворення на продукцію; якість і вартість матеріальних ресурсів промислового походження; структурні зміни в економіці країни; розвиток інфраструктури.

До внутрішніх чинників відносять: технологію, техніку й обладнання, матеріали та енергоносії, продукцію, кваліфікацію працівників, організацію праці й стиль управління.

Також, найважливішим показником економічної ефективності діяльності підприємства є отримана маса прибутку. Його формують сума грошових надходжень, одержана підприємством від продажу продукції, та затрати, пов'язані з його виробництвом і реалізацією.

Виручка від реалізації залежить від обсягів товарної продукції та ціни на неї, ціна ж значною мірою - від попиту і пропозиції на кожний окремий вид продукції, що виробляє підприємство, її якості, каналів реалізації, строків реалізації.

На якісну продукцію, що постачається на ринок, існує кращий попит, і вона реалізується за вищою ціною. Нестандартна, неякісна продукція має менший попит, залежується, псується, і це змушує товаровиробника реалізувати її за нижчою ціною, що знижує прибуток, а в деяких випадках робить виробництво такого виду продукції збитковим.

Отже, особливим чинником, який впливає на збільшення виручки від реалізації є підвищення якості продукції.

## **ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ МАТЕРІАЛОМІСТКОСТІ КОКСУ**

**Кравець Ж.С., керівник доц. Душина Л.М.**

**Національна металургійна академія України**

На даний момент питання по зниженню матеріаломісткості продукції, тобто ресурсозбереження, стоїть поряд з такими глобальними проблемами як всесвітнє потепління або перенаселення планети. Це пов'язано з тим, що чим більше ресурсів використовується на виробництві, тим більше відходів після цього залишається і вичерпуються земні ресурси. Від цього страждає екологія, дорожчає виробництво і т.п. Цей показник використовується при аналізі виробничо-господарської діяльності підприємства, зокрема собівартості продукції, при порівняльному аналізі питомих витрат в різних галузях промисловості.

Коксохімічна галузь відноситься до високо матеріаломісткого виробництва, для валового коксу цей показник сягає 95-97 коп. Це пояснюється необхідністю використання в якості сировини дорогого вугілля марок К та Ж. В 2016 році на коксохімічних підприємствах перероблено 1898,3 тис. т вугілля марки Ж та 3383,3 тис. т марки К загальною вартістю 5013,5 млн. грн.

До видимих факторів, що впливають на матеріаломісткість продукції, можна віднести видатковий коефіцієнт сировини і ціну на сировину. Витратний коефіцієнт в 2016 році знизився на підприємствах УНПА «Укркокс» на 0,3%. Зниження середньозваженої ціни на вугілля та вугільні концентрати можна досягти при збільшенні частки в шихті дешевих слабкоспекливого вугілля марок Г і ОС.

Зниження матеріаломісткості дозволить збільшити випуск продукції з тієї ж кількості сировини і матеріалів, що зменшить забруднення навколишньої середовища через зменшення відпрацьованого матеріалу. Збільшиться прибуток, який можна надалі використовувати з метою покращення техніки та засобів обробки матеріалів.

Щоб поліпшити ресурсозбереження при виробництві треба чітко встановити стратегію по зниженню матеріаломісткості, впровадити маловідходну та безвідходну технологію виробництва, комплексне використання сировини на підприємстві.

## **ЕТАПИ АНАЛІЗУ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВА**

**Павліченко Ю.А., керівник ст. викл. Губаренко Л.М.**

**Національна металургійна академія України**

Мета економічного аналізу полягає у визначенні ступеня забезпеченості підприємства основними засобами за умови найефективнішого їх використання та пошуку резервів підвищення рівня узагальнюючих показників.

Кожне підприємство повинне намагатися створювати оптимальну структуру основних засобів, постійно поліпшувати її шляхом оновлення та модернізації устаткування, зменшення частки зайвого малоефективного устаткування, підвищення рівня автоматизації та механізації.

Аналіз здійснюється у декілька етапів, які в комплексі допомагають здійснити оцінку структури, динаміки та ефективності використання основних засобів на підприємстві. На *першому етапі* аналізу здійснюється оцінка динаміки та наявності основних засобів. *Другим етапом* є аналіз використання виробничої потужності підприємства. Ступінь використання виробничих потужностей характеризується такими показниками, як: коефіцієнт використання потужності, коефіцієнт інтенсивного завантаження потужності, середньодобовий випуск продукції, коефіцієнт екстенсивного завантаження потужності. *Третім етапом* аналізу є аналіз технічного стану основних засобів, який проводиться на підставі коефіцієнта зношеності та коефіцієнта придатності. Для узагальнюючої оцінки руху основних засобів і характеру їх змін на підприємстві здійснюється *четвертий етап* аналізу. Розраховуються та аналізуються коефіцієнти введення, оновлення та вибуття основних засобів. На *п'ятому етапі* виконують аналіз економічної ефективності використання основних засобів. До основних показників ефективності використання основних виробничих засобів належать фондоддача, фондомісткість та рентабельність. *Шостим етапом* є здійснення факторного аналізу фондоддачі основних засобів. Аналіз дозволяє виявити вплив факторів на ефективність використання основних виробничих засобів і проводиться за двома напрямками: вивчення впливу фондоддачі на обсяг виробництва; вивчення впливу факторів на зміну фондоддачі. В умовах реальної економіки між результативними показниками та чинниками діють вірогідні (стохастичні) зв'язки. Вважаємо за доцільне доповнювати результати факторного аналізу використанням апарату економіко-математичного моделювання. З цією метою доцільно використовувати кореляційно-регресійний аналіз, який забезпечує визначення впливу факторів, для яких не можливо побудувати жорстку детерміновану факторну модель. Кореляційно-регресійний аналіз розв'язує два основні завдання: визначення за допомогою рівняння регресії аналітичної форми зв'язку між результативним і факторним показниками та встановлення рівня щільності зв'язку між ними. Завершальним *сьомим етапом* аналізу є підготовка висновків та пропозицій щодо збільшення випуску продукції, зростання фондоддачі та рентабельності основних засобів.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НАПРЯМІВ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА**

**Маковський А.В., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.  
Національна Металургійна Академія України**

Диверсифікація - це стратегія зниження ступеня ризику шляхом розподілу інвестицій чи інших ресурсів між декількома напрямками діяльності.

Диверсифікація пов'язана з такою перевагою великих підприємств, як ефект різноманітності. Суть ефекту різноманітності полягає в тому, що виробництво багатьох видів продукції в рамках одного великого підприємства вигідніше, ніж виробництво тих самих видів продукції на невеликих спеціалізованих підприємствах.

До основних варіантів зв'язаної диверсифікації можна віднести:

- розширення через придбання існуючих або будівництво нових підприємств з виробництва продукції, що забезпечує використання наявних маркетингових можливостей, зусиль і діяльності щодо реалізації продукції. Наприклад, підприємство - виробник хлібобулочних виробів купує підприємство, що випускає крекери, чи навпаки;

- поліпшення завантаження виробничих потужностей (наприклад, виробник алюмінієвих віконних рам у зв'язку з простоями устаткування ухвалює рішення про розширення асортименту продукції за рахунок інших виробів з алюмінію);

- підвищення рівня утилізації наявних природних ресурсів і запасів матеріалів (фірма - виробник паперу в очікуванні збільшення обсягів переробки деревини вирішує побудувати завод із виробництва фанери).

## **ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗІ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІЇ ПРАТ НПО «ДНІПРОПРЕС»**

**Сливна І.В., керівник доц. Малюк О.С.  
Національна металургійна академія України**

Витрати на виробництво продукції мають безпосередній вплив на ключові показники діяльності підприємства. Від рівня витрат на виробництво залежить ціна продукції, обсяг прибутку, рівень рентабельності, конкурентоспроможність продукції та підприємства в цілому. Тому питання розробки та економічного обґрунтування заходів зі зниження витрат на виробництво продукції є актуальним для будь-якого підприємства.

Проведений аналіз діяльності ПрАТ «НПО ДНПРОПРЕС» дозволив розробити захід, що передбачає щодо зниження витрат на виробництво продукції ПрАТ «НПО ДНПРОПРЕС» шляхом введення в експлуатацію додаткового стрічкопильного станка BEHRINGER HBR1100T на заміну існуючого автоматично-відрізного колопильного 8A68. Впровадження запропонованого заходу дозволить знизити енергетичні випрати на виробництво продукції на 15% відносно існуючого рівня; витрати на ремонт обладнання на 25% та витрати основних матеріалів на 11% відносно існуючого рівня. До того ж, впровадження проекту дозволить повністю відмовитись від послуг сторонніх організацій (кооперації). Згідно проведених розрахунків, впровадження заходу дозволить скоротити витрати на виробництво 1 т заготовлі на 4117,64 тис.грн/рік.

Загальна величина інвестування у проект складає 3337,86 тис. грн. Показники економічної ефективності інвестиційного проекту: NPV має позитивне значення, і становить 1793,54 тис. грн; DPB дорівнює 1,96 роки; IRR більше вартості інвестованого капіталу,  $63 > 30$ . Виходячи з отриманих значень NPV, DPB, IRR, IP робимо висновок про визнання економічно доцільним введення в експлуатацію стрічкопильного станка на заміну існуючого.

## **ЩОДО СПІВВІДНОШЕННЯ ТЕМПІВ ЗРОСТАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ І ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ В УМОВАХ ПрАТ «ЄВРАЗ ДМЗ»**

**Шишкіна Н.О., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.**

**Національна Металургійна Академія України**

Зростання продуктивності праці є одним із головних чинників підвищення рівня життя населення, адже при збільшенні результативності праці буде підвищуватись й їх матеріальна винагорода. Тому важливе значення має оцінка співвідношення темпів зростання продуктивності праці і оплати праці. Кожне підприємство повинно дотримуватися принципу випередження темпу зростання першого показника порівняно з другим. Це є одним з факторів зниження собівартості продукції, підвищення рентабельності діяльності підприємства. Якщо ж зростання заробітної плати випереджає зростання продуктивності праці, відбувається перевитрата фонду заробітної плати, підвищення собівартості продукції, зниження прибутку та рентабельності підприємства.

Для визначення зазначеного співвідношення розраховується коефіцієнт випередження шляхом зіставлення двох індексів, який відображає відсотковий зріст продуктивності праці на кожний відсоток зростання його оплати.

Аналіз коефіцієнту випередження здійснено на прикладі ПрАТ «ЄВРАЗ ДМЗ» з використанням вихідних даних підприємства за 2010-2016 роки. У відношенні до попереднього року темпи зростання продуктивності праці за аналізований період становили 1,121; 0,900; 1,164; 1,353; 1,436; 1,372, заробітної плати – відповідно, 1,182; 1,157; 1,140; 1,192; 1,159; 1,068. При цьому співвідношення темпів зростання продуктивності праці і заробітної плати складало 0,948; 0,778; 1,021; 1,135; 1,239; 1,284.

Як бачимо, в цілому спостерігається позитивна динаміка, при чому в останні роки коефіцієнти випередження перевищують одиницю, що дозволяє підприємству економити на фонді оплати праці. Значення коефіцієнта 0,948 наближується до одиниці, що є цілком прийнятним, оскільки по суті врівноважує результати праці і оплату за неї, а отже, говорить про певну вмотивованість персоналу заводу. В окремі періоди коефіцієнт випередження може бути й значно меншим за одиницю (у наших розрахунках це величина коефіцієнту 0,778). Однією з причин такого становища може бути необхідність більш значного підвищення заробітної плати у зв'язку з її втриманням у попередні роки.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АУТСОРСИНГУ В ЧОРНІЙ МЕТАЛУРГІЇ**

**Черніков В.Г., керівник доц. Педько А.Б.**

**Національна металургійна академія України**

Одним із сучасних інструментів управління, який дає підприємству можливість посилити свої конкурентні переваги на ринку на основі підвищення ефективності бізнес-процесів є аутсорсинг – передавання частини функцій з обслуговування діяльності підприємства стороннім підрядникам чи постачальникам за умови гарантування ними відповідного рівня якості й ефективності їх виконання з можливістю переходу частини персоналу підприємства до аутсорсера. Метою аутсорсингу є підвищення ринкової вартості підприємства завдяки зниженню витрат і ризиків, підвищенню конкурентоспроможності продукції через залучення зовнішніх контрагентів, що спеціалізуються на виконанні непрофільних для підприємства функцій.

Аутсорсинг в останній час активно застосовується на металургійних підприємствах. Проте в українській металургії основна причина популярності аутсорсингу полягає лише в можливості поліпшити економічні показники за рахунок гнучкості структури і оптимізації чисельності штатних працівників різних підрозділів.

Так, керівництво ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» (АМКР) на тендерній основі провело відбір підрядника для передання непрофільних функцій бізнесу, серед яких громадське харчування, виробництво ковбасних виробів, борошняний цех та ін. Цей процес в цілому торкнувся 576 штатних співробітників АМКР.

Ще одним прикладом аутсорсингу є передання у 2010-2011 роках металургійними комбінатами холдингу «ІСД» своїх копрових цехів бруктозаготівельній компанії ПАТ «Керамет». З тих пір ПАТ «Керамет» залишається генеральним постачальником брукту для підприємств холдингу «ІСД», повністю забезпечуючи їхні потреби.

Металургійні підприємства активно впроваджують аутсорсинг у галузі ремонту металургійного обладнання. Недосконалість існуючої структури управління ремонтною діяльністю на ПАТ «ММК ім. Ілліча» ХК «Метінвест» спонукала підприємство до необхідності виведення ремонтних функцій на аутсорсинг. Більшість ремонтних цехів ПАТ «ММК ім. Ілліча» та окремі ремонтні цехи МК «Азовсталь» було передано до складу Маріупольського ремонтно-механічного заводу, що входить до холдингу «Метінвест». Ці цехи переважно виготовляють запасні частини та змінне обладнання, а також чавунне та кольорове литво, що може реалізовуватися сторонніми організаціями та приносити додатковий прибуток.

Отже, впровадження аутсорсингу на підприємствах чорної металургії є пріоритетним напрямом. Критерієм економічної доцільності аутсорсингу можна вважати співвідношення власних витрат на виконання певного виду робіт до вартості цих робіт у аутсорсера.

## **ВІДНОСНО ФІНАНСОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ УКРАЇНИ**

**Чернишов Ю. О., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.  
Національна Металургійна Академія України**

Необхідність здійснення ефективного управління формуванням і розподілом прибутку пов'язана з її зростаючою роллю як внутрішнього джерела фінансування.

Згідно з даними Державної служби статистики України в 2016 році економіка країни вийшла на позитивний фінансовий результат (чистий прибуток становив 29,7 млрд грн.) Це було досягнуто завдяки отриманню позитивного результату в основному за видами економічної діяльності «сільське, лісове та рибне господарство» (90,6 млрд грн), «професійна, наукова та технічна діяльність» (22,8 млрд грн). Значно меншої величини чистого прибутку досягли суб'єкти господарювання транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності (7,4 млрд грн) та деякі інші. За більшістю ж видів економічної діяльності отримано чистий збиток, загальна величина якого склала 93,3 млрд грн. Величезні збитки понесли господарюючі суб'єкти, що здійснюють операції з нерухомим майном (43,9 млрд грн.), промислові підприємства (24,7 млрд грн.), галузь будівництва (10,5 млрд грн.). Збитки інших також є значними - від 1,6 до 5,1 млрд грн. Такий негативний результат є наслідком тривалої економічної і політичної кризи в країні.

Порівняння досягнутого в 2016 році фінансового результату з попередніми двома роками свідчить про певне покращення ситуації. Так, у 2014 році чисті збитки по Україні в цілому дорівнювали 590,1 млрд грн, у 2015 році - 373,5 млрд грн. На такий негативний результат у 2014-2015 роках визначальним чином вплинула господарська діяльність підприємств за чотирма її видами: промисловість; оптова та роздрібна торгівля; операції з нерухомим майном; професійна, наукова та технічна діяльність, чисті збитки за якими в основному перевищують 100 млрд грн.

За період січень-вересень 2017 року спостерігались суттєві позитивні тенденції, які, як можна очікувати, збережуться й до кінця цього року.

## **РОЗГЛЯД ЗАХОДУ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА ПрАТ «НПО ДНІПРОПРЕС»**

**Мала С.О., керівник доц. Малюк О.С.  
Національна металургійна академія України**

Економічний розвиток держави багато в чому залежить від ефективності роботи промислових підприємств. Підтримка існуючого рівня та підвищення ефективності роботи підприємства потребує постійного впровадження відповідних заходів.

Проведений аналіз техніко-економічного становища ПрАТ «НПО ДНІПРОПРЕС» дозволив здійснити пошук заходів щодо підвищення ефективності його діяльності. До таких заходів віднесено інвестиційний проект, що передбачає впровадження у механоскладальному цеху нового токарно-гвинторізного верстату 16K20 на заміну існуючого верстату 1M65. Його впровадження дозволить знизити енергетичні витрати на виробництво продукції на 25% та витрати на ремонт обладнання на 30% відносно існуючого рівня.

Впровадження нового верстату потребує певних інвестиційних вкладень у основне та допоміжне обладнання, а також витрат, що пов'язані з фінансуванням будівельно-монтажних та проектно-конструкторських робіт. Загальний обсяг інвестування у захід складе 2,474 млн. грн. Згідно проведених розрахунків, при впровадженні гвинторізного верстату 16K20 показники економічної ефективності інвестиційного проекту мають такий вигляд: NPV має позитивне значення, і становить 1215,41 тис.грн; DPB дорівнює 2,7 роки; IRR більше вартості інвестованого капіталу,  $48 > 25$ . Виходячи з отриманих значень NPV, DPB, IRR робимо висновок щодо доцільності впровадження розглянутого заходу в умовах ПрАТ «НПО ДНІПРОПРЕС».

Згідно проведених розрахунків, впровадження запропонованого заходу призведе до підвищення ефективності роботи підприємства та позитивно відобразиться на показниках, які характеризують результати виробничої діяльності підприємства в цілому.

## **ЗОВНІШНЯ ТОРГІВЛЯ УКРАЇНИ ТОВАРАМИ ТА ПОСЛУГАМИ**

**Мельник Т.М., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.  
Національна металургійна академія України**

Зовнішня торгівля відіграє важливу роль в економіці України. Україна належить до держав з високим рівнем відкритої економіки, на яку припадає 0,07% світового ВВП і 0,3% світового експорту. За даними [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) в 2016 р. загальний експорт товарів і послуг з України склав 46,3 млрд дол. США, імпорту – 44,5 млрд дол. США. Темп зниження експорту проти докризового 2008 р. становив близько 42%, імпорту – близько 52%. Така негативна тенденція була спричинена головним чином суттєвим зниженням торгівлі товарами (відповідно, 45,7% і 54,2%). У загальному обсязі експорту торгівля товарами становить близько 80%, імпорту – близько 90%.

Понад 80% українського експорту припадає на металургію, сільське господарство, машинобудівну та хімічну промисловість. Серед причин скорочення експорту слід назвати зниження світових цін на сировинні товари, несприятливу кон'юнктуру світового ринку, зміну пріоритетів щодо партнерства у зовнішній торгівлі, скорочення обсягів співпраці з історично пріоритетними імпортерами, посилення вимог зовнішніх ринків щодо якості вітчизняної продукції, посилення валютного контролю за імпортними операціями. Для України характерні низькі показники експорту високотехнологічних товарів та послуг. Це віддзеркалює недосконалу структуру конкурентних переваг української економіки, яка базується передусім на цінних факторах та порівняльних перевагах у вартості природних ресурсів та робочої сили. При цьому не використовуються належним чином наявні високотехнологічні можливості окремих галузей промисловості. Розвиток виробництва



товарів з високою доданою вартістю є головним пріоритетом у створенні бази для нарощування обсягів та поліпшення структури українського експорту.

Основними імпортними товарами України є мінеральні палива, нафта і продукти її перегонки. Причинами суттєвого зменшення імпорту є зниження купівельної спроможності населення України, скорочення потреби у високотехнологічному імпорті, викликані девальваційними процесами, посиленням протекціоністських заходів, загостренням військових конфліктів на територіях промислового виробництва.

## **НАПРЯМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РЕСУРСІВ В ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ** **Старожук О.І., керівник доц. Гончарук О.В.** **Національна металургійна академія України**

Паперова промисловість посідає значне місце в розвитку економіки України. Розглядаючи структуру її витрат, можна зробити висновок, що найбільшою статтею витрат при виробництві паперу є природний газ. Також значну частку має електроенергія, вода, картон та гофро-картон.

Причиною значних витрат цих ресурсів більшою мірою є використання недосконалого обладнання та застарілих технологій. Тому для забезпечення ефективної роботи підприємств паперової промисловості необхідним є пошук напрямів зі збереження енергоресурсів, зокрема, природного газу.

Дослідження можливостей підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів було виконано в умовах Дніпропетровської Паперової Фабрики. Було виявлено, що процеси використання корисної енергії на цьому підприємстві є нераціональними та недосконалими, що обумовлює високу вартість продукції, відповідно, високу її ціну та, як наслідок, низьку конкурентоспроможність продукції на ринках збуту.

Для покращення ситуації на підприємстві було запропоновано встановити нові, більш ефективні парогенератори, використання яких дозволить скоротити витрати природного газу. Також запропоновано переглянути та вдосконалити роботу обладнання з нагрівання пари, її транспортування та використання. Відповідні перетворення дозволять скоротити використання ресурсу на 31%.

Результати дослідження показують, що, за умови впровадження запропонованих рішень, витрати газу скоротяться на 31%, а собівартість в цілому близько 25%, а також покращиться якість продукції. Це надасть змогу Дніпропетровській Паперовій Фабриці зайняти конкурентне місце серед виробників України, а також вийти на новий ринок збуту.

## **ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ** **ПІДПРИЄМСТВА**

**Ружицький Р.Ю., керівник доц. Фаїзова О.Л.**  
**Національна металургійна академія України**  
**Інститут інтегрованих форм навчання**

Основним етапом формування інвестиційної привабливості підприємства є визначення факторів впливу на неї та їх класифікація, що сприяє кращому та більш повному розумінню самої сутності інвестиційної привабливості.

Існує багато класифікацій даних факторів, так само як і думок стосовно того, які саме фактори впливають на інвестиційну привабливість. Численні наукові праці поки що не відображають однозначної та єдиної відповіді на ці питання. Розглянемо найбільш поширену класифікацію. Відповідно до неї всі фактори можна згрупувати в дві групи: фактори

опосередкованого впливу та фактори безпосереднього впливу підприємства на інвестиційну привабливість.

До першої групи факторів відносяться ті, що не піддаються впливу окремого підприємства, тобто, на них можна впливати тільки на державному рівні (зовнішні фактори). Серед таких: галузева приналежність та географічне розташування, наявність та доступність природних ресурсів, екологічна ситуація, культура та освіта населення, економічна та соціально-політична стабільність, нормативно-правова база, інформаційне поле, пільги для інвесторів, розвинута інфраструктура, економічна свобода підприємств, положення на Світовому ринку, контрольні державні органи в сфері інвестування, темп інфляції, можливість експорту, рівень доходів населення, конкуренція в галузі.

До другої групи відносяться фактори, на які підприємство може впливати та змінювати їх показники, характеристики тощо (внутрішні), а саме: виробнича програма, маркетингова діяльність, управлінський облік та контролінг, корпоративне управління, кадровий потенціал, юридична діяльність, виробничі технології, стратегія розвитку, конкурентоспроможність, унікальність об'єкту, тривалість інвестиційної програми, рейтинг підприємства в галузі, платіжна дисципліна, стан майна та фінансових ресурсів, витрати, структура капіталу

Для підприємства важливішими є внутрішні фактори або фактори безпосереднього впливу, оскільки саме завдяки ним воно здатне самостійно впливати на свою інвестиційну привабливість. В свою чергу, серед внутрішніх факторів найбільшу питому вагу займають такі фактори, як: кадровий потенціал, тривалість інвестиційної програми, стан майна та фінансових ресурсів, розмір витрат. При цьому вважається, що інвестор при виборі об'єкта інвестування найбільше звертає увагу на стан майна, стан фінансових ресурсів, розмір витрат підприємства, який визначається ступенем зношеності основних фондів, їх спроможністю виготовляти продукцію на високому рівні, рівнем ліквідності, платоспроможністю, показниками фінансової стійкості, показниками ділової активності, станом необоротних та оборотних активів, їх оновленістю та вибуттям.

Визначивши фактори, що впливають на формування інвестиційної привабливості, можна зробити висновок про більш уразливі сторони підприємства і, як наслідок, провести більш об'єктивне та повне її оцінювання.

## **СТРУКТУРА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СОБІВАРТІСТЮ ПРОДУКЦІЇ**

**Черненко Ю.О., керівник доц. Фаїзова О.Л.**

**Національна металургійна академія України**

**Інститут інтегрованих форм навчання**

В основі ефективної системи управління собівартістю продукції на промисловому підприємстві лежить застосування новітніх методів економіко-математичного моделювання факторів, що впливають на склад витрат та формування розміру собівартості продукції. Одним з таких методів є аналіз взаємозв'язку «витрати–обсяг виробництва–прибуток», який дає змогу провести оцінку впливу структури витрат виробництва, обсягів реалізації продукції на прибуток підприємства.

На думку окремих авторів, процес управління собівартістю продукції повинен передбачати такі кроки:

1. Розрахунок оптимальної величини витрат виробництва, зважаючи на попит, вимоги споживачів, виробничий процес, фінансову спроможність підприємства.

2. У випадку впливу ряду непередбачуваних чинників (зміни ціни чи попиту) можливість внесення змін у розмір собівартості продукції (її перерахунок).

3. Контроль за розміром та поведінкою витрат за допомогою автоматизованих систем, із можливістю отримання даних щодо потенційної зміни їх розміру та факторів, що призвели до цих змін.

4. Планування витрат, що формують собівартість продукції за отриманими замовленнями.

Аналіз взаємозв'язку «витрати–обсяг виробництва–прибуток» доцільно проводити в такій послідовності:

- підготовка необхідних інформаційних даних, їх аналітичне опрацювання;
- визначення величини постійних та змінних витрат, точки беззбитковості, зони безпеки;
- визначення необхідного обсягу збуту продукції для отримання планового розміру прибутку.

Дослідження літературних джерел з приводу побудови на підприємстві ефективної системи управління собівартістю продукції свідчать, що розробка структури даної системи, призведе до зростання якості системи управління в цілому та надасть можливість підприємствам оптимізувати кінцеві результати своєї діяльності.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ»*

### **ОГЛЯД РІЗНИХ КОНЦЕПЦІЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ПІДПРИЄМСТВ**

**Шостак А.В., керівник доц. Бандоріна Л. М.  
Національна металургійна академія України**

На сьогоднішній день проблема транспортної логістики досить гостро стоїть перед будь-яким підприємством, яке виробляє або постачає товар. Розгляд різних концепцій вибору оптимального маршруту постачання товарів дає змогу підприємствам мінімізувати витрати на постачання товару, зменшити час необхідний для доставки.

Сукупність споживачів, транспортні засоби товариства, шляхи сполучення, а також система управління, яка використовуються для надання транспортних послуг, об'єднуються в транспортно-логістичну систему підприємств. Ефективність функціонування такої системи багато в чому залежить від результатів моделювання оптимальних маршрутів постачання товарів споживачам.

Мета роботи полягає в розгляді існуючих концепцій транспортної логістики підприємств та представлення авторської програмної реалізації оптимального маршруту методом гілок і меж.

Програмна реалізація “OPTROUT” виконує розрахунок оптимального маршруту постачання товарів на особистому сайті. Що дає змогу користувачеві розрахувати оптимальний маршрут для свого підприємства. Якщо треба оцінити загальну суму витрат на паливо, передбачена можливість введення ціни на 1 л будь-якого палива. Виходячи з цього “OPTROUT” надає можливість урахування загальної суми витрат на паливо. Додатковою функцією програмної реалізації є надання користувачеві готової карти оптимального маршруту виходячи з введених даних, а також можливість експорту результатів у текстовий файл.

## **ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ОПТОВОЇ ТОРГІВЛІ**

**Хоменко О.О., керівник доц. Бандоріна Л.М.  
Національна металургійна академія України**

До необґрунтованого зростання запасів на підприємствах оптової торгівлі веде відсутність сучасних методик і систем управління запасами, що дозволяють враховувати попит на реалізовану продукцію. Це в свою чергу веде до зростання витрат на зберігання, обробку, консолідацію та транспортування товарів, до зниження основних економічних показників діяльності підприємства. В основі оптимізації рівня запасів лежить розрахунок оптимального рівня замовлення, що поповнює запас до оптимального рівня. Критерієм оптимізації при цьому є мінімум сукупних витрат.

Сталість попиту, миттєвість поставки і робота на основі припущення, що поставка прийде без затримки і без збоїв, на яких базується вивід формули Вільсона, є суто теоретичним і абсолютно нереальним на практиці. Внаслідок цього формулу розрахунку оптимального розміру запасу постійно доопрацьовують і на її підставі виділяють такі моделі, як модель з поступовим поповненням, модель з урахуванням втрат від дефіциту, модель з урахуванням дефіциту при поступовому поповненні, модель роботи з багатомономенклатурним заказом, модель роботи з урахуванням оптових знижок, модель з урахуванням ПДВ. Яку модель обрати залежить від обставин надходження товарів, їх обсягу, відношення покупців до дефіциту товарів на складі оптового підприємства та інших.

Оптова торгівля повинна забезпечити ритмічне товаропостачання роздрібною торговельній мережі, що відповідає за кількістю, асортиментом і якістю продукції попиту покупців. Для цього потрібно організувати ефективне управління товарними запасами, що буде сприяти підвищенню рівня торгового обслуговування.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТОВАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТОВ «МЗ «ДНІПРОСТАЛЬ»**

**Самодурова О.С., керівник ас. Удачина К.О.  
Національна металургійна академія України**

Товарна політика металургійного підприємства має передбачати курс дій товаровиробника щодо формування товарного асортименту та управління ним з урахуванням специфіки сектору економіки та галузі.

Метою роботи виступає дослідження методів і моделей аналізу товарної політики та побудова на їх основі системи аналізу товарної політики ТОВ «МЗ «ДНІПРОСТАЛЬ».

Завданнями товарної політики виступають: задоволення потреб споживачів; формування асортименту; завоювання нових споживачів шляхом розширення сфери використання наявних товарів; забезпечення оптимальної програми випуску продукції; співвідношення «старих» і «нових» виробів; вихід на ринок з принципово новими товарами і вилучення із виробничої програми «старих» товарів, які втрачають ринкові позиції. Їх можливо вирішити за допомогою таких методів як: матриці БКГ, в основі якої лежить модель життєвого циклу товарів; ABC-аналізу, що використовується при селективному відборі найцінніших для підприємства постачальників і клієнтів, найважливіших видів сировини і матеріалів, найвагоміших елементів затрат, найрентабельнішої продукції, найефективніших напрямів капіталовкладень; XYZ-аналізу, який широко використовується в процесі нормування обігових коштів для створення виробничих запасів; Холл тесту, в ході якого досить велика група експертів (до 100- 400 людей) у спеціальному приміщенні тестує конкретний товар або його елементи, а потім відповідає на питання які стосуються даного товару.

Аналіз товарної політики дозволить забезпечити конкурентоспроможність товарів на необхідному рівні, знаходження для товарів цільових сегментів ринку, розробку і здійснення стратегії упаковки, маркування, сервісного обслуговування товару; модифікації й модернізації товару і подовження тим самим життєвого циклу товарів (ЖЦТ) і меж використання товару.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

**Аскеров Д.Р., керівник ас. Удачина К.О.**  
**Національна металургійна академія України**

Для отримання прибутку та задоволення суспільних потреб актуальною задачею перед промисловим підприємством виступає аналіз використання його виробничої потужності.

Метою даної роботи є дослідження методів і моделей аналізу використання виробничої потужності підприємства на прикладі ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ».

Під виробничою потужністю підприємства розуміють максимальний обсяг продукції, який підприємство може виготовити за певний період часу при досягнутому рівні техніки, технології, організації праці і виробництва з урахуванням прогресивних норм трудових витрат. Виробнича потужність залежить від: середньої кількості одиниць наявного обладнання з урахуванням його зміни протягом періоду (надходження, вибуття); планового фонду машинного часу; потужності одиниці обладнання з урахуванням прогресивного рівня виконання норм праці виробничих робітників.

Для аналізу використання виробничої потужності підприємства відібрано систему показників, яку розділено на три групи: показники, які характеризують рівень освоєння проектної та використання середньорічної виробничої потужності підприємства; показники, які характеризують використання устаткування в часі та в потужності (коефіцієнти екстенсивної та інтенсивної завантаженості); показники використання устаткування та площ у вартісних і натуральних вимірниках. Також можна застосовувати наступні методи і моделі: економетричну модель; методи статистичного аналізу, метод імітаційного моделювання.

Аналіз використання виробничої потужності підприємства дає змогу отримати інформацію про рівень використання й наявність резервів виробничих потужностей підприємства, його підрозділів і розробити заходи щодо поліпшення використання основних показників.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЗБУТУ**

**Білецький В.В., керівник доц. Лозовська Л.І.**  
**Національна металургійна академія України**

Кожне підприємство після виготовлення готової продукції має забезпечити собі можливість реалізації цієї продукції. При цьому воно несе додаткові витрати на збут, до складу яких входять витрати матеріалів для пакування готової продукції, витрати на транспортування, перевалку і страхування готової продукції, витрати на відрядження працівників, зайнятих збутом, витрати на рекламу та дослідження ринку та інші витрати, пов'язані зі збутом продукції.

Метою даної роботи є дослідження та побудова моделі системи збуту на підприємстві, оскільки в сучасних умовах стрімкого розвитку ринкової економіки система збуту продукції є однією з найважливіших в маркетинговій політиці підприємства.

В структурі витрат на збут продукції дуже значну частину займають транспортні витрати, не зважаючи на те, що в більшості випадків на сьогоднішній день збут відбувається

через посередників, які формують канали збуту. Витрати на транспортування прямо пропорційні відстані, на яку необхідно транспортувати продукцію.

В роботі запропоновано метод оптимізації витрат на транспортування готової продукції, що ґрунтується на розв'язанні задачі оптимального розбиття множини. Цей метод передбачає існування декількох виробничих центрів на певній території, які мають задовольнити попит на продукцію в межах цієї території. В ході розв'язку задачі дана область розбивається на частини таким чином, що загальні транспортні витрати мінімізуються для всіх виробничих центрів.

Окрім того, дану задачу можна трактувати інакше у випадку, коли споживачі самостійно транспортують закуплену продукцію. Таким чином, споживачі, зважаючи на ціну товару в певному центрі виробництва(продажу) та витрати на транспортування з нього продукції, обирають оптимальний для себе варіант, який мінімізує їх загальні витрати на покупку та транспортування.

ПАТ «Інтерпайп НТЗ» є одним із декількох заводів, які входять до групи «Інтерпайп», виробничі потужності якої розташовані в Дніпропетровській області. Це дозволяє застосувати даний метод для зниження транспортних витрат, які несуть ці підприємства. Отже, даний метод може допомогти мінімізувати витрати на перевезення продукції, що, безумовно, є дуже важливим для оптимізації загальних витрат на збут.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖАМИ**

**Таран О.В., керівник доц. Бандоріна Л.М.**

**Національна металургійна академія України**

Розробка ефективно функціонуючої системи управління продажами – це необхідний крок для продуктивної роботи будь-якого підприємства, який дозволить по-новому організувати діяльність з питань реалізації продукції завдяки вивченню платоспроможного попиту на неї та контролю ринків збуту. Відображення динаміки зміни рівня продажів допоможе приймати оптимальні й обґрунтовані управлінські рішення стосовно рівня закупки та реалізації продукції відповідного обсягу.

Метою даної роботи є аналіз і оцінка існуючої інформації про стан продажів, координування збутових операцій та визначення пріоритетного каналу збуту, впровадження інноваційних методів управління продажами на ПСП «Укрмехремонт».

Для моделювання системи управління продажами необхідна вхідна інформація про попит на продукцію, ринки її збуту, їх місткість; наявність реальних і потенційних конкурентів; наявність потенційних покупців (цільової аудиторії); асортимент; план продажів; збитки, що пов'язані з втратою клієнтів.

Функціонування запропонованої системи управління продажами дозволить налагодити регулярний збір інформації і її оновлення відповідно до змін середовища з метою оперативного вирішення виникаючих проблем, здійснювати коригування ситуації та планування діяльності, пов'язаної з реалізацією продукції.

Моделювання системи управління продажами допоможе зробити процес продажів на ПСП «Укрмехремонт» максимально прибутковим і ефективним. Досконале знання потреб споживача та асортименту, що їх задовольняють, – єдина можливість досягти цілей, пов'язаних зі зростанням прибутку, збільшенням обсягів продажів і проникненням підприємства на нові ринки.

## **РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ПРОДАЖІВ БАНКІВСЬКИХ ПРОДУКТІВ ТА ПОСЛУГ**

**Оковитий Г.О., керівник доц. Бандоріна Л.М.  
Національна металургійна академія України**

Аналіз прибутковості продажів окремих банківських продуктів, визначення переваг клієнтів банку та ринкових потреб дає можливість керівництву банку ефективно формувати стратегію розвитку та концентрувати ресурси на прибуткових напрямках діяльності. Для цього виділяються ринкові тенденції, виявляються існуючі проблеми і можливості їх вирішення, розробляються варіанти стратегій розвитку з урахуванням ринкових тенденцій, прогнозується зміна стану кон'юнктури ринку банківських продуктів та послуг.

Мета даної роботи полягає у дослідженні наявних продуктів та послуг АТ «Ощадбанк» і сегментації ринку банківських продуктів та послуг, а також у розробці автоматизованої системи аналізу продажів банківських продуктів та послуг.

Товаром на банківському ринку є банківські продукти та послуги, які можуть надаватись клієнтам банку «Ощадбанк» або іншим банкам. Банківські продукти мають відмінну рису – нематеріальний, грошовий характер. Види банківських продуктів відповідають визначеними напрямами діяльності кредитної організації – традиційним, додатковим і нетрадиційним.

Запропонований в роботі програмний продукт призначений:

- 1) сприяти визначенню цільових клієнтів, на яких спрямована система продажів і цільових сегментів (їх потреби, вимоги, канали (де купують), цінова категорія);
- 2) підтримувати аналіз використовуваних каналів розповсюдження продуктів та послуг;
- 3) виконувати прогнозування і аналітичну підтримку продажів.

## **ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

**Пірог В.В., Сопільняк Я.Т., керівник доц. Лісовенко М.М.  
Національна металургійна академія України**

Основні труднощі вітчизняних підприємств, таких як, наприклад, ООО МЗ Дніпросталь, пов'язані із неефективним використанням наявних ресурсів, а також із незбалансованою системою витрат на виробництво продукції. Результатом стало зниження ефективності виробництва за рахунок підвищення собівартості продукції. Відповідно, антикризовий реінжиніринг має бути спрямований на зниження собівартості та забезпечення максимального самофінансування підприємства. Відтак, для формування переліку об'єктів, на які першочергово варто спрямовувати увагу при реалізації антикризових заходів, доцільно проводити факторний аналіз впливу компонентів собівартості та її прогнозування.

За допомогою математичної моделі на основі регресійного аналізу вивчимо взаємозв'язок між собівартістю продукції та витратами, визначимо вплив найбільш вагомих факторів, які складають виробничу собівартість. До таких факторів віднесемо: матеріальні витрати, фонд заробітної плати (ФЗП), відрахування від ФЗП, амортизацію та інші витрати.

За допомогою побудованої моделі розрахуємо коефіцієнт еластичності, як доказ того, що при зменшенні виробничих витрат на підприємстві, знизиться собівартість, що є чинником стабільності та прибутку підприємства.

Для того щоб оцінити параметри моделі, необхідно мати декілька значень кожного фактора і декілька значень у собівартості у відповідні моменти часу. При цьому довжина динамічних рядів спостережень повинна бути більше кількості факторів.

Чим більше факторів включені в рівняння регресії, тим адекватніше модель початковим даним. Проте, зі збільшенням числа врахованих факторів ростуть витрати на збір статистики. Тому для включення в модель слід відбирати тільки важливі фактори, що забезпечують заданий рівень адекватності.

### **МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ І ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ПІДПРИЄМСТВА НА ПРИКЛАДІ ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»**

**Дроздова Д.О., керівник доц. Бандоріна Л.М.  
Національна металургійна академія України**

Розробка моделі оцінки і вибору інвестиційних проектів дозволяє підприємству обрати найбільш ефективний інвестиційний проект. Актуальність цієї теми в умовах сучасних підприємств полягає в тому, що на більшості виробництв обладнання виробило свій ресурс, а технологічні процеси застаріли і тому потребують впровадження нових інвестиційних проектів.

Мета даної роботи полягає в аналізі інвестиційних проектів, які були запропоновані ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», знаходження показників ефективності та прийняття рішення, стосовно можливості інвестування того чи іншого проекту.

Моделювання оцінки і вибору інвестиційних проектів спирається на методи оцінки ефективності інвестицій з визначенням чистого дисконтованого доходу (NPV, Net Present Value); внутрішньої норми прибутковості (IRR, Internal Rate of Return); індексу прибутковості (PI, Profitability index); періоду окупності проекту (PP, Payback Period). Кожен інвестор, виходячи зі своїх інвестиційних переваг, може класифікувати отримані значення даних показників, виділивши для себе інтервал неприйнятних значень ризику.

Процес функціонування підприємства, як складної системи, можна розглядати через зміну станів такої системи, що описуються її фазовими змінними  $Z_1(t), Z_2(t), \dots, Z_n(t)$  в  $n$ -мірному просторі. Застосування імітаційного моделювання для вирішення поставленого завдання дозволить визначити траєкторію руху даної системи в  $n$ -мірному просторі ( $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ ), а також обчислити деякі показники, що залежать від вихідних сигналів системи і характеризують її властивості.

Таким чином, застосування статистичного моделювання з використанням методу чистої приведеної вартості та урахуванням випадковості показника дозволить розробити імітаційну модель економічного аналізу інвестиційних проектів підприємства, яка є ефективною для використання на малих і великих підприємствах за умови будь-якої кількості періодів реалізації проекту, будь-якого діапазону значень випадкової величини та будь-якої кількості ітерацій з генерування результуючого показника. Результати роботи такої моделі представляють інвестору чітке обґрунтоване пояснення результатів моделювання та наочне їх зображення.

### **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА**

**Карбовська Т. О., керівник ст. викл. Климкович Т.О.  
Національна металургійна академія України**

Планування в системі управління підприємством є однією з головних функцій, що забезпечує підприємству основу для прийняття оптимальних управлінських рішень. Планування направлене на оптимальне використання можливостей підприємства, в тому числі найкращому використанню всіх видів ресурсів та передбачення помилкових дій, що можуть призвести до зниження ефективності діяльності підприємства.



Для розв'язання задач планування використовується низка економіко-математичних моделей серед яких виокремлюють особливий клас моделей – виробничі функції (ВФ). ВФ відображає залежність результату виробництва від витрат ресурсів.

Серед видів ВФ усім вимогам виробничої функції відповідає мультиплікативна функція:

$$Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2} X_3^{a_3} \quad (1)$$

де  $Y$  – об'єм виробництва;  $X_1$  – витрати матеріалів;  $X_2$  – сума амортизаційних відрахувань;  $X_3$  – фонд заробітної плати з відрахуваннями;  $a_0$  – коефіцієнт виробничої функції;  $a_1, a_2, a_3$  – степені виробничої функції.

Для визначення параметрів ВФ ( $a_0, a_1, a_2, a_3$ ) переходять від мультиплікативної до адитивної функції за допомогою логарифмування функції (1):

$$\lg Y = \lg a_0 + a_1 \lg X_1 + a_2 \lg X_2 + a_3 \lg X_3 \quad (2)$$

Числові значення параметрів ВФ розраховуються на основі статистичних даних про роботу підприємства ( $Y, X_1, X_2, X_3$ ) з балансів підприємства за минулі роки.

Визначивши параметри виробничої функції, получимо рівняння залежності об'єму виробництва від витрат матеріалів, суми амортизаційних відрахувань і фонду заробітної плати з відрахуваннями, що може бути використане для планування виробництва продукції підприємства, а також з метою аналізу чинників щодо впливу їх на обсяги випуску продукції.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗАМІНИ ОБЛАДНАННЯ**

**Шишкевич Р.А., керівник доц. Лозовська Л.І.  
Національна металургійна академія України**

Метою дослідження є розробка моделі розрахунку оптимальних планів заміни обладнання ВАТ «Інтерпайп НТЗ», основним видом діяльності якого є виробництво та реалізація сталі, металевих труб, суцільнокатаних коліс, кільцевих виробів та бандажів.

У всьому світі існує безліч підприємств, які використовують для виробництва своєї продукції машинне обладнання. Тому при його впровадженні потрібно скласти оптимальний план використання і заміни обладнання. Задача заміни обладнання розглядається як багатоетапний процес, який характерний для динамічного програмування.

Кінцевим результатом дослідження є створення програмного забезпечення, за допомогою якого економісти, відділу економіки, матимуть змогу розраховувати оптимальний план заміни обладнання, в залежності від обраної стратегії підприємства, та сумарний максимальний прибуток або мінімальні витрати.

Додаток було розроблено в середовищі програмування MS Visual Studio 2010 Professional, мова програмування C#.

Програма дозволить спростити та прискорити роботу економістів з відділу економіки ВАТ «Інтерпайп НТЗ» та максимізувати прибуток й мінімізувати витрати.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Миронова К.Ю., керівник доц. Лозовська Л.І.  
Національна металургійна академія України**

Метою дослідження є розробка моделі формування оптимальних маршрутів перевезень для ТОВ «СЕТАВ СТАЛЬСЕРВІС», основним видом діяльності якого є поставка продукції з нержавіючої, жароміцної сталі.

Метод дослідження – економетричне моделювання, лінійне програмування, графоаналітичні методи.

У сучасній економіці транспортна логістика відіграє важливу роль, забезпечуючи швидку і мобільну доставку товарів споживачам. Проблема оптимізації є в певному сенсі, мабуть, найгострішою проблемою сучасності, оскільки людина завжди прагне знайти якнайкраще рішення в будь-якій сфері діяльності. До цієї ж проблеми належить і транспортна задача, яка визначає планування оптимальних маршрутів для вантажоперевезень.

Кінцевим результатом дослідження є створення програмного забезпечення, за допомогою якого менеджери з логістики відділу закупівель та логістики матимуть змогу формувати оптимальний маршрут перевезень, маючи інформацію про наявність та потребу в продукції на пунктах та відстані між ними. Додаток було розроблено в середовищі програмування MS Visual Studio 2010 Professional, мова програмування C#.

Програма дозволить спростити та прискорити роботу менеджерів з логістики відділу закупівель та логістики ТОВ «СЕТАВ СТАЛЬСЕРВІС» та знизити транспортні витрати.

### **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЕФЕКТИВНОГО РОЗПОДІЛУ РОБІТ**

**Романченко А.В., керівник доц. Лозовська Л.І.  
Національна металургійна академія України**

Робота присвячена автоматизації, створенню інформаційно-програмної системи ефективного розподілу робіт.

Розглянуто характеристику та загальний аналіз об'єкту дослідження – економічний відділ промислового підприємства ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ». Проведено дослідження теоретично-практичних розробок, обґрунтовано запропоновані рішення зі створення існуючих інформаційних систем (ІС), представлено графік точки беззбитковості та строку окупності впроваджуваної автоматизованої системи.

Для створення системи ефективного розподілу робіт, за базу взято задачу про призначення. Для вирішення даної задачі використовувався угорський метод.

Виконане дослідження включає модельний експеримент, проект програми і програму ефективного розподілу робіт на підприємстві.

Практична значимість проведеного дослідження обумовлена тим, що у сучасних умовах розвитку кожне підприємство прагне з найменшими витратами функціонувати в умовах, що склалися з метою отримання високих доходів. Економіко-математичні задачі про призначення дозволяють знайти оптимальний варіант розміщення одного кандидата на виконання однієї роботи таким чином, щоб мінімізувати сумарні витрати по виконанню комплексу робіт групою виконавців.

### **МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКОВИХ СИТУАЦІЙ У БАНКІВСЬКІЙ СИСТЕМІ**

**Половінкіна А.Ю., керівник ст. викл. Ярмоленко Л.І.  
Національна металургійна академія України**

Метою оптимізації портфеля цінних паперів є формування такого портфелю, який відповідав би вимогам підприємств як за прибутками, так і за ризиком, та при цьому достатньою мірою був диверсифікований.

Ризик та доход різних цінних паперів різні. Як правило, цінні папери, яким притаманний ризик, дають невеликий прибуток, а цінні папери, які можуть дати більший доход, характеризуються більшим ризиком. Найбільш розповсюджені дві моделі оптимізації портфеля: модель Марковіца та модель Шарпа. В умовах фондового ринку, що формується, розвивається та реорганізується (яким є фондовий ринок України), найбільш адекватною виявляється модель Квазі-Шарп. Ця модель ґрунтується на взаємозв'язку доходності кожного

цінного папера з деякого набору цінних паперів з доходністю одиничного портфеля з цих паперів.

Дані по прибутковостям акцій запропоновані КБ «Приватбанк». На основі вивчення зарубіжних та вітчизняних джерел, що стосуються теорії оптимізації портфеля цінних паперів були виділені найбільш поширені моделі та вивчені їх пріоритети і межі застосування.

Виходячи з цього, в роботі в якості економіко-математичної моделі при оптимізації пакета цінних паперів для КБ «ПриватБанк» була відібрана модель Квазі-Шарп. Оптимізація проводилася за допомогою вбудованої функції табличного процесора EXCEL Solver і після обробки отриманих результатів була виявлена структура портфеля з розглянутих цінних паперів, що забезпечує максимальну прибутковість при заданому рівні ризику та структура пакета мінімального ризику при заданій прибутковості.

Розроблена програма дозволяє досить легко проводити багатоваріантні розрахунки при оптимізації пакетів цінних паперів. Це пов'язане тільки із зміною вихідних даних стосовно прибутковості цінних паперів і характеру обмежень математичної моделі.

#### *ПІДСЕКЦІЯ «ПОЛІТИЧНА ЕКОНОМІЯ»*

### **ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ РИНКОВИХ ВІДНОСИН У НАЦІОНАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЦІ УКРАЇНИ**

**Гармаш В.Ю., керівник проф. Білоцерківець В.В.  
Національна металургійна академія України**

Ринок - обов'язковий компонент товарного господарства. Об'єктивна необхідність ринку викликана тими ж причинами, що і товарне виробництво: розвитком громадського поділу праці та економічним відокремленням суб'єктів ринкових відносин. Ці умови зароджувалися і розвивалися як єдине ціле, як єдиний процес взаємодії виробництва і збуту продукції. Сутність ринку являє собою механізм взаємодії споживачів і продавців. Самі продукти при цьому є об'єктами ринку. Поняття товару не обмежується лише матеріальними речами. Ринкові відносини - це відносини і зв'язки, які складаються між продавцями і покупцями в процесі купівлі-продажу товарів. Суб'єкти ринку в сфері обміну поділяються на дві групи: виробників і споживачів. Споживачами виступають ті суб'єкти, які мають гроші: підприємці, наймані працівники, дрібні товаровиробники, пенсіонери, учні та студенти. Суб'єктом ринкових відносин виступає майже все населення країни. Споживачі купують ці товари для задоволення своїх потреб і виступають на ринку як покупці товарів. Виробники створюють різні блага, призначені для продажу і виступають на ринку як продавці товарів. Ринкові відносини динамічні, вони несуть в собі не тільки генетичну пам'ять економічних перетворень, здійснених людством, а й особливості історичних, економічних, природничих, соціально-політичних, культурних та інших умов розвитку різних країн. Реальний стан цих умов визначає ступінь розвитку ринкових відносин.

### **ПРОБЛЕМА РИЗИКІВ У НАЦІОНАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЦІ: КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ШЛЯХИ ПОМ'ЯКШЕННЯ**

**Кривцун В.В., керівник проф. Білоцерківець В.В.  
Національна металургійна академія України**

В умовах сучасної національної економіки України, відомої своєю нестабільністю, ступінь ризику сильно зростає. Отже проблема посилення ризиків в Україні є досить актуальною і вимагає заходів щодо негайного пом'якшення. У більшості мов значення слова ризик є майже ідентичним і найчастіше вказує на можливість несприятливих подій та дій,

пов'язаних із ними. В економічній діяльності ризик позначає загрозу втрати при здійсненні виробничої діяльності. У сучасній економічній теорії ризик розглядається не лише як ймовірність настання небажаних подій, а й як можливість отримання прибутків внаслідок прийняття ризикових рішень. Тому виділяють такі типи ризиків: позитивний і негативний ризики. Крім того, існує досить широка класифікація ризиків. Так, в залежності від можливого результату існують чисті та спекулятивні ризики. Чисті ризики з'являються при наявності явної загрози, їх неможливо уникнути і у кращому випадку вони приводять до нульового результату. Спекулятивні ж ризики можна уникнути, оскільки вони є результатом умисних дій і можуть вести до позитивних результатів. Також, залежно від причин виникнення ризики поділяються на: природні, екологічні, політичні, транспортні, комерційні. Визначення поняття ризику, їх класифікація і розуміння сутності надзвичайно важливі для оцінки ризику.

### **ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ СПРАВЕДЛИВОСТІ: МІЖ РІВНІСТЮ ТА НЕРІВНІСТЮ**

**Манахова Д.М., керівник проф. Білоцерківець В.В.  
Національна металургійна академія України**

Суспільство не є однорідною масою, йому не притаманна тотальна рівність в силу об'єктивних причин. Результатом соціальної нерівності виступає поділ суспільства на класи, верстви або страти. Якщо між ними виникають конфлікти з приводу несправедливості суспільного устрою на чийсь користь, то поширення та загострення може призвести до повстань і революцій, шляхом яких неодноразово в історії людства були і, ймовірно будуть спроби створити нове соціально справедливе суспільство. Питання визначення справедливості і нерівності є досить складними, неоднозначними, залежать від історичного етапу розвитку суспільства. Критерій соціальної справедливості та критерій моральності та етичності економічної системи є суспільними дефініціями, які багато в чому перетинаються і співпадають. Соціальну нерівність узагальнено розуміють як неоднакові можливості доступу до матеріальних благ, влади тощо. Серед науковців немає повної єдності щодо вирішального чинника соціальної нерівності: багатство чи влада. Деякі автори додають до цих факторів ще привілеї, пов'язані з контролем над ресурсами, репутацією, певні професії або вид зайнятості, що забезпечують особливі права. На думку Дж. Гелбрейта розподіл доходів у кінцевому підсумку обумовлюється розподілом влади. Закони, інститути, соціальні системи можуть бути справедливими або ні. І для людей завжди важливо у який спосіб основні соціальні інститути розподіляють фундаментальні права і обов'язки та визначають розподіл переваг спільної діяльності. Концепція соціальної справедливості повинна забезпечити стандарт, за допомогою якого мають оцінюватись розподільні аспекти в суспільстві.

### **ПРОБЛЕМИ СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ МАЛОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ** **Мельник Т.М., керівник проф. Завгородня О.О.** **Національна металургійна академія України**

У економіці функціонує безліч малих фірм, підприємств, компаній, що разом відіграють важливу роль у розвитку національної економіки, наповненні товарного ринку та забезпеченні високого рівня зайнятості населення. Саме мале підприємництво швидко реагує на ринкові зміни, масово адаптується до кон'юнктурних коливань. На протигагу монополіям саме суб'єкти мікро- та малого підприємництва найбільш схильні до оновлення номенклатури продукції та технологічної модернізації, а також найбільш зацікавлені випускати якомога якіснішу конкурентоспроможну продукцію, щоб утриматися на власному ринковому сегменті та розширювати його. На жаль, зараз малий бізнес в Україні переживає

складні часи. Багато підприємств щодня закриваються та банкрутують. Цьому сприяє низка факторів, серед яких: поглинання малих фірм крупнішими; втрата конкурентоспроможності через низьку якість продукції (послуг) або через надто високі витрати (собівартість) та ціну; корупція та хабарництво; високі державні податки, які скорочують чистий прибуток фірм; відсутність державної та соціальної підтримки малого бізнесу; значні обсяги стартового капіталу, пов'язані із надвисокими кредитними ризиками. Для вирішення цих проблем потрібна докорінна перебудова державної політики підтримки малого бізнесу, насамперед, найголовніше - зменшення податків та соціальних внесків, щоб дрібні приватні власники мали змогу сплачувати податки не в збиток собі і не ухилялися від їх сплати.

## **СПІВВІДНОШЕННЯ ЦІННОСТЕЙ ІНДИВІДУАЛІЗМУ ТА КОЛЛЕКТИВІЗМУ ПРИ ПРИЙНЯТТІ САМОСТІЙНИХ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ**

**Чернишов Ю.О., керівник проф. Завгородня О.О.  
Національна металургійна академія України**

Основною проблемою економіки є проблема вибору. Процедура особистого вибору досить складна й залежить від багатьох факторів, зокрема від засвоєних культурних цінностей, власних принципів економічного суб'єкта, його амбіцій, навичок та компетенцій, статусних та майнових позицій, тощо. Всі теорії суспільного ладу, при очевидній різниці між ними, можуть бути зведені до двох взаємно протилежних принципів для прийняття свідомого рішення: індивідуалізм та колективізм. При індивідуалізмі акцент робиться на самостійність, ініціативність, орієнтацію на власний успіх та кар'єру, економічної самодостатності і незалежності, зокрема від держави. Колективізм передбачає розгляд людини як частинки групи, колективу, організації, держави за умов, що у більшості випадків колективний чи суспільний інтерес домінує над особистим. Довготривалий час суперечка між колективізмом та індивідуалізмом у нашій країні однозначно вирішувалась на користь першої тенденції. Історія засвідчує, що колективізм версії СРСР руйнує у людині особистість, індивідуальність, нав'язує йому пасивну конформістську модель поведінки. Зараз же настав час політичної та економічної демократії, коли актуальним є відоме гасло «один за всіх та всі за одного». Як відомо, в сучасна економіка багата на чисельні і проблеми та загрози, вирішення й подолання неможливо самотужки. Підвищення добробуту та якості життя населення, захист територіальної цілісності, національна економічна безпека - це найважливіші задачі, що можуть бути вирішені лише шляхом об'єднання зусиль та політико-економічних компромісів.

## **ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ**

**Душина А.В., керівник проф. Завгородня О.О.  
Національна металургійна академія України**

Закон України «Про інноваційну діяльність» визначає пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні як обґрунтовані та визначені напрями провадження інноваційної діяльності, що спрямовані на забезпечення економічної безпеки держави, створення високотехнологічної конкурентоспроможної екологічно чистої продукції, надання високоякісних послуг та збільшення експортного потенціалу держави. Вони поділяються на стратегічні (затверджуються Верховною Радою України на період до 10 років) та середньострокові (визначаються на період до 5 років). Серед вітчизняних стратегічних інноваційних пріоритетів: освоєння нових технологій транспортування енергії; впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії; освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та

військової техніки; освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій; розвиток сучасних ІКТ, робототехніки, тощо. Середньострокові пріоритетні напрями формуються на основі стратегічних пріоритетних напрямів з метою поетапного забезпечення їх реалізації на державному, галузевому та регіональному рівнях. Вони реалізуються шляхом формування та виконання державних цільових програм, державного замовлення та окремих інноваційних проектів. Обсяги коштів, що щорічно спрямовуються на реалізацію відповідних державних цільових програм, визначаються законом про Державний бюджет України на поточний рік.

## **СОЦІАЛЬНО-ТРУДОВА ПОЛІТИКА НА РИНКУ ПРАЦІ. ПРОБЛЕМИ СОЦІАЛЬНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ ВРАЗЛИВИХ ВЕРСТВ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ІНФЛЯЦІЇ.**

**Лисенко М.Г., керівник проф. Лебедєва В. К.  
Національна металургійна академія України**

Одна з найбільш гострих проблем сучасного розвитку економіки в багатьох країнах світу – це інфляція, яка є негативним впливом на всі сторони життя суспільства. Тому я вирішила розглянути це питання, а саме: умови та соціальні наслідки інфляції, проблеми соціального захисту населення. Інфляція має не тільки економічні, а й соціальні наслідки: зниження життєвого рівня усіх верств населення, знецінення грошових заощаджень, підривання мотивації до ефективної трудової діяльності і, найголовніше, посилення безробіття. Економіка може потрапити або у ситуацію безробіття, або інфляцію. Тому задача полягає в тому, що державі необхідно вплинути на величину попиту, а саме: покращити купівельну спроможність, яка зменшить за собою безробіття. На мою думку, щоб забезпечити повну зайнятість, потрібно підвищити сукупність загального попиту в суспільстві, наприклад, шляхом зниження податків та збільшення пенсій, стипендій тощо. Це збільшить споживчу спроможність, об'єм попиту, який призведе до того, що підприємства повинні будуть більше виробляти, продавати, а отже і працюватиме більше людей.

Отже, розширюючи об'єм попиту, можна позбутися проблеми безробіття, яка є причиною соціальної напруги в суспільстві і наслідком інфляції.

## **ТРУДОВІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ ТА МІГРАЦІЙНА ПОЛІТИКА**

**Куліш П.С., керівник проф. Лебедєва В.К.  
Національна металургійна академія України**

Після набуття Україною незалежності одним із здобутків демократизації суспільного життя стало зняття обмежень на перетин державного кордону. Економічні труднощі перехідного періоду примусили багатьох людей шукати заробітку за кордоном. Проблема зовнішніх трудових міграцій населення є актуальною для України і нині. Україна продовжує залишатися країною-експортером робочої сили. Регулювання міжнародних міграційних процесів здійснюється на основі національних міграційних політик. У багатьох розвинених країнах створено чітку систему імміграційного захисту своїх кордонів, яка працює за принципом визначення корисності для держави зовнішніх міграційних потоків, і залучення до країни, в разі потреби, іноземних фахівців і робітників певного професійно-кваліфікаційного спрямування. Експорт Україною трудових ресурсів має свої позитивні наслідки: ослаблення проблеми безробіття, певний зиск за валютні перекази емігрантів своїм сім'ям. Але існують також досить вагомий негативні наслідки. Найголовніше – це втрата висококваліфікованих спеціалістів та додаткові витрати на підготовку нових. Для відновлення трудових ресурсів є необхідним поліпшення умов праці, техніки безпеки, охорони здоров'я, а також впровадження нових форм організації праці та розподілу трудових

ресурсів. Законодавство потребує внесення змін для захисту прав та інтересів емігрантів, а також створення необхідних умов для прийому іммігрантів та залучення їх до праці в галузях, що потребують трудових ресурсів. Також необхідно заохочувати емігрантів до повернення на Батьківщину та створити сприятливі умови для інвестицій грошей мігрантів, для цього їм необхідна кредитна підтримка, яка поки не передбачена законом. Отже, необхідним є удосконалення міграційної політики України для створення необхідних умов для розвитку господарства та економіки країни.

## **СТРАТЕГІЯ ІННОВАЦІЙНО–ІНФОРМАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ**

**Кузнецова А.О., керівник доц. Леонідов І.Л.  
Національна металургійна академія України**

Інноваційно–інформаційний розвиток України не спроможний реалізуватися без підвищення частки інноваційної продукції та інноваційної активності регіонів. Суперечності інноваційної діяльності регіонів в Україні проявляється між об'єктивними закономірностями інтенсифікації інноваційних процесів та обсягом фінансування науково-технічних розробок. Нові реалії євроінтеграційного процесу потребують поглибленості наукових досліджень інноваційної стратегії розвитку регіонів. Звідси метою цієї роботи є виявлення інноваційної стратегії розвитку регіонів. Згідно стратегії розвитку «Україна 2020» та національної доповіді «Інноваційна Україна 2020» розвиток інноваційної діяльності, у тому числі і в регіонах відбуватиметься шляхом формування мезоекономічних основ його сталого тренду, його активізації з подальшим закріпленням стабільно стійких темпів. У якості регіональних стратегічних цілей такого напрямку претендує створення державних структур підтримки інноваційного підприємництва. На рівні забезпечення стратегії інноваційного розвитку регіону актуалізуються ринкові механізми залучення іноземних інвестицій. Координуючий рівень реалізації стратегії інноваційного розвитку регіонів представлений розробкою єдиних правил територіальної адаптації способів поєднання засобів досягнення стратегічних цілей з погляду, насамперед, ефективності. Втіленню стратегії інноваційного розвитку регіонів сприятиме формування інституційно-економічного механізму врахування інноваційно–інформаційний ініціатив громадських організацій та приватних фірм.

## **ДЕТІНІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ: СТРАТЕГІЧНІ АЛЬТЕРНАТИВИ**

**Лупир Р.Р., керівник доц. Леонідов І.Л.  
Національна металургійна академія України**

В умовах імплементації угоди з Євросоюзом актуалізується необхідність прискорення детінізації економіки України. Джерелом такого процесу є суперечність між обсягами привласнення форм національного багатства та залучення їх у суспільне відтворення. Вітчизняні дослідження проблематики тіньової економіки представлені розробками В.М. Бородюка в частині методики розрахунків, В.П. Вишневського з огляду на оподаткування, В.М. Геєця з питань економічного зростання, Е.М. Лібанової з позицій демографії та ін. Досвід науковців відкриває шлях до подальшого удосконалення заходів локалізації тіньових процесів у реаліях євро-інтеграційних викликів. Звідси метою даної роботи є виявлення та дослідження стратегічних альтернатив детінізації економіки України. Реалізацію стратегічних поступів з детінізації економіки пропонується здійснити за сценарним підходом. Антикорупційний сценарій запобігає загрозі втрати інвестиційних надходжень та нагромаджень, здатних підірвати макроекономічну стабільність. Легітимізаційний сценарій нівелює загрозу перевищення повноважень чиновників у фінансових установах, яке призводить до втрати довіри з боку вкладників, інвесторів та

міжнародних рейтингових агентств. Мотиваційний сценарій попереджує ухиляння від сплати податків. Умови ухиляння від оподаткування неоднакові для фізичних осіб. Частина населення, що привласнює дохід у формі заробітної плати, за існуючої системи прибуткового оподаткування майже позбавлена можливості ухилятися від сплати податків. Інший – роботодавцям притаманне ухиляння від сплати податків.

## **УКРАЇНА У СВІТОВИХ РЕЙТИНГАХ СОЦІАЛЬНО – ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ**

**Шишкіна Н. О., керівник доц. Летуча О.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Згідно світових рейтингів економіка України зростає, але цей прогрес не помітний для українців. Але попри це, в Україні і надалі найбільшими проблемами є інфляція, проблеми у сфері боротьби з корупцією, політична нестабільність. За рівнем сприйняття корупції аналітиками і підприємцями за десятибальною шкалою Україна посіла 131-ше з 176 місць. Найгірше до корупції ставляться в Данії, а найбільше хабарництво розвинене в Сомалі. Згідно з ним, індекс фінансової свободи оцінено в 30 балів, сумлінності влади (government integrity) - у 29,2, інвестиційної свободи - в 25, а судової ефективності - в 22,6 бала. Краще за все, на думку укладачів індексу, в Україні з торговельною свободою - 85,9 бала та податковим тягарем - 78,6. В індексі процвітання Інституту Legatum (LPI) Україна займає 112 з 149 місць. Україна опустилася в глобальному економічному рейтингу конкурентоспроможності (GCI) і займає 81 місце.. За даними рейтингу та МВФ станом на квітень 2017 року, населення України становило 42,5 мільйона осіб. Частка ВВП України становила 0,29% світового. ВВП України - 93,3 млрд доларів, а ВВП на душу населення - 2194,4 доларів. Для порівняння: ВВП на душу населення в Швейцарії становив 79,2 тис. доларів, у США – 57,4 тис. доларів, у Сінгапурі – 52,9 тис. доларів, у Польщі – 12,3 тис. доларів, у Росії - 8,9 тис. доларів. Таким чином, можна стверджувати, що Україна за деякими рейтингами 2017 року підвищила свої позиції, але і надалі існують суттєві проблеми. Резервами підвищення позицій може бути: стабілізація економічної та політичної ситуації, підвищення рівня ВВП, удосконалення податкової та правової системи, поліпшення дієвості заходів, пов'язаних із боротьбою проти корупції.

## **СУЧАСНА МІЖНАРОДНА ЕКОНОМІКА: ТЕНДЕНЦІЇ ДО ГЛОБАЛІЗАЦІЇ**

**Шкіль І. В., керівник доц. Летуча О.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Розвиток міжнародних економічних відносин характеризується процесами міжнародної економічної інтеграції, глобалізації та транснаціоналізації світової економіки. Глобалізація міжнародних відносин характеризується посиленням взаємозалежності та взаємовпливу різних сфер суспільного життя і діяльності в галузі міжнародних відносин. Вона охоплює практично всі сфери суспільного життя, включаючи економіку, політику, ідеологію, соціальну сферу, культуру, екологію, безпеку, спосіб та умови життя тощо. Особливого значення набули інновації, які зараз впроваджуються у всі галузі та сфери діяльності. З одного боку, глобалізація розширює можливості окремих країн щодо використання та оптимальної комбінації різноманітних ресурсів, їхньої більш глибокої і всебічної участі в системі міжнародного поділу праці, з іншого – глобальні процеси значно загострюють конкурентну боротьбу, спричиняють маніпулювання фінансовими й інвестиційними ресурсами, що становить реальну загрозу для країн з низьким та середнім рівнем розвитку. Отже, в умовах глобалізації формується якісно нова система міжнародних відносин, заснована на принципово новому рівні взаємодії країн. Вагову роль в цьому



процесі відіграють ТНК, як суб'єкти міжнародних ринкових відносин; логістичні системи, які забезпечують ефективність взаємодії ринкових суб'єктів та ключові аспекти концепції сталого розвитку, як теоретико-практичні рекомендації для забезпечення розвитку міжнародних економічних відносин в умовах глобалізації.

## **УКРАЇНА ЗА ІНДЕКСОМ ЗАЛУЧЕННЯ КРАЇН СВІТУ ДО МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ**

**Лисенко М.Г., керівник доц. Летуча О.В.**  
**Національна металургійна академія України**

За рейтингом показника рівня залучення країн світу в міжнародну торгівлю, що має назву Індекс залучення країн до міжнародної торгівлі Україна посіла 95 сходинку з-поміж 136 країн світу, опустившись за два роки на 9 позицій. На 2016 рік лідером рейтингу став Сінгапур. Україна втратила позиції за показником, що характеризує діловий клімат країни, опустившись зі 106 сходинки на 125. Погіршення показників України, безумовно, залежить від деяких факторів, а саме: корупція на кордоні (найбільш проблемний фактор для імпорту), забезпечення ефективності роботи митниці, низькі технологічні види експорту, відсутність повних виробничих циклів, велику частку експорту становить проміжна продукція, необхідність закупівлі великої кількості імпортних енергоносіїв, тощо. Отже, аналіз даних глобального дослідження дозволяє визначити яким чином країна усуває бар'єри на шляху до міжнародної інтеграції, її здатність до стимулювання торгівлі, а також системні проблеми, які потребують вирішення для покращення ситуації. Для того, щоб сальдо країни мало позитивне значення необхідно підтримувати експорт з України деякими методами: стимулювати виробництво продукції; сприяти модернізації та технічному оснащенню виробництва; удосконалення механізму фінансування, кредитування, страхування; забезпечити достатню правову підтримку вітчизняного виробника; стимулювати інвестиційну діяльність на території країни та інше. Розробка довгострокової стратегії, з урахуванням сильних та слабких позицій у відповідності з Індексом залучення країн до міжнародної торгівлі, сприятиме торговельній та інвестиційній привабливості України, формуванню бренду країни в цілому.

## **ЗМІНА ВАЛЮТНОГО МАТЕРІАЛУ: ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ**

**Бурковський М.Д., Козючиць Я.С., керівник проф. Тарасевич В.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Національний банк України заявив про припинення друку паперових банкнот номіналом 1, 2, 5 і 10 гривень - замість них в Україні будуть введені в обіг монети відповідних номіналів. Головною причиною заміни банкнот на монети є більша рентабельність останніх: хоч чеканка монет дорожча за друк паперових банкнот, але тривалість обігу у монети приблизно 20 років проти одного-двох років у банкноти. Така заміна дозволить заощадити до одного мільярда гривень в рік. Необхідність оптимізації готівкового обігу викликана в першу чергу істотною зміною купівельної спроможності за останні два десятиліття. Торішня інфляція в 13,7%, звичайно, "внесла" свій вклад в цей процес. У Нацбанку такі нововведення пояснюють наступним: держава зможе заощадити кругленьку суму з урахуванням терміну служби монет; метал непридатних монет можна переплавити; захист металевих грошей від підробки тощо. В НБУ обіцяють що монети будуть легкими і невеликими. Ця заміна не повинна ні яким чином вплинути на інфляцію, бо це лише заміна валютного матеріалу, тобто не з'явиться дисбаланс між попитом та пропозицією. Поступова заміна грошей не має деномінаційного характеру. Можливе коливання інфляції в межах однієї десятої відсоткового пункту. Крім того, монети зручніше

для використання в торгових автоматах. Одним з головних інфляційних ризиків залишається безготівкова грошова емісія, в тому числі постійна докапіталізація Приватбанку і активізація уряду у випуску внутрішніх облігацій держпозики.

### **ЗОВНІШНЯ ТРУДОВА МІГРАЦІЯ: ПЕРЕДУМОВИ, ВПЛИВ І НАСЛІДКИ ДЛЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

**Болтенкова К.В., науковий керівник проф. Тарасевич В.М.  
Національна металургійна академія України**

Особливістю розвитку світової економіки XXI століття є її глобалізація, що виявляється у вільному переливанні капіталів, матеріальних і трудових ресурсів. Україна вважається однією з найбільших країн – донорів робочої сили в Європі. Великі потоки трудових мігрантів сформувалися в результаті нестабільної політичної та економічної ситуації в країні. Це стосується абсолютно всіх соціальних верств: і безробітних, і фахівців із високим рівнем кваліфікації, що шукають кар'єрного росту і кращих умов для розвитку. До позитивних її наслідків можна віднести: надходження до України іноземної валюти від трудових мігрантів, зменшення напруги на ринку праці, а також зниження рівня прихованого та зареєстрованого безробіття. До негативних - втрату власної висококваліфікованої робочої сили, тобто фахівців та науковців, що спричиняє уповільнення науково-технічного прогресу; втрату кваліфікації мігрантів; відсутність відрахування від заробітної плати нелегальних мігрантів у соціальний та пенсійний фонд; погіршення сімейних відносин; повернення трудових мігрантів пенсійного віку. Проведений аналіз свідчить про те, що зупинити відтік працездатного економічно активного населення можна, лише забезпечивши умови для ефективного його використання : розробку виваженої міграційної політики держави, спрямованої на створення високопродуктивних робочих місць, гідного рівня оплати праці, підвищення соціальних стандартів і соціальної захищеності трудового потенціалу, реформування наявної системи освіти з метою отримання якісного навчання, створення сприятливих умов для ведення бізнесу тощо, що потребує ретельного подальшого дослідження зовнішньої трудової міграції в Україні, визначення факторів, причин, наслідків.

### **ПРИНЦИПИ ДЕРЖАВНОЇ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ПОЛІТИКИ**

**Ленський К.Є., керівник доц. Ткаченко Н.І.  
Національна металургійна академія України**

Органами державного регулювання підприємництва є центральні органи виконавчої влади, а також місцеві органи виконавчої влади та органів самоврядування, які реалізують державну політику щодо регулювання, підтримки та розвитку підприємництва. Стисла характеристика суб'єктів та засобів впливу на підприємництво.

Державне регулювання підприємництва має свої функції, інструменти (методи). Законодавство, яке впливає на підприємництво по трьох напрямках. Система заходів, розроблених державою, з урахуванням вимог ринку та інтересів суб'єктів підприємницької діяльності. Політика роздержавлення і приватизації. Комплекс економіко-правових відносин та організаційно-правових заходів щодо їх регулювання з метою проведення ринкових реформ, зміни економічної структури. Створення структури змішаної економіки, становлення приватного сектора економіки та створення конкурентного середовища для розвитку підприємництва. Основними пріоритетами приватизації є підвищення ефективності виробництва та мотивації до праці, прискорення структурної перебудови і розвитку економіки України. Основні засоби регулюючого впливу держави на діяльність суб'єктів господарювання: державне замовлення, державне завдання, ліцензування, патентування і квотування; сертифікація та стандартизація, застосування нормативів та лімітів, регулювання

цін і тарифів; надання інвестиційних, податкових та інших пільг; надання дотацій, компенсацій, цільових інновацій та субсидій.

## **ПЕРЕХІДНА ЕКОНОМІКА: ЗМІСТ ТА МОДЕЛІ**

**Гунченко Д.В., керівник доц. Ткаченко Н.І.**  
**Національна металургійна академія України**

Невідповідність між економічним устроєм держави та існуючими потребами розвитку суспільства спричинює явище, яке традиційно прийнято кваліфікувати як економічна криза, визначальною рисою якої є економічна деградація. Єдино можливим шляхом подолання економічної кризи є перехід до іншої, якісно ефективнішої форми економічної системи.

Період цього перехідного стану характеризується становленням та функціонуванням особливого типу економічних систем, відомого в економічній літературі під визначенням перехідні економічні системи.

Перехідна економічна система – це така національна економічна система, яка перебуває на перехідному етапі від одного свого якісного стану до іншого.

Зміст перехідної економіки – формування нових елементів та системоутворення їх, яке дає можливість зайняти новому панівне місце в ієрархії підсистем та системи як цілого.

Головні завдання перехідного періоду від адміністративно-командної до соціально орієнтованої ринкової системи такі: реформування відносин власності; роздержавлення; приватизація; демонополізація; лібералізація, яка набуває двох форм – внутрішньо-економічної і зовнішньоекономічної; макроекономічна стабілізація; формування ринкової інфраструктури; соціальний захист найуразливіших верств населення.

## **СИСТЕМА ЦІЛЕЙ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

**Музика О.І., керівник доц. Ткаченко Н.І.**  
**Національна металургійна академія України**

Національна економіка — це структурно і організаційно єдина система взаємозв'язаних галузей і сфер діяльності людей, якій властива відповідна пропорційність, взаємозумовленість розміщення на території, обмеженій державними кордонами.

Національна економіка є продуктом певних історичних процесів і періодів, оскільки становлення її здійснюється досить тривалий час.

Головною метою всієї економічної політики є створення ефективної і конкурентоспроможної економіки.

Вивченню національної економіки належить центральне місце. Так як застосування певних інструментів макроекономічного регулювання дозволяє створити сприятливе середовище для господарської діяльності всіх суб'єктів економіки.

Крім того, національна економіка ставить такі глобальні цілі як стабільність цін, підтримка зовнішньоторговельного балансу, високий рівень зайнятості.

Перед національною економікою ставляться цілі: Стабільні високі темпи зростання національного обсягу виробництва; Стабільність цін; Підтримка зовнішньоторговельного балансу; Високий рівень зайнятості. Названі цілі досягаються через застосування певних інструментів макроекономічного регулювання.

## **ЕЛЕКТРОННА КОМЕРЦІЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

**Хобот А.П., керівник ст. викл. Алсуф'єва О.О.  
Національна металургійна академія України**

Стрімкий розвиток глобальних інформаційно-комунікаційних технологій та їх використання згенерували формування нових викликів і можливостей для сучасного підприємництва в Україні і світі. Електронний простір запропонував велику кількість нових інструментів для ведення електронної комерції (e-commerce) – діяльності з використанням інформаційних комунікаційних технологій, яка охоплює: електронний документообіг, електронну систему платежів, електронну торгівлю. Вона пропонує доступ на глобальних ринків, в т.ч. дозволяє суб'єктам підприємницької діяльності розширити свою базу клієнтів, асортимент товарів; доступність інформації про товари і послуги в режимі реального часу, наближує постачальника до замовника, скорочує час виходу товару на ринок і процес адаптації компаній до змін ринку, підвищує рівень прихильності споживачів до торгових марок тощо.

На нашу думку, сучасні реалії свідчать про те, що електронне підприємництво, привносячи зростання конкуренції і економію витрат на тлі глобального розширення охоплення ділових інтересів, володіє великим потенціалом для вигід споживачів, розвитку підприємницької справи. За прогнозами, на початку 2018 р. не менше 60 % продажів стануть здійснюватися через Інтернет, що лишній раз доводить своєчасність і актуальність подальших досліджень особливостей електронної комерції в Україні.

## **ПОТЕНЦІЇ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ В ІННОВАЦІЙНО- ОРИЄНОВАНІЙ НАЦІОНАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЦІ**

**Болтенкова К.В., керівник ст. викл. Алсуф'єва О.О.  
Національна металургійна академія України**

В умовах становлення інноваційних моделей розвитку економічних систем, що стає атрибутом новітньої економічної історії людства та індикатором його переходу у новий вимір суспільних цінностей, на особливу увагу заслуговують проблеми перманентного регулювання інноваційної діяльності в площині малого і середнього бізнесу, що є запорукою підвищення добробуту і якості життя населення країни в цілому. За даними ООН на малих і середніх підприємствах задіяно 50% трудового населення і виробляється від 30% до 60% національного продукту. В Україні цей показник вище: малий і середній бізнес забезпечує 79,1% робочих місць і створює 59% доданої вартості, що перевищує аналогічні показники Польщі та Німеччини. В Україні в 2015 році 99,8% суб'єктів підприємництва становив малий і середній бізнес, в якому було зайнято 80% населення, проте його частка у ВВП становила лише 15%. Однією з головних функцій малого та середнього бізнесу є згладжування коливань в економічній кон'юнктурі, збалансування попиту і пропозиції, особливо в умовах кризи. Малі підприємства здатні найшвидше й економічніше вирішувати проблеми реструктуризації економіки, формування і насичення ринку споживчих товарів в умовах дестабілізації економіки та обмеженості фінансових ресурсів. Вони є найбільш пристосованими до інноваційної діяльності, до сприйняття нового. Це актуалізує концептуальні розробки новітніх інтегративних моделей економічних перетворень національної економіки, що відповідатимуть імперативам поєднання загальносвітових тенденцій і закономірностей розвитку з національними інтересами та цілями, які сфокусовані на механізмах та регулювання інноваційної діяльності серед представників малого та середнього бізнесу з метою її активізації ап'рорі є актуальними та практично значущими.

## **ДО ПИТАННЯ ПРО ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНО ВІДПОВІДАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ В УКРАЇНІ**

**Кривобокова І.В., керівник ст. викл. Алсуф'єва О.О.  
Національна металургійна академія України**

Пошук оптимальної моделі соціальної відповідальності в Україні передбачає необхідність визначення довгострокової і відповідальної державної політики у взаєминах влади, бізнесу і суспільства.

Основи такої співпраці вже закладено у Законі України «Про державно-приватне партнерство» та в Указі Президента України «Про заходи щодо визначення і реалізації проектів із пріоритетних напрямів соціально-економічного та культурного розвитку». Тим не менш подальших розробок потребують наступні напрями державної політики із формування соціально відповідальної поведінки: підвищення інформованості та формування потенціалу в сфері соціальної відповідальності.; підвищення відкритості та прозорості. Достовірна інформація щодо економічної, соціальної та екологічної діяльності є необхідною вимогою до соціальної відповідальності для інвесторів, співробітників, постачальників, клієнтів та державних органів влади – регуляторів. Держава може відігравати провідну роль у підвищенні якості та поширенні відповідних звітів із соціальної відповідальності суб'єктів господарювання; сприяння соціально відповідальним інвестиціям. Розглядаючи економічні, соціальні, екологічні та / або інші етичні критерії при прийнятті інвестиційних рішень, соціально відповідальні інвестиції поєднують інтереси стейкхолдерів (зацікавлених сторін) з інтересами акціонерів; вивчення досвіду («walk the talk») із впровадження інструментів соціальної відповідальності у сферах: державних закупівлях, здійсненні соціально відповідальних інвестицій та впровадженні систем управління із соціальної відповідальності.

### *ПІДСЕКЦІЯ «ОБЛІК І АУДИТ»*

#### **УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ КРЕДИТІВ БАНКІВ**

**Балинська В.І., керівник доц. Акімова Т.В.  
Національна металургійна академія України**

Одним з найбільш складних і суперечливих питань облікової роботи є облік кредиторської заборгованості. Це пов'язано з існуванням проблеми неплатежів. Суб'єкти господарювання на перший план висувують вирішення власних проблем, замість виконання фінансових зобов'язань по платежах перед партнерами. Відсутність майнової відповідальності за невиконання власних договірних зобов'язань дає їм змогу ухилятися від взаєморозрахунків з партнерами. Проте кредиторська заборгованість має значну питому вагу серед розрахункових операцій на підприємстві, тому чітко налагоджена система обліку та контролю за станом зобов'язань підприємства є актуальним в діяльності будь-якого підприємства.

Найбільш поширеним видом кредиторської заборгованості у балансі підприємств є банківські кредити. Складним, але дуже важливим питанням в обліку кредитів банку є правильний розрахунок виплати основного боргу та нарахованих відсотків за кредит згідно з умовами кредитного договору з банком. Крім того, досить часто на підприємствах облік зобов'язань за банківськими кредитами ведеться з помилками. Так розповсюдженою помилкою є те, що суми зобов'язань, які мають бути погашені впродовж строку менш ніж один рік з дати річного балансу, вчасно не

переводяться до складу поточної заборгованості за довгостроковими зобов'язаннями. Графік погашення зобов'язань порушується і виникає прострочена заборгованість. Це відбувається у зв'язку з тим, що, як правило, на підприємствах немає робочих документів щодо контролю попередження виникнення простроченої заборгованості за кредитами. Уникнути таких проблем допоможе розробка та впровадження в облікову систему підприємства відомості з обліку банківських кредитів, за допомогою якої стане можливим фіксувати та контролювати правильність та своєчасність виплат за кредитами. Відомість повинна містити наступну інформацію:

- величина кредиту;
- термін та строк кредитування;
- найменування банку, який надає кредит;
- номер платежу та запланована дата погашення платежу згідно кредитного договору;
- запланована сума погашення основного боргу;
- запланована сума погашення відсотків;
- запланована загальна сума платежу;
- залишок величини основного боргу;
- дата та сума фактичного погашення зобов'язання за кожним платежем;
- відхилення від суми та дати сплати за кредит;
- винуватець несвоєчасного погашення (якщо його можна визначити).

Такі заходи позитивно вплинуть на питання управління кредиторською заборгованістю підприємства.

## **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ НЕОБОРОТНИХ АКТИВІВ**

**Богомол А.Ю., керівник ст. викл. Кравченко Т.В.  
Національна металургійна академія України**

Необоротні активи – необхідна складова майна підприємства. Не задіяні в операційній діяльності суб'єкта господарювання основні засоби, можуть бути використані з метою одержання доходів від надання їх в оренду. Облік орендних операцій відзначається широким спектром проблем, які стосуються їх визначення, класифікації, визнання, оподаткування, відображення на рахунках бухгалтерського обліку, нормативно-правового забезпечення.

Згідно з П(С)БО 14 оренда – угода, за якою орендар набуває права користування необоротним активом за плату протягом погодженого з орендодавцем строку. Розрізняють фінансову оренду та операційну.

Одночасно з підписанням договорів оренди проводиться передача об'єктів оренди і на кожен об'єкт, що передається в оренду, складаються акти приймання-передачі основних засобів за типовою формою ОЗ-1, а також акт приймання-здачі відремонтованих, реконструйованих та модернізованих об'єктів типової форми ОЗ-2 (застосовується орендарем у випадку здійснення ремонту, модернізації орендованих основних засобів) і інвентарна картка обліку основних засобів типової форми ОЗ-6 (застосовується орендарем при прийнятті основних засобів в оренду).

Але ці документи є первинною документацією для всіх операцій надходження основних засобів на підприємство. Вони не відображають особливостей обліку оренди, до яких відносяться сума, витрачена на ремонт, модифікацію, реконструкцію, модернізацію орендованого об'єкта і нарахування суми орендних платежів.

Тому доцільно в умовах підприємств розробити обліковий документ, який відображав би інформацію про стан заборгованості підприємства по розрахунках з фінансової оренди, а також коректив суми заборгованості перед лізингодавцем на витрати, пов'язані з ремонтом

об'єкта фінансової оренди. Це знизить трудомісткість роботи бухгалтера, а також покаже особливості обліку орендованих основних засобів.

### **ЧАСОВА СТРУКТУРА ОБЛІКОВОГО ПРОЦЕСУ**

**Бракаренко В.О., керівник проф. Король Г.О.**  
**Національна металургійна академія України**

Обліковий процес як будь-який виробничий процес являє собою послідовну зміну станів облікової системи у просторі та часі. За характером впливу у часі виробничі процеси поділяють на циклічні та не циклічні. Очевидно, що облікові процеси відносяться до не циклічних, оскільки не можна сказати, що їх компоненти та елементи цих компонентів систематично повторюються при складанні кожного первинного документа, бухгалтерського регістра або звіта.

За відношенням до свого результату і значимістю складові облікового процесу можна поділити на основні, допоміжні та контрольні. Так, заповнення первинних документів і бухгалтерських регістрів, форм звітності підприємства відносяться до основних операцій облікового процесу; підготовка комп'ютера до роботи, сортування документів, їх передача на інші робочі місця обліковців – до допоміжних; перевірка правильності якісних і кількісних реквізитів документів – до контрольних операцій. Усі разом основні, допоміжні та контрольні операції складають час роботи обліковця.

Крім часу роботи у обліковому процесі має місце також час перерв. Перерви можна поділити за їх місцем в обліковому процесі на між операційні й внутрішньо операційні, а також за відповідністю нормативам – на нормативні й позанормативні.

Часова структура облікового процесу визначається рядом таких показників, як абсолютна тривалість кожного структурного компонента, кількість компонентів й елементів у них, їх співвідношення й організаційна форма. Ефективність часової структури облікового процесу при інших рівних умовах буде тим вище, чим менша кількість компонентів, чим коротше тривалість кожного з них, чим більше питома вага часу роботи, чим раціональніше співвідношення компонентів та їх елементів. Усвідомлення, аналіз та удосконалення часової структури облікового процесу сприяє покращанню організації праці обліковців, підвищенню їх працездатності та якості облікової інформації.

### **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ОПЕРАЦІЙ З НАДАННЯ ОВЕРДРАФТУ**

**Букша К.В., керівник доц. Ізвєкова І.М.**  
**Національна металургійна академія України**

Нестача коштів для здійснення поточної діяльності суб'єктами господарювання є однією із основних проблем вітчизняної економіки, а отже реалізація сучасних світових технологій у кредитуванні економіки країни дуже потрібна кожному підприємству.

Достатньо часто будь-яке підприємство стикається з ситуацією, коли гроші повинні надійти на рахунок підприємства в найближчому часі, а здійснити розрахунки підприємству необхідно негайно. При цьому найпростіший спосіб вийти з такої ситуації - скористатися короткостроковим банківським кредитом, найпростіший з яких саме овердрафт. Використовуючи його, підприємство може не тільки значно підвищити свій потенціал, а й поліпшити платіжну дисципліну, ділову репутацію, працювати стабільно, без перебоїв.

На сьогодні питання відображення в обліку операцій з овердрафтом є не до кінця відпрацьованими, тому виникає потреба в розробці чіткої послідовності здійснення безготівкових розрахунків за умов надання овердрафту.

Можливо застосовувати два варіанти відображення в обліку операцій з надання

овердрафту. Перший варіант пропонує відбивати надання овердрафту на підставі виписки банку за кредитом рахунку 31 «Рахунки в банках», у зв'язку з чим виникає кредитове сальдо поточного рахунку. А за другим варіантом пропонується кредитувати рахунок 60 «Короткострокові позики» у кореспонденції з дебетом рахунку 31 «Рахунки в банках».

За логікою, правильніше все-таки відбити кредитовий залишок за рахунком 31, адже такий запис відповідатиме саме особливості овердрафту. Однак слід враховувати те, що при складанні фінансової звітності підприємство не зможе коректно відобразити кредитовий залишок за рахунком 31 «Рахунки в банках» у відповідних статтях звітності.

Внаслідок цього було запропоноване відображати операції з овердрафтом в бухгалтерському обліку підприємства в залежності від того, на який термін він наданий. Якщо термін використання овердрафту встановлено у межах звітного кварталу і менше, то, щоб уникнути зайвих записів в обліку, доцільно відображати кредитовий залишок за рахунком 311 «Поточний рахунок у національній валюті». Якщо ж термін овердрафт не буде погашено до кінця звітного кварталу, цілком логічно використовувати для обліку рахунок 60 «Короткострокові позики».

## **ДОКУМЕНТАЛЬНЕ ОФОРМЛЕННЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ДЕБІТОРСЬКОЇ ЗАБОРГОВАНОСТІ**

**Водолаз Л.М., керівник доц. Распопова Ю.О.  
Національна металургійна академія України**

Для забезпечення достовірності даних бухгалтерського обліку перед складанням річної звітності підприємства проводять інвентаризацію активів і зобов'язань, зокрема, дебіторської заборгованості. Документальне оформлення інвентаризації дебіторської заборгованості полягає в складанні «Акта звіряння розрахунків з конкретним контрагентом» та «Акта інвентаризації розрахунків з дебіторами».

Слід зазначити, що «Акт інвентаризації розрахунків з дебіторами» визначений нормативними документами та складається за формою Інв-17. В даному Акті відображають інформацію про виявлені суми неузгодженої з дебіторами заборгованості, безнадійні борги, суми за якими сплив строк позовної давності та ін.

Форма «Акта звіряння розрахунків з конкретним контрагентом» нормативними документами не визначена, тому на підприємстві вона повинна складатися в довільній формі. Отже, пропонується до відповідного Акту включити таку інформацію:

- обов'язкові реквізити (найменування документа, його номер та дата складання, назва підприємства де складений даний Акт, підписи відповідальних осіб тощо);
- назва контрагента (суб'єкта господарювання) з яким здійснюється звіряння взаєморозрахунків;
- назва, номер та дата документа за яким виникла дебіторська заборгованість та сума такої заборгованості;
- назва, номер та дата документа за яким погашена певна сума дебіторської заборгованості;
- номер синтетичного (аналітичного) субрахунку щодо відображення дебіторського заборгованості конкретного контрагента;
- сума дебіторської заборгованості (загальна в тому числі: прострочена; за якою сплив строк позовної давності) станом на дату проведення інвентаризації за даними підприємства;
- сума заборгованості (загальна в тому числі: прострочена; за якою сплив строк



позовної давності) станом на дату проведення інвентаризації за даними контрагента;

– неузгоджені суми (розбіжності в сумі заборгованості) між даними підприємства та контрагента.

Підвищення рівня інформативності документального оформлення інвентаризації дебіторської заборгованості забезпечить прозорість операцій між підприємством та його дебіторами, сприятиме оперативному узгодженню розбіжностей між ними й забезпечить певний рівень достовірності облікових даних.

## **ОБґРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОГО КОНТРОЛЮ В УМОВАХ ТОВ «ВІНТЕКС ЛТД»**

**Гудова Т.В., керівник доц. Акімова Т.В.  
Національна металургійна академія України**

У сучасних умовах діяльності українських підприємств внутрішньогосподарський контроль набуває все більшого значення. Він стає одним з основних інструментів підвищення ефективності управління підприємством різних організаційно-правових форм.

Багато вітчизняних та закордонних науковців приділяють увагу питанням внутрішньогосподарського контролю. Дослідження їх праць дає можливість однозначно стверджувати, що всі науковці згодні з думкою, що внутрішньогосподарський контроль необхідний на всіх стадіях, рівнях та процесах управління підприємством. Саме внутрішньогосподарський контроль дає реальну оцінку стану систем управління ресурсами підприємства, його капіталом та зобов'язаннями.

Дослідження під час переддипломної практики показало, що в умовах ТОВ «ВІНТЕКС ЛТД» система внутрішньогосподарського контролю не розвинена. З огляду на це, можливо стверджувати, що така система повинна бути введена на даному підприємстві.

Метою внутрішньогосподарського контролю є підвищення ефективності ведення господарської діяльності підприємства шляхом удосконалення заходів, методик і процедур, які використовуються при виконанні функції контролю на підприємстві [1].

Потреба у внутрішньогосподарському контролі підтверджується тим, що верхня ланка управління не займається безпосередньо контролем повсякденної діяльності підприємства, у зв'язку з чим вона відчуває потребу в інформації, яка формується на більш низькому рівні. Треба відзначити, що система внутрішньогосподарського контролю повинна бути представлена певними контрольними рівнями. Перший рівень – контроль власників; другий рівень – адміністративний контроль; третій рівень – контроль, що здійснюється управлінськими структурами функціональних підрозділів; четвертий рівень – самоконтроль. Таким чином система внутрішньогосподарського контролю пронизує усі аспекти діяльності підприємства, за допомогою чого досягає своїх цілей.

### **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:**

1. Король Г.О. Теоретичні засади інформаційного забезпечення внутрішньогосподарського контролю на підприємстві *[Електронний ресурс]* / Г.О. Король, Т.В. Акімова // Ефективна економіка. – 2016. – №11. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5285>.

## **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ БЕЗГОТІВКОВИХ РОЗРАХУНКІВ В УМОВАХ НМЕТАУ**

**Дейнеко М.В., керівник доц. Акімова Т.В.  
Національна металургійна академія України**

Безготівкові розрахунки – один з найважливіших факторів діяльності підприємства. Оптимально організований облік та контроль за використанням безготівкових грошових коштів є дуже важливим аспектом ефективної діяльності підприємства. Велика кількість авторів, що досліджують бухгалтерський облік, безготівковим грошовим коштам приділяють особливу увагу. Це обумовлено тим, що у сучасних економічних умовах більшість розрахунків здійснюються саме безготівковими коштами. У більшості країн з розвинутою ринковою економікою поступово зовсім відмовляються від розрахунків готівкою. Це доводить, що використання безготівкових розрахунків у сучасній фінансово-господарській діяльності підприємств є не тільки зручним, а й необхідним [1]. Однак, дослідження існуючого становища системи безготівкових розрахунків у НМетАУ показало, що підприємство не в повній мірі використовує переваги безготівкових розрахунків. Так, видача коштів під звіт у НМетАУ здійснюється готівковими грошовими коштами. Це тривалий та громіздкий у документальному оформленні процес. Для покращення та швидкості отримання підзвітними особами коштів на відрядження та спрощення відображення цього процесу в обліку пропонується замість готівкових розрахунків використовувати безготівкові розрахунки. Для цього пропонується відкривати корпоративні платіжні картрахунки для обліку підзвітних грошових коштів для перерахування на ці рахунки необхідних коштів. Працівникам підприємства, які їздять у відрядження видаються відповідні платіжні картки, облік яких ведеться окремо.

Це надасть можливість відрядженим особам мати цілодобовий доступ до карткового рахунку, можливість безготівкової оплати товарів і послуг у торговельній мережі та Інтернеті, тобто можливо буде розраховуватись наприклад за готель, проїзд і т.п. корпоративною карткою. За допомогою надходження sms-повідомлень на вказаний службовий мобільний телефон бухгалтера або керівництва підприємства можливо буде керувати кожний рух коштів по картковому рахунку.

### **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:**

1. Косенко Т.Г. Удосконалення безготівкових розрахунків у господарській діяльності підприємства / Т.Г. Косенко // Международный научный журнал «Интернаука». Экономические науки. – 2016. – №12 (22). – Т. 2 – С. 77-79.

## **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ ВИРОБНИЧИХ ЗАПАСІВ В УМОВАХ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

**Делеган М.Г., керівник проф. Король Г.О.  
Національна металургійна академія України**

Первинний облік являє собою повноцінну складову системи бухгалтерського обліку. У теорії бухгалтерського обліку традиційно первинний облік представлений як початкова стадія облікового процесу, яка включає в себе документування операцій. Для оформлення господарських операцій з виробничими запасами, які здійснюються на металургійному підприємстві, використовують різні за своєю формою і змістом бухгалтерські документи.

Одним із запропонованих напрямків удосконалення первинного обліку виробничих запасів на металургійному підприємстві є поділ документів на групи за певними ознаками, що забезпечує правильне складання і опрацювання документа, тобто здійснити класифікацію

первинних документів. Пропонується також проаналізувати реквізитний склад існуючих первинних облікових документів. Проведений аналіз дозволить створити оптимальний обсяг обліково-інформаційного забезпечення з руху виробничих запасів на підприємстві. У картку складського обліку матеріалів, пропонується внести деякі доповнення про рух запасів за місцями виникнення витрат – центрами відповідальності (наприклад доменний цех, сталеплавильний цех, бухгалтерія та інші підрозділи). Крім того для систематизації первинної документації рекомендується щомісячне складання товарно-транспортних накладних, лімітно-забірних карт, накладної на відпуск матеріалів на сторону і відомостей з надходження та вибуття виробничих запасів по кожній підгрупі виробничих запасів.

Запропоновані рекомендації щодо удосконалення первинного обліку виробничих запасів дозволять поширити інформативність первинного обліку виробничих запасів і більш раціонально організувати працю облікового персоналу.

### **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ КРЕДИТОРСЬКОЇ ЗАБОРГОВАНОСТІ**

**Дума О.С., керівник ст. викл. Безгодкова А.О.**  
**Національна металургійна академія України**

У процесі виробництва підприємство використовує сировину й матеріали, працю найманих працівників, отримує кредити банків, сплачує податки і таке інше. Внаслідок такої діяльності у нього виникають різноманітні зобов'язання: перед постачальниками - за поставлену сировину й матеріали, перед своїми працівниками - щодо виплати заробітної плати, перед бюджетом – зі сплати податків тощо.

Кредиторська заборгованість – це заборгованість підприємства іншим юридичним і фізичним особам, що виникла в результаті здійснених раніше дій (подій), оцінена в гривнях і щодо якої в підприємства існують зобов'язання її погашення в певний строк (П(С)БО 11).

Рекомендовано наступні заходи з удосконалення обліку кредиторської заборгованості:

- удосконалення нормативно-правового забезпечення обліку кредиторської заборгованості на підприємстві;
- проведення аналізу розрахунків з кредиторами з метою управління грошовими коштами;
- створення відділу внутрішнього контролю за кредиторською заборгованістю;
- забезпечення своєчасного контролю співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості;
- ведення аналітичних рахунків та аналітичної відомості щодо розрахунків з кредиторами.

Отже, з впровадженням запропонованих заходів щодо удосконалення обліку кредиторської заборгованості забезпечить своєчасність, повноту та юридичну обґрунтованість розрахунків з кредиторами як запоруку успішного розвитку, стабільності та стійкості підприємств у сучасних ринкових умовах.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ РОЗРАХУНКІВ З ДЕБІТОРАМИ**

**Івашкевич І.С., керівник ст. викл. О.Л. Єр'оміна**  
**Національна металургійна академія України**

Розрахунки з дебіторами є важливою складовою фінансово-економічної діяльності будь-якого підприємства. Вони нерозривно пов'язані з вхідними та вихідними грошовими потоками, які складають основу процесу забезпечення безперервної діяльності суб'єктів господарювання. Затягування строків отримання платежів та погашення зобов'язань

приводить до сповільнення операційного циклу та зниження ділової активності підприємств.

Для удосконалення обліку за розрахунками з дебіторами пропонується введення аналітичного документу в якому буде відображена інформація у розрізі дебіторів по даті виникнення та сумі заборгованості, плановій даті і строкам погашення заборгованості

Запропонований документ буде відображати фактичний стан дебіторської заборгованості та надасть можливість здійснювати аналіз і своєчасно реагувати на можливі відхилення щодо окремих дебіторів.

Порівняльний аналіз розрахунків з дебіторами є важливим при веденні обліку, тому пропонується систематично проводити аналіз за кожним дебітором, який полягає в порівнянні сум заборгованості за декілька періодів, визначенні питомої ваги кожного дебітора в загальному обсязі дебіторської заборгованості та визначенні відхилень по зрівнянню з минулими періодами.

З метою підвищення достовірності ведення обліку і складання фінансової звітності необхідний систематичний контроль розрахунків з дебіторами.

Наведені рекомендації розширяють можливість відображення операцій, підвищують контроль за станом розрахунків з дебіторами, сприятимуть повному та достовірному відображенню в бухгалтерському обліку дебіторської заборгованості.

### **ВИБІР МЕТОДУ ОБЛІКУ ВИТРАТ В УМОВАХ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА** **Кечка С.С., керівник проф. Король Г.О.** **Національна металургійна академія України**

Вибір методу обліку витрат, який слід використовувати на підприємстві, у числі інших факторів, залежить також і від виду економічної діяльності такого підприємства. Для виробничого підприємства, яке переробляє сільськогосподарську продукцію, часто використовують попереробний або позамовний методи обліку витрат. У той же час законодавство та міжнародний досвід розглядають значну кількість методів обліку витрат, використання яких позитивно впливає на фінансові результати роботи підприємства.

Вибір методу для виробничого підприємства може базуватися на таких підходах. Використання методу стандарт-костинг допоможе підвищити рівень управління та контроль за витратами, але при цьому можливо знизиться точність розрахунків собівартості продукції. При використанні директ-костингу передбачається покращити рентабельність виробництва, але можливо неякісне оцінювання витрат через помилки при розподіленні їх на постійні та змінні. Метод kaisen-костинг використовується на підприємствах, на яких постійно скорочується кількість персоналу, що нехарактерно для умов вітчизняних підприємств. Для використання системи Just in tieme потрібно глобально змінити процес виробництва. Застосування методу Target-костинг вимагає об'єктивно оцінювати рівень витрат на виробництво ще на стадії проектування продукції.

У той же час використання методу ABC-костинг дозволяє покращити управлінський облік й прийняття управлінських рішень за рахунок вищого ступеня деталізації інформації, завдяки чому знизити витрати, збільшити прибуток підприємства, підвищити рівень його конкурентоспроможності на ринку.

### **ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ ВИРОБНИЧИХ ЗАПАСІВ В УМОВАХ ДЕРЖАВНОЇ** **НАУКОВО-ВИРОБНИЧОЇ ДОСЛІДНОЇ АГРОФІРМИ** **Лепеха Д.В., керівник проф. Король Г.О.** **Національна металургійна академія України**

Основними напрямками діяльності агрофірми є активне сприяння науковій установі, якій воно підпорядковане, а також іншим науковим установам в роботі по проведенню

наукових дослідів, виробничої перевірки і впровадженню науково-технічних розробок; виформування та реалізація біологічних активів озимих та ярих сільськогосподарських культур; надання сільськогосподарських послуг за межами агрофірми; автотранспортні та транспортні послуги населенню, підприємствам та організаціям. Крім того, агрофірма може здійснювати іншу господарську діяльність, відповідно до законодавства та статуту. На ДП «НВД АФ «Наукова» НААНУ» як метод оцінки виробничих запасів використовується метод ідентифікованої собівартості.

Для оцінки балансової вартості запасів при відпуску у виробництво, при продажу та іншому вибутті запасів в Україні застосовується один із методів, наведених у п.16 П(С)БО 9:

– ідентифікованої собівартості відповідної одиниці продукції – використовується на підприємстві, тому що застосовується щодо виробничих запасів, які використовуються для виконання спеціальних замовлень і проектів значної вартості, а також стосовно тих видів запасів, що вони не замінюють один одного;

– середньозваженої собівартості – може використовуватися, бо цей метод є простим у застосуванні і достатньо точним, оскільки враховує середню ціну на запаси, але використовувати недоцільно тому, що у період підвищення цін метод призводить до того, що підприємство оголошує більший прибуток, ніж реально отримує, у результаті чого сплачуються надлишкові кошти у вигляді податків;

– собівартості перших за часом надходження запасів (ФІФО) – не використовується, тому що цей метод є вигідним для держави у фіскальних цілях і призводить до сплати більшого розміру податку на прибуток;

– нормативних затрат – може використовуватися, бо на підприємстві існують норми витрачання запасів на одиницю продукції, але не використовується тому, що потребує постійного перегляду норм використання запасів, праці, виробничих потужностей та діючих цін;

– ціни продажу – не може використовуватись на підприємстві, тому що зазвичай застосовується в роздрібній торгівлі та ресторанному бізнесі, не є абсолютно точним внаслідок усереднення розміру торгової націнки і заокруглень при розрахунках.

Виходячи з аналізу наведених характеристик методів оцінки запасів, що вибувають, з їх переваг та недоліків, в умовах агрофірми доцільно зберегти використання методу ідентифікованої вартості як найбільш раціонального з точки зору формування фінансових результатів.

## **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ МШП В УМОВАХ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ**

**Лисенко К.О., керівник доц. Ізвєкова І.М.  
Національна металургійна академія України**

В умовах вітчизняних підприємств існують проблеми щодо належного документального оформлення операцій з малоцінними та швидкозношуваними предметами. Як правило, для оформлення їх надходження та вибуття на підприємстві й обліку руху на складі використовуються такі ж саме документи, як і для інших запасів. Тобто типові форми первинних документів зазвичай не використовуються й облік руху та списання МШП на підприємствах ведеться зі значними порушеннями.

Для усунення всіх зазначених проблем та удосконалення обліку малоцінних та швидкозношуваних предметів в умовах суб'єктів господарювання було розроблено певні пропозиції.

Для обліку предметів, які видають працівникам для постійного використання, розпочати користуватись формами МШ-2 «Картка обліку малоцінних та швидкозношуваних предметів» та МШ-6 «Особова картка обліку спецодягу, спецвзуття та запобіжних

пристроїв», в яких матеріально відповідальні особи мають фіксувати інформацію про видавання із комори працівникам та повернення ними відповідних предметів.

Крім того, для поєднання аналітичного та зведеного обліку малоцінних та швидкозношуваних предметів з метою підвищення контролю за ідентичністю облікової інформації на місцях їх експлуатації та у бухгалтерії застосовувати «Звіт про рух малоцінних та швидкозношуваних предметів у матеріально відповідальній особі», який буде містити як загальні реквізити, так і конкретну інформацію щодо матеріальних цінностей (назва та номенклатурний номер; залишки цінностей на початок та кінець місяця за кількістю і їх вартістю; дані про надходження, використання і переміщення малоцінних та швидкозношуваних предметів тощо).

Також для належного оформлення операцій щодо внутрішнього переміщення такого виду малоцінних та швидкозношуваних предметів як спеціальний одяг, а саме передачі його в прання та прийому з прання впровадити «Довідку про рух спеціального одягу, який передано для прання», яка буде складатися за необхідністю на конкретну дату прання спеціального одягу та містити інформацію про номенклатурний номер, назву та кількість речей, що передано та повернуто з прання, з поясненням причин неповернення речей.

Впровадження зазначених пропозицій дасть можливість не лише налагодити оперативний облік малоцінних та швидкозношуваних предметів, але й виявляти помилки у формуванні вартості малоцінних та швидкозношуваних предметів, списаних у виробництво.

### **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ МШП В УМОВАХ БЮДЖЕТНОЇ УСТАНОВИ**

**Максименко С.Л., керівник ст. викл. О.Л. Єр'оміна  
Національна металургійна академія України**

В умовах постійної зміни законів, несталості нормативної бази в державі заслугове на особливу увагу питання контролю малоцінних і швидкозношуваних предметів (МШП). Бюджетні установи для своєї діяльності купують предмети разового користування і вартість цих матеріальних засобів повністю вибуває із суспільного кругообігу протягом одного або кількох етапів споживання. На придбання матеріалів витрачаються значні кошти з бюджету та інших джерел, тому виникає необхідність посилення контролю за використанням малоцінних і швидкозношуваних предметів.

Технологія проведення внутрішнього контролю МШП повинна бути спрямована на повну перевірку первинних облікових документів і облікових регістрів, їх оформлення, зміст та взаємозв'язок в обліковому процесі, а також на перевірку звіту про рух матеріалів та продуктів харчування і відповідність його даних даним облікових регістрів.

З метою удосконалення внутрішнього контролю МШП в бюджетній установі рекомендовані наступні етапи його проведення: перевірка надходження МШП; перевірка правильності оформлення первинних документів; перевірка правильності зберігання МШП; перевірка передачі МШП в експлуатацію; перевірка проведення інвентаризації МШП; перевірка списання МШП та узагальнення результатів перевірки.

Запропоновані етапи внутрішнього контролю дозволять своєчасно виявити та попередити порушення в обліку малоцінних та швидкозношуваних предметів.

## НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ТОВАРІВ В УМОВАХ ТОВ «ХОМСТЕР УКРАЇНА»

Мокренко Д.І., керівник доц. Акімова Т.В.  
Національна металургійна академія України

У бухгалтерському обліку до категорії товарів відносять як матеріальні так і нематеріальні цінності, що придбанні (отриманні) та утримуються підприємством з метою подальшого продажу. Слід зазначити, що сучасні ринкові відносини висувають нові завдання щодо вирішення проблем обліку операцій із продажу товарів, тоді як існуючі дослідження базуються на класичному підході, тому деякі аспекти обліку операцій із продажу товарів у системі управління торговельного підприємства потребують більш глибокого дослідження. Невирішеними залишаються питання належного аналітичного обліку для інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень із метою підвищення їх ефективності [1].

На практиці, зокрема, в умовах ТОВ «ХОМСТЕР УКРАЇНА», окрім аналітичного обліку потребує удосконалення класифікація та кодування товарів для належного контролю над операціями з надходження та продажу товарів.

В умовах ТОВ «ХОМСТЕР УКРАЇНА» можна виділити певні недоліки обліку товарів та шляхи їх усунення (табл. 1).

Таблиця 1

Недоліки обліку товарів та шляхи їх усунення

Недоліки	Шляхи їх вирішення
Неналежний контроль за надходженнями та наявністю товарів	Інвентаризація товарів
	Класифікація і кодування товарів: - ієрархічний метод; - фасетний метод
Можливість помилки в ідентифікації товарів	Включити кодування до складання первинних документів. Внести зміни в комп'ютерну програму обліку, зміни до складу групових аналітичних відомостей, додати зміни до усіх карток складського обліку
Непоследовна організація документообігу	Первинні документи, на підставі яких відбуваються приймання та відпуск товарів, повинні проходити через товарознавця

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Власюк, Г.В. Напрями вдосконалення обліку операцій з продажу товарів *[Електронний ресурс]* / Г.В. Власюк. – Режим доступу: <http://firearticles.com/bugalterskiy-oblik-audit/219-napryami-vdoskonalennya-oblku-operacy-z-prodazhu-tovarv-vlasyuk-g-v.html>.

## НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ДЕБІТОРСЬКОЇ ЗАБОРГОВАНOSTI В УМОВАХ ПІДПРИЄМСТВА

Микитенко Д.В., керівник ст. викл. Кравченко Т.В.  
Національна металургійна академія України

Причиною економічної кризи в нашій країні, в значній мірі є криза платежів, яка проявляється у тому, що підприємства не здійснюють платежі одне одному за товари, роботи і послуги. Цей процес супроводжується ростом дебіторсько-кредиторської заборгованості при розрахунках між суб'єктами підприємницької діяльності.

Існуючі на підприємствах проблеми виникнення простроченої дебіторської заборгованості вимагають контролю за термінами позовної давності з метою врегулювання

питань отримання оплати боргу від дебіторів.

Методологічні засади формування у бухгалтерському обліку інформації про дебіторську заборгованість та її розкриття у фінансовій звітності визначає П(С)БО 10.

Для здійснення обліку претензійно-позовної роботи та з урахуванням її стану, доцільно розробити та використовувати в умовах підприємств відомість обліку простроченої заборгованості за розрахунками з покупцями та замовниками, яка будить містити дані про найменування та юридичну адресу дебітора, що прострочив строк сплати заборгованості, а також дату виникнення заборгованості, строк позовної давності.

Використання цього документу дозволить більш ретельно відстежувати строк сплати заборгованості і зменшити ризик виникнення прострочених наданих товарних кредитів, уникнути помилок у класифікації дебіторської заборгованості. А постійний контроль за своєчасністю повернення дебіторської заборгованості та недопущення фактів її несплати створить реальні передумови покращання фінансового стану будь якого підприємства, підвищення його стабільності та конкурентоздатності в сучасних умовах ринкового існування.

### **МЕТА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ**

**Музика В.О., керівник проф. Король Г.О.  
Національна металургійна академія України**

У сучасних умовах європейської інтеграції економіки України виникають проблеми при управлінні підприємствами, установами, організаціями, які впливають на ефективність діяльності суб'єкта господарювання. На перший план виходять питання щодо поліпшення якості прийняття управлінських рішень і покращання за рахунок цього функціонування суб'єкта господарювання. Процес прийняття управлінського рішення спирається на значні обсяги інформації, що характеризують поширення, розвиток та економічне значення факторів конкурентного середовища. Лише у результаті своєчасного отримання та повноцінної обробки цієї інформації можна прийняти оптимальне рішення, яке забезпечить ефективну діяльність підприємства та його високу рентабельність [1]. Інформаційне забезпечення управлінських рішень – це сукупність єдиної системи класифікації та кодування інформації, уніфікованої системи документації, схем інформаційних потоків, що циркулюють в організації та поза її межами, а також методологія побудови баз даних [2]. Воно полягає у наданні інформаційних ресурсів у розпорядження особи, яка приймає рішення, і здійснюється значною мірою за допомогою обігу документів на підприємстві. Основними принципами створення інформаційного забезпечення є: цілісність, вірогідність, єдність, гнучкість, стандартизація, уніфікація, контроль, захист від несанкціонованого доступу. Враховуючи указані особливості, можливо визначити мету інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень.

У результаті дослідження робіт науковців, а також підходу до формування подібних дефініцій [4] та власного логічного аналізу щодо проблеми, яка розглядається, можна сформулювати наступне: метою інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень є надання управлінському персоналу сукупності відомостей, даних, документів тощо, які є достовірними, актуальними, повними, перевіреними, оперативними, зрозумілими та корисними, захищеними від несанкціонованого доступу, для можливості прийняття на базі отриманої інформації обґрунтованого, доречного та економічно вигідного управлінського рішення задля забезпечення ефективної діяльності суб'єкта господарювання. Усвідомлення мети інформаційного забезпечення управлінських рішень сприяє покращанню його організації та удосконаленню підходів до підготовки та прийняття ефективних управлінських рішень.



#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Теліна В.Ю. Сучасні підходи до розробки та прийняття управлінських рішень в умовах ринкової системи господарювання // [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/24050/24-Telina.pdf?sequence=1>.
2. Мішак Т.В. Роль документообігу у розвитку інформаційного забезпечення процесу прийняття управлінських рішень / Т.В. Мішак // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2006. – № 567: Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – С. 100–106. – Режим доступу: [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/35817/1/18\\_100-106.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/35817/1/18_100-106.pdf)
3. Батюк А.Є. Інформаційні системи в менеджменті / А.Є. Батюк, З.П. Двудіт, К.М. Обельовська та ін. – Львів: Інтелект-Захід, 2004. – 517 с.
4. Король Г.О. Формування мети аналітичної підтримки прийняття управлінських рішень / Г.О. Король, Н.П. Потрус // Облік, аудит, оподаткування та звітність у системі забезпечення економічної стійкості підприємства: Тези доповідей Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конференції 11-12 травня 2017р. – Дніпро: ННІЕ, 2017.- 235с. – С.38-41.

### ВДОСКОНАЛЕННЯ ВЕДЕННЯ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ РОЗРАХУНКІВ З ПОКУПЦЯМИ

**Півторацька О.В., керівник доц. Ізвєкова І.М.  
Національна металургійна академія України**

Аналітичний облік розрахунків з покупцями в умовах вітчизняних підприємств зазвичай ведеться бухгалтерською службою недостатньо детально, оскільки не надає інформацію по кожному покупцю щодо прострочення термінів платежу та недоведення заборгованості до стану безнадійної за кожним договором поставки.

Тому для вдосконалення ведення обліку та контролю розрахунків з покупцями в умовах вітчизняних підприємств пропонується використовувати форму «Аналітичної картки обліку розрахунків з покупцем (замовником)». Використання цієї форми дасть можливість приймати рішення щодо припинення надання покупцю відстрочки платежу та здійснення наступних розрахунків з ним тільки на умовах попередньої оплати. Крім того на підставі даних запропонованого документа буде здійснюватися звірка розрахунків з кожним покупцем (замовником) при проведенні інвентаризації розрахунків, яка обов'язково повинна проводитися підприємством для забезпечення достовірності даних бухгалтерського обліку і фінансової звітності.

Дослідження практики проведення інвентаризації розрахунків з покупцями в практиці діяльності підприємств дозволило виявити недосконалість документального забезпечення цієї ділянки інвентаризаційної роботи.

Доцільно проводити звірку перед складанням квартальної звітності, щоб бути повністю впевненим у правильності відображення відповідних записів у обліку, які є підставою для заповнення звітності. Виходячи з цього, всім підприємствам доцільно складати «Графік проведення інвентаризації розрахунків з покупцями».

З метою підвищення якості документального забезпечення інвентаризації розрахунків з покупцями (замовниками) пропонується в практиці роботи підприємств використовувати вдосконалену форму «Акту звірки розрахунків».

Використання запропонованих документів дозволить покращити ведення аналітичного обліку розрахунків з покупцями (замовниками), посилити контроль за станом цих розрахунків та забезпечити об'єктивність результатів їх інвентаризації.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ДЕПОЗИТНИХ ОПЕРАЦІЙ БАНКІВСЬКОЇ УСТАНОВИ**

**Педан І.А., керівник доц. Распопова Ю.О**  
**Національна металургійна академія України**

Залучені коштів клієнтів через депозитні операції складають ресурсну основу для ведення банківського бізнесу. Організація обліку депозитних операцій банку регулюється «Положенням про порядок здійснення банками України вкладних (депозитних) операцій з юридичними і фізичними особами», затвердженим постановою Правління Національного банку України від 3 грудня 2003 р. № 516. Сума, строки та умови приймання вкладів (депозитів) визначаються між банком та вкладником на договірних засадах.

Депозити, що застосовуються у практиці банків, відрізняються залежно від строків, умов внесення і вилучення коштів, сплати відсотків, а також можливостей отримання пільг за активними операціями з банками. Однією із важливих проблем з якою стикаються комерційні банки – це дострокове вилучення вкладів. Результатом такого процесу є зниження ліквідності та платоспроможності кредитних організацій. Для вирішення даної проблеми банківські установи активно застосовують маркетингові підходи щодо диференційного зниження відсотка ставки по депозиту в разі дострокового розірвання договору вкладу. В результаті, облікові операції банківської установи щодо депозитів повинні враховувати певну інформаційну базу щодо окремих вкладників, відсотка за депозитом, зміни умов тощо.

Слід зазначити, що синтетичний облік депозитів ведеться в грошовому вираженні та надає загальну інформацію про депозитну операцію, деталізувати яку дозволять дані аналітичного обліку. Отже, пропонується інформацію з депозитних операцій за кожним клієнтом відображати на окремому аналітичному субрахунку в коді якого містилася б інформація про: вид, тип вкладу, термін дії, строк закінчення угоди, тип контрагента, відсоткову ставку.

Запропоновані заходи щодо удосконалення обліку депозитних операцій сприятимуть підвищенню рівнів їх прозорості, внутрішнього контролю та забезпеченню своєчасною інформацією користувачів для прийняття оперативних управлінських рішень.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ДОХОДІВ ПРАЦІВНИКІВ В УМОВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА**

**Попов-Мозовський Д.С., керівник доц. Акімова Т.В.**  
**Національна металургійна академія України**

Ситуація, що склалась в сільському господарстві України, потребує такої організації внутрішнього контролю, який би сприяв обґрунтованості прийняття управлінських рішень на основі врахування виявлених порушень в бухгалтерському обліку, фінансовій та податковій звітності.

У цьому зв'язку внутрішній контроль на сільськогосподарських підприємствах повинен бути організований та проводитися за такими методичними підходами, що забезпечують достовірну перевірку відповідності відображення в бухгалтерських регістрах та звітності всіх наявних господарських фактів, що здійснюються в господарстві, виконання поставлених виробничих завдань, ефективне використання ресурсів та виконання інших завдань внутрішнього контролю. Крім того використовувані методичні підходи повинні забезпечувати отримання доказів на підтвердження достовірності та донесення контрольної інформації до зацікавлених користувачів.

Особливу увагу треба приділяти внутрішньому контролю праці та доходів працівників. Ці показники залежать від багатьох чинників, на яких повинний зосередити

увагу внутрішній контроль.

Контролю підлягають нормування праці, дотримання господарством основних законодавчих та нормативних актів, виконання поставлених перед робітниками завдань, дотримання умов та техніки безпеки праці, використання фонду оплати праці, розрахунки доходів працівників, відрахувань на соціальні заходи та інше.

Особливу увагу треба приділяти контролю бухгалтерського обліку і відображення у фінансовій звітності розрахунків з працівниками.

У залежності від специфіки сільськогосподарського підприємства внутрішній контроль може здійснюватися підрозділами підприємства на кожному рівні, а може бути представлений окремою службою, що підпорядковується власникам. Окремо слід приділяти увагу плануванню внутрішнього контролю. Крім того, повинні бути організовані потоки контрольної інформації, і представлення звітів за результатами контролю.

## **МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ОБЛІКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

**Редінков А.О., керівник доц. Распопова Ю.О.  
Національна металургійна академія України**

Обґрунтування та вибір управлінських рішень залежить від багатьох чинників, серед яких – якість облікової інформації. Отримання якісної облікової інформації є основою організації та ведення бухгалтерського обліку на підприємстві.

Слід зазначити, що цінність інформації розглядається як сукупність очікуваних користувачем показників її якості. Особливої актуальності оцінка якості облікової інформації набуває в момент реформування вітчизняної облікової системи і фінансової звітності відповідно до міжнародних стандартів. Якість облікової інформації має піддаватися оцінці на всіх етапах її формування.

Стратегічна мета оцінювання якості облікової інформації – забезпечення користувачів інформацією, яка відповідає обраній системі критеріїв. Для досягнення цієї мети, суб'єкт господарської діяльності повинен дотримуватися наступних етапів:

- етап 1: розробка методики відбору облікових показників, що відповідають певному набору якісних характеристик;
- етап 2: організація відбору облікових показників, що відповідають певному набору якісних характеристик;
- етап 3: забезпечення користувачів аналітичною інформацією, що характеризує поточний фінансовий стан підприємства, а також ступінь досяжності і значущості поставлених стратегічних бізнес-цілей;
- етап 4: розробка системи критеріїв оцінки якості інформації при фінансовому моніторингу.

Отже, для оцінки якості облікової інформації необхідно мати базу критеріїв, за якими суб'єкт господарювання буде її оцінювати. Базу критеріїв такий суб'єкт створює самостійно, оскільки має свої вимоги до якості облікової інформації. Створити базу і оцінити інформацію допоможе дотримання вище вказаних етапів.

## НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРВИННОГО ОБЛІКУ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ТОВ «АТБ-МАРКЕТ»

Процик В.В., керівник проф. Король Г.О.  
Національна металургійна академія України

Первинні документи є письмовим свідомством, що фіксують та підтверджують господарські операції. Вони повинні складатися у момент проведення кожної господарської операції, а, якщо це неможливо, то безпосередньо після її завершення.

Первинні документи повинні містити всю інформацію, що стосується обліку основних засобів. При цьому якісні характеристики інформації, що міститься в первинних документах, повинні задовольняти вимогам та потребам усіх користувачів: як внутрішніх (управлінський персонал підприємства), так і зовнішніх (власників, аудиторів та інших користувачів). Тому в сучасних умовах питання форми та змісту первинних документів набуває особливого значення і є актуальним.

На підприємстві найбільш поширеними операціями щодо основних засобів є їх надходження.

Типова форма № 03-1 «Акт приймання-передачі (внутрішнього переміщення) основних засобів», яка використовується в умовах ТОВ «АТБ-Маркет», є підставою для зарахування на баланс окремих об'єктів основних засобів.

На підставі аналізу форми акт приймання-передачі (внутрішнього переміщення) основних засобів, що використовується в умовах ТОВ «АТБ-Маркет», пропонується внести деякі пропозиції щодо змін у формі цього документу.

Показники документу, які потрібно:	
вилучити	додати
Первісна (балансова) вартість (графа 7)	Строк корисного використання (графа 7)
Шифр інвентарний (графа 8)	Справедлива вартість (графа 8)
Шифр заводський (графа 9)	Ліквідаційна вартість (графа 9)
Код рахунка та об'єкта аналітичного обліку (графа 10)	Інвентарний номер (графа 10)
Код норми амортизаційних відрахувань (графа 11)	Заводський номер (графа 11)
Код особи, яка відповідає за збереження основних засобів (строчка)	Особа, яка відповідає за збереження основних засобів (строчка)
Код виду продукції (строчка)	Вид операції (введення в експлуатацію, придбання, вибуття, внутрішнє переміщення) (строчка)
Код норми амортизаційних відрахувань на повне відновлення (графа 12)	Код рахунка (для віднесення амортизаційних відрахувань) (графа 12)
Код норми амортизаційних відрахувань на капітальний ремонт (графа 13)	Код групи основних засобів (графа 13)
Поправочний коефіцієнт (графа 14)	Метод нарахування амортизації (графа 14)
Сума амортизації за документами придбання (графа 17)	Сума амортизації (зносу) за даними переоцінки або за документами придбання (графа 17)

Таким чином, запропоновані заходи допоможуть раціонально організувати первинний облік надходження основних засобів та формувати необхідну інформацію щодо основних засобів, які надходять на підприємство.

## **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ**

**Свістельник М.А., керівник доц. Ізвєкова І.М.  
Національна металургійна академія України**

Облік основних засобів в умовах вітчизняних суб'єктів господарювання потребує постійного вдосконалення внаслідок частих змін вимог законодавства та нормативної бази обліку.

Так, усі витрати, пов'язані з надходженням об'єкта основних засобів, як правило підтверджуються відповідними окремими первинними документами, які свідчать про здійснення цих витрат. Проте розмір остаточної суми первісної вартості об'єкта, яка відображена в акті приймання-передачі об'єкта основних засобів й інвентарній картці, і складається з цих витрат, фактично не підтверджується документом з її розрахунку.

Для усунення зазначеного недоліку пропонується ввести форму «Розрахунок первісної вартості об'єкта основних засобів» як додаток до акту приймання-передачі основних засобів. Введення такого документа дасть змогу поліпшити інформативність обліку основних засобів, проводити докладний аналіз складових первісної вартості основних засобів і контролювати правильність її визначення.

Крім проблеми документального підтвердження формування первісної вартості основних засобів, існують й інші проблемні питання обліку основних засобів. Так, для обліку витрат на ремонт основних засобів пропонується ввести рахунок 29 «Ремонт основних засобів» та відкрити до нього субрахунки 291 «Поточний ремонт основних засобів» та 292 «Капітальний ремонт основних засобів». За дебетом рахунку протягом звітного місяця запропоновано відображати всі витрати на ремонт основних засобів, у кінці місяця за кредитом – списувати витрати за закінченим ремонтом основних засобів на витрати підприємства за місцем використання об'єкта.

Крім того, з метою підвищення аналітичності обліку пропонується відкривати до субрахунку 152 «Придбання (виготовлення) основних засобів» аналітичні рахунки третього порядку за каналами надходження об'єктів основних засобів. Така інформація може бути використана для управління підприємством та для аналізу каналів надходження основних засобів на підприємстві.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ РЕЗУЛЬТАТІВ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В СИСТЕМІ БУХГАЛТЕРСЬКИХ РАХУНКІВ**

**Сенченко А.М., керівник доц. Зелікман В.Д.  
Національна металургійна академія України**

Однією з найбільш проблемних ділянок обліку інвестиційної діяльності є отримання реальних облікових даних про обсяги та окупність інвестицій, тобто їх консолідація на окремих рахунках та відображення у фінансовій звітності.

Згідно з визначенням інвестиційної діяльності, наведеним у НП(С)БО 1 "Загальні вимоги до фінансової звітності" [1], визначення результату від інвестиційної діяльності передбачає порівняння витрат від інвестиційної діяльності, тобто витрат на придбання необоротних активів та фінансових інвестицій, які не є складовою частиною еквівалентів грошових коштів, з доходами від інвестиційної діяльності, тобто доходами від реалізації необоротних активів та фінансових інвестицій, які не є складовою частиною еквівалентів грошових коштів.

Доходи і витрати інвестиційної діяльності в сучасному плані рахунків згідно з інструкцією до його застосування [2] є розпорошеними в розрізі субрахунків багатьох бухгалтерських рахунків, тому уявляється доцільним виділити їх в окремі рахунки з метою

отримання реальних даних про стан інвестиційної діяльності на підприємствах та відображення її результатів у фінансовій звітності. До рахунку 79 відкриваються субрахунки 791 "Результат операційної діяльності", 792 "Результат фінансових операцій" та 793 "Результат іншої звичайної діяльності". З метою удосконалення системи обліку результатів інвестиційної діяльності пропонується до субрахунку 793 "Результат іншої звичайної діяльності" відкривати два субрахунки другого порядку – 793.1 "Результат інвестиційної діяльності" та 793.2 "Результат іншої звичайної діяльності". Тоді на субрахунок другого порядку 793.1 "Результат інвестиційної діяльності" будуть відображатись доходи і витрати пов'язані з придбанням та реалізацією необоротних активів та фінансових інвестицій.

Використання запропонованих субрахунків дозволить виділити облік інвестиційної діяльності для покращення інформаційного забезпечення її аналізу та удосконалення інвестиційного процесу на підприємствах.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 "Загальні вимоги до фінансової звітності", затверджене наказом Міністерства фінансів України від 07.02.2013 № 73 із змін. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0336-13>.

2. Інструкція про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій, затверджена наказом Міністерства фінансів України від 30.11.1999 № 291 із змін. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99>.

### **ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ РЕЗЕРВУ ВІДПУСТОК**

**Таран В.В., керівник доц. Распопова Ю.О.**

**Національна металургійна академія України**

Згідно з чинним трудовим законодавством кожен працівник має право на щорічну оплачувану відпустку тривалістю не менше ніж 24 календарних дня, а в деяких випадках, і на додаткову відпустку (працівникам із дітьми). Але на практиці нерідко виникають ситуації, коли працівник не використовує такі відпустки впродовж кількох років і отримує право на грошову компенсацію, що для підприємства виражається в достатньо суттєвій сумі коштів. Оскільки такі суми з урахуванням єдиного соціального внеску за фактом відносять на витрати з оплати праці, то відбувається нерівномірне в часі формування рівня собівартості продукції (робіт) та фінансових результатів діяльності підприємства.

Однак підприємство, згідно вимог П(С)БО 11 «Зобов'язання» та П(С)БО 26 «Виплати працівникам», має можливість рівномірно впродовж року розподілити ці витрати шляхом щомісячних відрахувань до створеного резерву відпусток. Для визначення таких відрахувань необхідно суму фонду оплати праці за поточний місяць помножити на відсоток резервування (відношення річної планової суми на оплату відпусток до загального планового фонду оплати праці) та коефіцієнт нарахування єдиного соціального внеску (одиниця з додаванням ставки єдиного соціального внеску згідно з класом професійного ризику підприємства-роботодавця в частках одиниці). При документуванні такої розрахунок слід оформлювати бухгалтерською довідкою. В обліку щомісяця нарахування сум до резерву відпусток відобразатиметься проведенням – дебет рахунків 23 (91-94) з кредиту рахунка 471.

Таким чином, створення на підприємстві резерву відпусток дозволить рівномірно перерозподілити витрати на оплату відпусток протягом року і, як наслідок, уникнути викривлень у фінансовій звітності.

## **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ГРОШОВИХ КОШТІВ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

**Терещенко О.В., керівник ст. викл. Безгодкова А.О.  
Національна металургійна академія України**

Жодне промислове підприємство не обходиться без системи контролю. Формування ефективної системи контролю грошових коштів промислового підприємства є важливим етапом удосконалення системи управління, що може стати посприяти підвищенню ефективності діяльності промислового підприємства.

Метою контролю операцій з грошовими коштами є встановлення достовірності даних щодо наявності та руху грошових коштів підприємства, повноти і своєчасності відображення інформації в первинних та зведених документах, облікових регістрах відповідно до законодавства та прийнятої облікової політики, достовірності відображення залишків у звітності промислового підприємства.

Пропонуються наступні напрями з удосконалення контролю грошових коштів на промисловому підприємстві:

- провести класифікацію грошових коштів (за формою, за видами валют, за використанням, за місцем збереження);
- перевірити забезпечення умов зберігання готівки та інших грошових документів у касі;
- встановити відповідності нормам чинного законодавства здійснення касових операцій та безготівкових розрахунків;
- перевірити дотримання правил документального оформлення операцій з руху грошових коштів;
- з'ясувати дотримання ліміту готівки в касі, умов видачі її на поточні потреби та правил зберігання касових документів, перевірка дотримання інших вимог Положення № 148;
- перевірка відповідності даних синтетичного і аналітичного обліку, оперативної звітності, фінансової звітності щодо обліку грошових коштів у касі підприємства та на рахунках у банках.

Тому правильно організований контроль грошових коштів є важливим та необхідним, тобто позитивно відобразиться на результатах діяльності промислового підприємства.

## **ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ ОБЛІКОВОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

**Удалих Г.С., керівник доц. Зелікман В.Д.  
Національна металургійна академія України**

Діяльність сучасного підприємства пов'язана з інноваціями, пошуком нових технологій виробництва, матеріалів, ринків збуту та кваліфікованих кадрів. Усе це спрямоване на забезпечення збільшенням вартості підприємства, а, отже, вимагає отримання повної та достовірної інформації про усі операції господарської діяльності підприємства та їх результати. Функціонування в умовах мінливого зовнішнього середовища тільки посилює ці вимоги, тому виникає потреба в розробці та використанні в процесі здійснення обліку таких принципів, методів і процедур, які б забезпечили менеджмент підприємства та зовнішніх користувачів повною, достовірною та об'єктивною інформацією для прийняття ними обґрунтованих рішень стосовно даного підприємства.

Сукупність принципів, методів і процедур, які використовуються підприємством для ведення бухгалтерського обліку та складання і подання фінансової звітності, являють собою його облікову політику [1]. Дослідження процесів формування облікової політики на

підприємстві приділяли увагу багато українських та іноземних науковців, які розглядали її як спосіб ведення бухгалтерського обліку, сукупність стандартів для подання фінансової звітності, головний елемент управління.

Хоча бухгалтерський облік є достатньо регламентованим, чинні стандарти бухгалтерського обліку досить часто дозволяють підприємству самостійно обирати альтернативне рішення. Тому наказ про облікову політику стає своєрідним доповненням до законодавчих актів, у якому може бути врахований вплив певних факторів на діяльність даного підприємства, а, отже, і на особливості ведення на ньому бухгалтерського обліку. Це вимагає ретельного аналізу факторів, які впливають на формування облікової політики в умовах сучасного підприємства. До таких факторів слід віднести:

- а) сферу діяльності підприємства;
- б) організаційну структуру управління підприємством;
- в) рівень кваліфікації кадрів бухгалтерії;
- г) рівень комп'ютеризації інформаційної системи на підприємстві;
- д) фінансову стратегію підприємства.

Наведені фактори визначають вибір методів оцінки та вибуття запасів, нарахування амортизації тощо. Їх урахування дозволить сформувати таку облікову політику підприємства, яка забезпечить справедливу оцінку його активів та зобов'язань, зменшити бухгалтерські ризики та підвищити ефективність документообігу. Це має полегшити роботу бухгалтерії, заощадити трудові ресурси, мінімізувати фінансові витрати підприємства та оптимізувати схему оподаткування, що, в свою чергу, забезпечить підвищення ефективності господарської діяльності підприємства в цілому.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Закон України "Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні" від 16.07.99 р., № 996-ХІУ зі змінами та доповненнями / Законодавство України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/996-14>.

### **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ І КОНТРОЛЮ СОЦІАЛЬНИХ ВИПЛАТ НЕЗАХИЩЕНИМ ВЕРСТВАМ НАСЕЛЕННЯ**

**Фандєєва І.А., керівник доц. Сокольська Р.Б.**  
**Національна металургійна академія України**

Соціальний захист населення в умовах ринкових перетворень в країні є системою заходів, спрямованих на попередження соціальних ризиків, пом'якшення та ліквідацію їх наслідків, компенсацію соціальної нерівності громадян, забезпечення достатнього життєвого рівня кожної людини шляхом законодавчого закріплення державою соціальних гарантій. Треба відмітити, що тільки одних високих рівнів державних витрат на соціальний захист недостатньо для формування ефективних соціальних та економічних стабілізаторів і зменшення масштабів бідності населення та нерівності в суспільстві. В умовах бюджетних обмежень і високого рівня бідності необхідність повної реалізації принципу адресності стає все більш нагальною. Для втілення цього принципу пропонується впровадити документ, у якому повинні відображатися: дати здійснення витрат коштів, сума коштів всього витрачена, в тому числі на харчування, на ліки і необхідні засоби гігієни, на забезпечення належних умов життя, а також дані чеку або підтверджуючого документу здійснення операції. Пропонується наступна послідовність заповнення звіту: 1) після надходження коштів на банківську картку отримувач допомоги протягом місяця повинен витрачати бюджетні кошти за цільовим призначенням; 2) усі витрати коштів повинні відображатися чеком або іншим підтверджуючим документом, де фіксується дата розрахунків та на які цілі використані певні кошти; чеки та інші розрахункові документи отримувач повинен зберігати протягом місяця (якщо чеки або інші розрахункові документи втрачають видимість, отримувач повинен зняти



копію з них); 3) передостаннього числа кожного місяця отримувач повинен підрахувати за наявними чеками або іншими підтверджуючими документами суму коштів, яка повинна співпадати з сумою, призначеною отримувачу, та заповнити документ у відповідних рядках таблиці (в разі витрат коштів електронним способом отримувач повинен взяти виписку з банку); 4) в кінці документу поставити дату та підпис; 5) останнього числа кожного місяця отримувач допомоги повинен надати документ «Звіт про контроль виплат за цільовим призначенням коштів» в Управління соціального захисту за місцем проживання.

Введення в дію запропонованого облікового документу дозволить удосконалити облік та контроль матеріальної допомоги соціально незахищеним верствам населення.

## **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОБЛІКУ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ У БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВАХ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЇХ ВИРІШЕННЯ**

**Черченко К.М., керівник доц. Ізвєкова І.М.  
Національна металургійна академія України**

Одним із основних завдань обліку основних засобів є надання повної, правдивої та неупередженої інформації щодо них. Однак інформація, що міститься у фінансовій звітності відносно основних засобів, не завжди є такою через недосконалість вітчизняного законодавства та постійні зміни в ньому.

Сучасними проблемами обліку основних засобів у бюджетних установах є: неоднозначність підходів до визначення справедливої і переоціненої вартості, вибір оптимальних методів нарахування амортизації, потреба в удосконаленні обліку ремонту основних засобів, необхідність наближення вітчизняного обліку до міжнародних стандартів.

Основними питаннями, що виникають в процесі оцінки основних засобів за їх справедливою вартістю, є те, що на сьогодні відсутні методичні засади обґрунтованого визначення вихідної оцінки основних засобів. При виборі об'єктивного методу оцінки основних засобів необхідно мати на увазі, що не існує такої оцінки, яка б задовольняла вимоги всіх без винятку користувачів фінансової звітності.

Одним з проблемних питань обліку основних засобів залишається порядок визначення їх ліквідаційної вартості через складність оцінки активів у майбутньому. При цьому більшість суб'єктів господарювання використовують недоцільні методи розрахунку амортизації, що заважає здійсненню оптимальної амортизаційної політики.

Більшість малих бюджетних установ (особливо в сільській місцевості) продовжують використовувати традиційну ручну, або частково автоматизовану, форму ведення бухгалтерського обліку. Часткова автоматизація не дозволяє систематизувати дані обліку та відображати їх синхронно в одній базі даних, а, отже, і приймати оперативні рішення, використовуючи всю сукупність інформації. Крім того, окремі графи типових форм первинних документів з обліку основних засобів втратили свій зміст і в бюджетних установах не використовуються.

Бухгалтерський облік основних засобів потребує удосконалення в методико-організаційних аспектах шляхом вибору оптимальної за складом і обсягом облікової інформації, яка забезпечить реалізацію тих завдань, які поставлені перед обліком основних засобів. Крім того, слід розробити та запровадити раціональні схеми документообігу, що дозволяли би своєчасно виконувати поставлені завдання при мінімальних витратах трудових, матеріальних та фінансових ресурсів, удосконалити зміст та склад носіїв інформації з обліку основних засобів, а також визначити чітку послідовність проведення переоцінки основних засобів та відображення її в обліку.

**НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО ОБЛІКУ РОЗРАХУНКІВ З  
ПОСТАЧАЛЬНИКАМИ В УМОВАХ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА**  
**Щебетовська Ю.В., керівник доц. Сокольська Р.Б.**  
**Національна металургійна академія України**

В даний час велика увага приділяється надходженню товарів і розрахункам з постачальниками. Це обумовлено тим, що постійно відбувається кругообіг фінансових і господарських засобів, що викликає безперервне поновлення різноманітних розрахунків. Одним з найбільш розповсюджених видів розрахунків саме і є розрахунки з постачальниками за товари та інші матеріальні цінності. Для того, щоб вірно вибудувати взаємовідношення з постачальниками, необхідно постійно контролювати та вдосконалювати поточний стан взаєморозрахунків та відстежувати тенденції їх зміни.

У зв'язку з цим, для полегшення ведення бухгалтерського обліку заборгованості за конкретними договорами, пропонується ввести у План рахунків додатково позабалансовий рахунок 038 «Кредиторська заборгованість» для обліку кредиторської заборгованості термін сплати якої ще не настав та простроченої кредиторської заборгованості. За допомогою цього субрахунку полегшується процес аналізу кредиторської заборгованості. Для відображення в обліку розрахунків на умовах передоплати рекомендується не використовувати рахунки 681 «Розрахунки за авансами одержаними» та 371 «Розрахунки за виданими авансами», а вести облік лише за допомогою рахунків 36 «Розрахунки з покупцями та замовниками» і 63 «Розрахунки з постачальниками та підрядниками». Це дозволить зменшити кількість записів, що має здійснювати бухгалтер. В бухгалтерському обліку при відображенні розрахунків з постачальниками, відображати інформацію слід не тільки на субрахунку 631 «Розрахунки з вітчизняними постачальниками», а додати субрахунки, які конкретизували би тип операцій з постачальником, або самого постачальника Така деталізація субрахунків додасть наочності обліку та дасть змогу швидше та більш детально аналізувати стан розрахунків з постачальниками.

Отже, за допомогою удосконалення системи обліку розрахунків з постачальниками на торговельному підприємстві можна більш точно та швидко відстежити та проаналізувати процес розрахунків з постачальниками і таким чином посилити контроль за рівнем дебіторської та кредиторської заборгованості. Це дозволить повністю розкрити облікову інформацію для ефективного управління господарською діяльністю.

**ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ФІНАНСОВО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ  
В УМОВАХ ПРАТ «ЄВРАЗ ЮЖКОКС»**  
**Шевченко В.О., керівник доц. Акімова Т.В.**  
**Національна металургійна академія України**

ПрАТ «ЄВРАЗ ЮЖКОКС» є акціонерним товариством. Відповідно до [1] для контролю фінансово-господарської діяльності акціонерних товариств повинна створюватися Ревізійна комісія. Склад Ревізійної комісії, порядок проведення її роботи визначаються відповідно до чинного законодавства, статуту та певних внутрішніх документів товариства.

Ревізійна комісія складається з двох осіб і обирається Загальними зборами товариства на строк до дати проведення наступних Загальних зборів. У випадку закінчення строку повноважень членів Ревізійної комісії, цей строк подовжується, але не більше ніж на п'ять років. Члени ревізійної комісії обираються шляхом кумулятивного голосування з числа фізичних осіб, які мають цивільну дієздатність або з числа юридичних осіб – акціонерів. Голова ревізійної комісії обирається членами Ревізійної комісії з їх числа простою більшістю голосів від кількісного складу Ревізійної комісії.

Не можуть бути членами ревізійної комісії:

- члени Наглядової ради;
- Генеральний директор товариства;
- особа, яка не має повної цивільної дієздатності;
- члени інших органів товариства.

На підприємстві затверджене «Положення про Ревізійну комісію». Компетенції Ревізійної комісії визначаються цим Положенням, Статутом підприємства або рішенням Загальних зборів.

Крім того, для перевірки і підтвердження річної фінансової звітності товариства щорічно залучається незалежний аудитор, не афілійований з товариством або його посадовими особами. Аудитор затверджується Наглядовою радою.

Не дивлячись на наявність таких заходів, система контролю на підприємстві потребує удосконалення. Ревізійна комісія діє виключно у межах визначених компетенцій. Компетенції перелічені, зокрема у Статуті, в основному направлені на контроль процесів, що впливають на інтереси власників. Це не може у повній мірі забезпечити максимально необхідний рівень контролю діяльності підприємства як суб'єкта, що виконує певні суспільні, соціальні, державні та інші функції, що впливають на ефективність системи управління ним. Перевірка незалежного аудитора обмежується перевіркою та підтвердженням достовірності річної фінансової звітності. У зв'язку з цим, на підприємстві існують певні проблеми щодо питань, які не охоплюються контролем Ревізійної комісії та незалежного аудитора. Тому для підвищення ефективності управління підприємством необхідно приділити увагу удосконаленню системи внутрішньогосподарського контролю, яка б пронизувала усі рівні та аспекти діяльності товариства.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:**

1. Закон України «Про господарські товариства» № 1576-12 від 19.09.91 зі змінами / Законодавство України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1576-12>.

## **НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ**

**Шейгас І.В., керівник доц. Распопова Ю.О.**

**Національна металургійна академія України**

Ефективність управлінських рішень щодо використання основних засобів підприємства також залежить і від організації своєчасного одержання надійної та повної облікової інформації. Останнім часом, у зв'язку зі змінами, що відбулися у нормативній базі, перед обліковцями виникли певні проблеми:

- різні підходи до тлумачення сутності основних засобів у фінансовому обліку й системі оподаткування, принципів їх оцінки;

- недостатня інформативність первинних документів з обліку основних засобів.

З метою підвищення інформативності можна запропонувати такі напрямки удосконалення обліку основних засобів:

- обґрунтувати сутність поняття основних засобів та принципи їх оцінки;

- внести зміни, що не суперечать нормативним положенням, у первинні документи про стан, корисність, експлуатаційні умови, індивідуальні особливості окремого об'єкта основних засобів;

- удосконалити методику обліку основних засобів у системі аналітичних рахунків для забезпечення повноти та достовірності інформації щодо конкретного облікового об'єкта в умовах виробничого підприємства;

- розробити аналітичні форми з обліку основних засобів в яких буде накопичуватись

інформація впродовж звітного періоду, необхідна для складання форм фінансової звітності.

Реалізація вищевказаних заходів дозволить удосконалити систему обліку основних засобів, підвищити рівень інформативності їх облікової бази в умовах підприємств.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТИПОВИХ ФОРМ ПЕРВИННИХ БУХГАЛТЕРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ ТА ОБЛІКОВИХ РЕГІСТРІВ З ОБЛІКУ РОЗРАХУНКОВО-КАСОВИХ ОПЕРАЦІЙ**

**Веклич І.В., керівник доц. Фаїзова С.О.**  
**Національна металургійна академія України**  
**Інститут інтегрованих форм навчання**

Аналіз організації обліку розрахунково-касових операцій в умовах вітчизняного металургійного підприємства показав, що облік ведеться відповідно до нормативних та законодавчих документів. Первинний облік документально оформляється типовими документами. Всі форми первинних документів є загальноприйнятими. Водночас має місце непристосованість типових форм первинних документів та облікових реєстрів для ефективного складання фінансової звітності за МСФЗ та НПСБО1. Назріла необхідність перебудови обліку касових і банківських операцій щодо фіксації надходження і витрачання коштів за видами господарської діяльності. Якщо раніше у Звіті про рух грошових коштів інформація подавалась у розрізі кореспондуючих рахунків без чіткого виокремлення за видами діяльності, то нині формування й узагальнення даних істотно ускладнюється відсутністю в первинних документах з надходження й вибуття готівки окремої колонки для віднесення щойно здійсненої операції до певного виду господарської діяльності. У касових і банківських документах необхідно реєструвати одночасно вид господарської діяльності з метою належного узагальнення даних у касовій книзі, реєстрах бухгалтерського обліку, де потрібно виділити окремі колонки для фіксації цих сум за видами господарської діяльності.

Надходження й вибуття готівки оформлюється прибутковими (ф. № КО-1) і видатковими (ф. № КО-2) касовими ордерами. Тому, доцільно внести зміни у прибутковий та видатковий касові ордери та Касову книгу, доповнивши їх окремими даними про операційну, інвестиційну та фінансову діяльність. Потреба в цій інформації вельми необхідна, оскільки касир може знати, а може й не знати, до якого виду діяльності відносити ту чи іншу операцію. Слід у відповідній колонці первинних документів головному бухгалтеру або іншій відповідальній посадовій особі зазначати назву виду діяльності: операційна, інвестиційна, фінансова або їх шифр.

Для зменшення інформаційного навантаження на бухгалтерію підприємства в кінці року; додатково пропонуємо в Журналі-ордері № 1 окремою колонкою відображати суми операцій за видами господарської діяльності (операційної, фінансової та інвестиційної). Аналогічним чином будуть доповнені журнали-ордери та відомості по рахунку 31 «Рахунки в банках» та рахунку 33 «Інші кошти».

Згруповані таким чином показники про рух грошових коштів будуть слугувати інформаційною базою для заповнення аналітичних даних до рахунків 30, 31, 33 журналу-ордера № 1,2 та відомостей. Практичне застосування пропозицій щодо побудови первинних документів і відповідних реєстрів зведе заповнення Звіту про рух грошових коштів до простого перенесення інформації із облікових реєстрів до Звіту, що не буде викликати труднощів, додаткових витрат робочого часу в бухгалтера.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКОВОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ І ДОКУМЕНТООБОРОТУ З ОБЛІКУ ОРЕНДИ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

**Демиденко А.В., керівник доц. Фаїзова С.О.  
Національна металургійна академія України  
Інститут інтегрованих форм навчання**

Якість обліку орендованих об'єктів залежить від того, наскільки він охоплює реальні господарські процеси. Всі операції з передавання (отримання) в оренду, використання та вибуття (повернення) орендованих активів потребують правильного документального оформлення. Міністерством статистики України затверджено перелік типових форм документів для обліку основних засобів, що використовують для оформлення і операцій з оренди. Як показують дослідження, на значній частині підприємств відзначають інформативну обмеженість типових первинних документів з обліку орендованого майна, що ускладнює якісне ведення бухгалтерського обліку, погіршує його аналітичну базу, негативно позначається на ефективності контролю та прийнятті управлінських рішень. За таких умов фінансовий облік стримує реалізацію своїх основних функцій.

Вдосконалення облікової документації та документообороту має здійснюватись в таких напрямках:

- підвищення оперативності оформлення та обробки інформації процесу оренди;
- підвищення рівня об'єктивності аналітичної інформації, що міститься в документації;
- підвищення контролю щодо обліку надходження і вибуття орендованих основних засобів;
- економія витрат ресурсів та праці на документування та обробку документів.

Для сприяння раціональній організації та контролю орендних відносин вважаємо доречним складати Реєстр договорів оренди, в якому мають реєструватися всі укладені договори оренди окремо за об'єктами, прийнятими та наданими в оренду. Це дасть можливість оперативно знайти інформацію про орендодавця (або орендаря), строк оренди, номер і дату орендного договору.