

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

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2015”**

**Дніпропетровськ
2015**

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

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2015”
19-20 травня 2015 року**

ЗБІРКА ТЕЗ

Том 1

**Дніпропетровськ
2015**

Молода академія –2015

Збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених

Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015., 208 с.

У збірці приводяться тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів “Молода академія – 2015”, 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. Проїдак Ю.С.- відповідальний редактор,

к.т.н. Власова Т.Є.– відповідальний секретар,

члени редакційної колегії :

акад. НАН України Гасик М.І.

д.т.н. Головка О.М.

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. Єрмократсьєв В.О.

к.т.н. Клімашевський Л.М.

к.т.н. Козенков Д.Є.

к.т.н. Єгоров О.П

д.ф.-м.-н. Павленко А.В.

провідний інженер Мартинова Л.З.

**©Національна металургійна академія
України, 2015**

ЗМІСТ ЗБІРКИ

	Стор
Секція Металургія (Пірометалургія)	5
Підсекція Металургія чавуну	5
Підсекція Сталеплавильне виробництво	11
Підсекція Електрометалургія сталі і феросплавів	14
Підсекція Металургія кольорових металів	22
Підсекція Теорія металургійних процесів та загальної хімія	41
Підсекція Ливарне виробництво	54
Підсекція Покриття, композиційні матеріали та захист металів	68
Секція Механічна обробка	72
Підсекція Обробка металів тиском	72
Підсекція Термічна обробка металів	79
Підсекція Технологічне проектування	86
Секція Машинобудування	91
Підсекція Колісні та гусеничні транспортні засоби	94
Підсекція Прикладна механіка	107
Секція Інженерна механіка	114
Секція Інженерне матеріалознавство	124
Секція Енергетика	137
Підсекція Теплотехніка, автоматизація і екологія теплових агрегатів у металургії ...	145
Секція Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	148
Секція Комп'ютерні науки	152
Секція Економіка і підприємництво	164
Підсекція Економічна інформатика	187
Підсекція Політична економія	199

МЕТАЛУРГІЯ (ПРОМЕТАЛУРГІЯ)

ПІДСЕКЦІЯ МЕТАЛУРГІЯ ЧАВУНУ

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ЯКІСНОГО ЗНЕСІРЧЕННЯ ЧАВУНУ В ПРОЦЕСІ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ

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

Якість переробного доменного чавуну визначається, найбільшою мірою, низьким вмістом у ньому сірки, оскільки у подальшому сталеплавильному переділі знесірчення металу є майже неможливим.

Проведений аналіз теоретичних засад і виробничих даних дозволив визначити методи підвищення знесірчуючої спроможності доменного шлаку і умови виплавки в доменних печах чавуну з низьким вмістом сірки.

З метою зменшення ризику отримання некондиційного за вмістом сірки чавуну на основі досліджень з використанням електронного імітатора доменного процесу розроблено рекомендації для забезпечення більш ефективного управління тепловим режимом доменної плавки, який значною мірою визначає знесірчення чавуну.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕННЯ ШИХТОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА КОЛОШНИКУ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ, ЩО ОБЛАДНАНІ ЛОТКОВИМИ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ

**Гречко Н.В. керівник проф. Тараканов А.К.
Національна металургійна академія України**

Розподілення шихтових матеріалів на колошнику є визначальним фактором оптимізації газодинамічного режиму доменної плавки.

Для забезпечення автоматизованого пошуку такої програми завантаження, при якій досягалося б достатньо близьке до заданого розподілення рудних матеріалів і коксу на колошнику доменної печі, була створена методика вирішення даної задачі.

Методика передбачає використання математичної моделі, входами якої є параметри завантаження, а виходами – розподілення шихтових матеріалів на колошнику у вигляді значень рудного навантаження на кокс для вибраних кільцевих зон колошнику. Пошук програми завантаження здійснюється з використанням методу послідовного симплексного планування. Режим роботи лотка завантажувального пристрою при завантаженні у піч кожної порції шихти характеризується його початковим і кінцевим положеннями.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

**Дубельт Я.О.керівник проф. Бочка В.В.
Національна металургійна академія України**

На основі даних літературних джерел виконано розрахунковий аналіз теплових втрат робочого простору доменних печей та їх зв'язку з ходом плавки. Показано, що загальні теплові втрати включають втрати тепла з охолоджуючою водою (92-95 %) та втрати тепла конвекцією і випромінюванням від кожуха (3-9 %). Причому, теплові втрати визначаються станом профілю та тепловою потужністю печі, характером газорозподілу, видом виплавляемого чавуну та ін. Зі збільшенням об'єму печей

поверхня охолодження на одиницю об'єму зменшується за гіперболічним законом, а теплові втрати через бокову поверхню робочого простору печі збільшуються. Так, збільшення корисного об'єму печей з 1000 до 2700 м³ зменшує питомі теплові втрати на 20-40 %, а при подальшому збільшенні об'єму печей до 5000 м³ зменшує питомі витрати вже не більше 5-15 %.

На печі об'ємом 5000 м³ середня величина теплових втрат складає $(25 \div 30) \cdot 10^6$ ккал/год, а максимальна величина – до $40 \cdot 10^6$ ккал/год. У високотемпературній зоні (лещадь, горн, фурм.зона, заплечики та чверть частини шахти) втрачається до 90 % тепла. По периметру печі втрати тепла розподіляються нерівномірно. Середнє квадратичне відхилення теплових втрат змінюється від 0,22 до 0,83 – для холодильників лещади, горна, фурм.зони, заплечиків і $0,17 \div 0,33$ – для повітряних фурм.

Результати досліджень також показали, що величина теплових втрат суттєво коливається при зміні газодинамічного режиму плавки. Так, встановлено достовірний взаємозв'язок теплових втрат на ділянці за плечиків, розпару і нижньої шахти з витратою дуття, перепадом тиску газів по висоті печі, газорозподілом в радіальному напрямку, що свідчить про можливість використання даних контролю теплових втрат для оцінки ходу доменної печі.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ГОРНА ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

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

Горн – нижня частина робочого простору доменної печі, в якій накопичуються рідкі чавун та шлак з наступним їх випуском із печі. Аналіз літературних даних показав, що виконання цих функцій горна в значній мірі залежить від ефективної ємності горна, інтенсивності плавки та вмісту заліза в рудній частині шихти, частоти та тривалості випусків рідких продуктів плавки.

Ефективна ємність горна характеризується об'ємом міжкускового (поміж кусками коксу) простору, доступного для рідких продуктів плавки. Величина цієї ємності визначається якістю, перш за все, гарячою міцністю коксу, стабільністю та оптимальністю параметрів технологічного режиму плавки, а також режимом випуску чавуну і шлаку. Інтенсивність плавки та склад шихти впливають на швидкість накопичення рідких продуктів плавки в горні доменної печі. Частота та тривалість випусків чавуну та шлаків характеризують швидкість спорожнювання горна від рідких продуктів плавки.

В роботі виконано розрахунковий аналіз впливу різних факторів на ефективність роботи горна доменної печі об'ємом 1033 м³. Показано, що при незмінній якості коксу об'ємна швидкість накопичення горна залежить як від кількості чавуну, так і шлаку. Причому, вплив шлаку суттєво збільшується при його виході більш як 400 кг/т чавуну. В цих умовах швидкість заповнення горна шлаком перевищує швидкість надходження чавуну. Так, масова інтенсивність накопичення чавуну та шлаку для заданих умов роботи печі, складає, відповідно, 1,31-1,39 т/хв. та 0,5-0,7 т/хв., при цьому об'ємна інтенсивність накопичення складає $\sim 0,52$ м³/хв. Об'ємна інтенсивність випуску продуктів плавки з печі об'ємом 1033 м³ складає величину $1,72 \div 2,32$ м³/хв., що при виході шлаку 450 кг/т та продуктивності 1650-1850 т/добу забезпечує масову інтенсивність випуску чавуну та шлаку на рівні $3,3 \div 6,0$ т/хв., та $1,95-2,45$ м³/хв. Для забезпечення відповідності швидкості накопичення матеріалів в горні та швидкості їх випуску на печі повинно бути до 9 випусків/ на добу.

УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ АГЛОМЕРАТУ

Сова А.В., керівник проф. Бочка В.В.
Національна металургійна академія України

Підвищення якості металургійної сировини – шлях суттєвого підвищення ефективності сучасного доменного виробництва. Характеристики сировини, її властивості та відповідність вимогам доменної плавки формуються на всіх ділянках технологічної схеми виробництва, перш за все, агломерату – головного компонента шихти для виробництва чавуну. В той же час слід зазначити, що такі характеристики готового агломерату як гранулометричний склад, та міцність в значній мірі визначаються ефективністю механічної обробки спеченця.

В НМетАУ запропоновано схему обробки спеченця, яка дозволяє отримати агломерат крупністю 3-50 мм з високою міцністю. Згідно з цією схемою спеченець агломерату після падіння його з агломашини спочатку подрібнюється в дробарках до крупності $100 \div 150$ мм, а потім поступає в спеціальний барабан-сепаратор, в якому він стабілізується до заданої крупності за рахунок дії роботи руйнування, що виникає при взаємодії кусків агломерату різної величини на протязі їх руху по довжині барабану. Дослідження поведінки матеріалу в барабані показали, що стабільність його роботи, якість продукту визначаються в значній мірі коливанням у вхідному спеченці вмісту фракції більше 60 мм.

Для запобігання попадання в барабан значної кількості крупних кусків на вході в нього встановлюється система білів трикутної форми, на які падає спеченець після дробарки. Крупні куски (>60 мм) руйнуються і в барабан надходить більш однорідна маса за крупністю. Дослідження, які проведені в лабораторії НМетАУ показали, що після проходження білів вміст фракції >60 мм в агломераті зменшується з 7-10 % до 3-4 %. Це дозволило оптимізувати параметри роботи барабана-стабілізатора, зменшити переподрібнення агломерату та вихід фракції <math>< 5</math> мм, підвищити якість стабілізованого за крупністю та міцністю агломерату.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БРИКЕТІВ

Шумських М.А, керівник доц. Ягольник М.В.
Національна металургійна академія України

Дослідження проведені раніше і аналіз літературних даних показали, що можливо та необхідно вдосконалювати технологію утилізації відходів аглопроцесу при виробництві брикетів. Однак, вплив ряду факторів і умов брикетування на міцність таких брикетів не достатньо досліджено.

У даній роботі розглянуті різні фактори, що впливають на процес брикетування. Визначено фактори, які чинять максимальний вплив на процес зміцнення брикетів: витрата цементу, вологість шихти, розмір брикету, параметри роботи установки для виробництва брикетів.

Брикети виготовляли на лабораторному вібростолі СМЖ-435А. Витрата цементу була в межах 8-12 %. Наведені результати експериментів по впливу перерахованих вище факторів на міцність брикетів. Отримані експериментальні дані дозволяють оцінити вплив витрати цементу і вологості шихти на якість брикетів. Встановлені оптимальні значення факторів, які впливають на процес брикетування.

Дані брикети можливо використовувати в доменній плавці в кількості до 100 кг на т чавуну, що дозволить знизити витрату агломерату, знизити собівартість чавуну. Використовувати такі брикети найбільш вигідно на металургійних заводах, які не

мають власної аглофабрики, де утворюються відсів агломерату можна брикетувати і використовувати в печі.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНОГО ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ ШИХТИ І ВИТРАТИ ТВЕРДОГО ПАЛИВА НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ СПІКАННЯ

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

При виробництві залізородного агломерату великий вплив на якість агломерату та продуктивність процесу спікання має вологість шихти. При цьому дуже важливо підібрати необхідну витрату твердого палива при відповідній вологості.

В лабораторних умовах учбово-наукової лабораторії кафедри металургії чавуну НМетАУ були проведені дослідження сумісного впливу вологості шихти і витрати твердого палива на показники якості агломерату і режим спікання агломераційної шихти. При зміні вологості в інтервалі 7-10 % та витрати твердого палива 5-9 % ставилися завдання:

- простежити за зміною основних показників процесу агломерації;
- зробити аналіз показників якості агломерату при зміні витрати твердого палива;
- вибрати оптимальну вологість шихти та витрату палива, враховуючи показники якості і продуктивність агломераційної установки.

Отримані експериментальні дані дозволяють оцінити вплив витрати твердого палива і вологості шихти на показники аглопроцесу і якість агломерату. Встановлені оптимальні для даних умов вологість шихти та витрата твердого палива.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ЗАГРУЗКИ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ РОТОРНЫМ ЗАГРУЗОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ

**Запорожец А.А., руководитель доц. Чистяков В.Г.
Национальная металлургическая академия Украины**

Эффективность применения загрузочных устройств с роторным распределителем шихты на доменных печах различного объема применительно к бесконусным (лотковым) загрузочным устройствам указанная оценка объема промежуточного бункера составляет 0,027-0,031 ед. На ЗСМК этот показатель для доменной печи полезным объемом 3000 м³ равен 0,023 ед., 2000 м³ – 0,013 ед. Однако, несмотря на довольно низкую величину этого показателя. Пропускная способность трактов РЗУ обеспечивает работу печей с удельной производительностью до 2,7 т/(м³·сут). Это обусловлено особенностью роторного распределителя, выгружающего шихту широким потоком, благодаря чему порция шихтовых материалов выгружается на поверхность засыпи за 20-30 с, что в 3-4 раза меньше, чем у лотка, и 2 раза меньше, чем у широкопоточного распределителя воронка-склиз. Следствием этого является увеличение пропускной способности РЗУ при одной и той же емкости промежуточного бункера, что важно для одотрактового РЗУ.

Таким образом, РЗУ отличается высокой пропускной способностью, является весьма технологичным. Позволяет получить практически любое распределение шихтовых материалов по сечению доменной печи и не требует изменения колошниково-го строения при установке.

В процессе эксплуатации РЗУ внесены существенные изменения в систему управления с целью повышения его долговечности и безаварийности работы, а также

эффективности распределения материалов на поверхности колошника. Изменены характеристики приводов роторного распределителя, разработан алгоритм изменения объемной скорости выхода материалов с возможностью ее изменения по любой заданной зависимости. Внесены изменения в АСУ роторным распределителем, упрощающие работу технологического персонала.

Для повышения эффективности распределения шихтовых материалов РЗУ в дальнейшем планируется перейти на современное клапанное запирающее промежуточного бункера, что существенно снизит массу и габариты загрузочного устройства, предусмотреть возможность регулирования времени выхода материалов из промежуточного бункера при помощи шихтового затвора.

РОЛЬ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ОКАТЫШЕЙ (СВО)

**Плахотник Р.В., руководитель проф. Ковалёв Д.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

Один из методов получения СВО – это использование портландцемента в качестве связующего вещества при окомковании тонкодисперсных материалов. Процесс получения СВО уже используется на металлургических заводах с использованием отходов. К шламам и пылям, образующимся на металлургических заводах, добавляют портландцемент затем их окомковывают на окомкователях, выдерживают несколько недель для достижения необходимой прочности, а затем загружают в доменную печь.

Портландцемент играет важную роль в процессе получения СВО, так как он даёт эффект в достижении прочности СВО в холодном состоянии и при высоких температурах. Исследовали высокотемпературные свойства СВО и получили, что высокотемпературная прочность СВО заметно снижается в интервале температур 873-1073 °К из-за дегидратации гидросиликатов кальция. Загрузка в доменную печь СВО ограничена около 1-2 % от шихтовых материалов доменной печи из-за снижения их прочности в результате дегидратации и процессов восстановления.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ОКАТЫШЕЙ (СВО)

**Канарский Д.С., руководитель проф. Ковалёв Д.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

СВО получали из смеси доменных и конвертерных шламов. Для исследования процессов восстановления за счёт твёрдого углерода, содержащегося в СВО, использовали муфельную печь с температурой в интервале 0-950 °С. Скорость нагрева 3-4 °С/мин. Пробы различных фракций СВО загружались в графитовый тигель на коксовую (5-7 мм) подушку, а сверху покрывались слоем кокса. Кокс использовали для создания слабовосстановительной атмосферы в тигле. Масса кокса составляла 20 г. Таким образом, исследуемой фракцией заполняли пять тиглей (по числу исследуемых температур) 650; 750; 850; 900; 950 °С. Все тигли одновременно помещали в муфельную печь.

По достижении заданной температуры один из тиглей извлекали из печи и проба СВО под слоем кокса охлаждалась ~ 2 часа. Выдержка пробы в интервале температур: 650-750 °С; 750-850 °С; 850-900 °С составляла по 30 мин, а 900-950 °С – 16 мин.

Одним из важных научных результатов является установленный факт, что при одной и той же температуре и продолжительности выдержки степень восстановления в окатышах большего размера (20 мм) значительно выше, чем в СВО меньшего размера.

Особенностями процесса восстановления СВО является содержание в них твердого углерода и его тесный контакт с оксидами железа благодаря очень большой удельной поверхности. При нагреве системы возникают эндотермические реакции удаления летучих угля и газификации углерода двуокисью углерода и водяными парами.

Перед загрузкой в тигель взвешивали: графитовый тигель, массу пробы (50 г) и массу кокса. После высокотемпературной обработки при заданной температуре и охлаждении взвешивали: тигель, кокс, пробу окатышей. Из полученной пробы отбирали по 5 окатышей для определения прочности после восстановления. По результатам взвешивания определяли потерю массы и рассчитывали степень восстановления: Δm_1 – потеря массы окатышей; m_C – потеря массы углерода.

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВИСОКОЗАКИСНОГО АГЛОМЕРАТУ

Ковалихіна С.К., керівник доц. Бойко М.М.

Национальная металлургическая академия Украины

З метою активізації роботи горна, ліквідації й попередження його захаращення може бути використана промивна шихта з високим вмістом монооксиду заліза, що забезпечує одержання стабільних по в'язкості й рухливості високозалізовмісних шлаків.

Технологічні особливості виробництва високозакисного агломерату зумовили істотні відмінності в його мікроструктурі в порівнянні із звичайним агломератом. Структура високозакисного агломерату характеризується наявністю значної кількості зв'язків, усередині якої спостерігається велика частина пор. Основними складовими зв'язками високозакисного агломерату є залізокальцієві олівіни

Показником ступеня розвитку окислювально-відновних процесів може служити величина, що характеризує зміну вмісту закису заліза в результаті спікання і визначена як різниця між кількістю її в агломераті і шихті. Аналіз показав, що початковий вміст FeO в шихті сильніше впливає на його кінцевий вміст в агломераті, чим кількість вуглецю, який витратили на процес..

Введення в шихту добавок окалини підвищує початковий вміст FeO в шихті і дозволяє зменшити витрату палива на агломерацію. Крім того, у присутності закису заліза, що потрапляє в шихту з окалиною, прискорюється розвиток твердофазних перетворень із утворенням легкоплавких з'єднань і одержання високозакисного агломерату з гарними міцностними властивостями.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ПОТРАПЛЯННЯ СІРКИ В ДОМЕННУ ПІЧ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ ЇЇ РОБОТИ

Гулін Р.А., керівник к.т.н. Ступак Ю.О.

Інститут інтегрованих форм навчання Національної металургійної академії України

Проведений аналіз досліджень (джерела - література та з мережі Інтернет), присвячених вивченню факторів, що впливають на вміст сірки в чавуні. Виконані розрахунки з метою дослідження джерел потрапляння сірки в доменну піч.

Дані досліджень та практики роботи доменних печей з вдуванням природного газу (або без такого) свідчать, що найбільша кількість сірки (понад 90%) надходить в доменну піч з коксом. Розрахунки, виконані для умов роботи доменної печі з вдуванням пиловугільного палива (ПВП), виготовленого із суміші донецького вугілля марок «АО» та «Т» (вміст сірки 1,45%), показали, що використання ПВП суттєво

змінює ситуацію з потраплянням сірки в піч як з точки зору «джерела» сірки, так і загальної її кількості, що потрапляє в піч.

Розрахунки показали, що при роботі доменної печі з вдуванням ПВП, частка сірки, яка вноситься в піч з коксом, закономірно зменшується і це зменшення буде тим більшим, чим більшими будуть витрати ПВП та відповідний їй коефіцієнт заміни коксу. В залежності від витрати ПВП (в межах 50-150 кг/т чавуну) частка сірки, яку вносить кокс, може зменшитися на 7...20%. При цьому важливими є наступні фактори – витрати ПВП, коефіцієнт заміни коксу на ПВП (залежить від виду та складу вихідного вугілля для ПВП), вміст сірки в коксі та вміст сірки в ПВП. Встановлено також, що за певних умов (високий коефіцієнт заміни коксу, низький порівняно з коксом вміст сірки в ПВП), загальна кількість сірки, що потрапляє в доменну піч з паливними компонентами, може бути помітно зменшена.

ПІДСЕКЦІЯ МЕТАЛУРГІЇ СТАЛІ

МЕТОДИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВОГНЕТРИВКОЇ ФУТЕРОВКИ КИСНЕВИХ КОНВЕРТОРІВ

**Даций М.А., керівник проф. Бойченко Б.М.
Національна металургійна академія України**

Стійкість футерівки є показником який впливає на економічність виробництва. Чим вища стійкість тим менше потрібно часу н додаткові операції: перефутерівка, догляд за вогнетривами.

Підвищення стійкості футерівки досягають різними діями, наприклад: внесенням якоїсь кількості магnezії, що сприяє меншому розчиненню периклазу футерівки; технологіями все можливого торкретування, напівсухого або мокрого; підварювання ванни спеціальними масами, що в своєму складі мають значну кількість оксидів MgO; використанням технологій ведення плавки з залишенням шлаку попередньої плавки та інші.

Необхідно відмітити, що процес розмиття, або механізм зношування футерівки є неоднаковим. В деяких зонах він більш інтенсивний, в інших дуже сповільнений. Тому й виникло торкретування як методу нарощування захисної шари в локальних місцях.

Треба зазначити, що стовбур металу у ванні має один вплив на футерівку, а шлакова зона має зовсім інший, також відрізняється механізм зношування і у зоні зливу металу з конвертеру.

Саме тому у роботі розглянуто питання складної футерівки конверторів вогнетривами, тобто зональної кладки вогнетривів, як метода, що підвищить стійкість футерівки.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДОСЛІДНОЇ КИСНЕВОЇ ФУРМИ

**Авраменко А.Ю., керівник проф. Нізяєв К.Г.
Національна металургійна академія України**

Для оцінки ефективності роботи 9-ти соплової фурми виконано порівняльний аналіз технологічних показників виплавки сталі марок ЗПС і 5ПС. Дослідна фурма була встановлена на конвертері №3. Показники порівнювали з результатами роботи конвертера №1 на якому встановлена штатна 12-ти соплова (4 основних та 8 сопел другого ряду) киснева фурма за аналогічний період.

Для аналізу були відібрані масиви з 579 експериментальних і 740 порівняльних плавки за період листопад 2013 р - січень 2014

Статистичний аналіз паспортів плавки виробляли за такою методикою. Спочатку масив був розбитий на плавки марок ЗПС і 5ПС, з яких потім відфільтрували плавки: 1) з садкою за межами $65 \div 67$ т; 2) виходом придатної сталі за межами 88-93%; 3) із застосуванням карбідокремнієвих брикетів.

Отримані результати показали, що використання для продувки киснем дослідної фурми в першій половині кампанії конвертера дозволяє знизити питому витрату металошихти на 2,3 кг / т сталі при виплавці сталі ЗПС і на 0,9 кг / т сталі при виплавці сталі 5ПС. Питома витрата чавуну при цьому знизився на 17,0 і 14,4 кг / т сталі, відповідно.

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОЗАПІЧНОЇ ОБРОБКИ КОНВЕРТОРНОЇ СТАЛІ НА УСТАНОВКАХ КОМПЛЕКСНОГО ДОВЕДЕННЯ І АГРЕГАТАХ „КІВШ-ПІЧ”

Оруджов Р.П., керівник проф. Бойченко Б.М.
Національна металургійна академія України

Установка доведення сталі в ковші з нагріванням металу з'явилася більше 40 років тому і отримала назву піч-ківш.

Типова конструкція установки LF (піч-ківш) показано на малюнку 1. У ковші наводиться рафінувальні шлак, і в нього зверху опускають електроди системи електродугового нагрівання таким чином, щоб забезпечити достатню ефективну теплопередачу і одночасно захистити вогнетриви ковша від дуги. При цьому залишкові [оксиди](#) заліза в шлаку відновлюються графітовими електродами. У результаті отримують "ультрачисту" сталь з низьким змістом сірки. На рисунку показаний варіант установки типу піч-ківш, що передбачає можливість перемішування металу аргонном під шаром синтетичного шлаку, вдування порошкоподібних реагентів і підігрів розплаву одночасно.

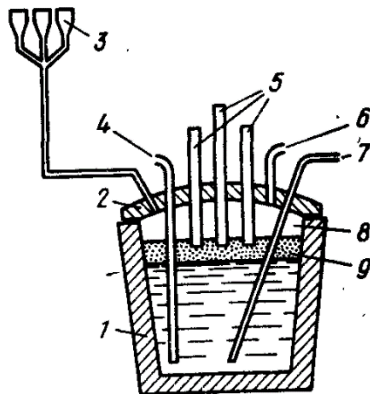


Рис. Схема установки AP (Arc - Process)

1 - ківш; 2 - кришка-звід; 3-бункера для феросплавів і флюсів; 4 - фурма для подачі в метал аргону або азоту, 5 - електроди; 6 - подача аргону; 7 - фурма для вдування порошку силікокальцію в струмені аргону, 8 - безокислительная атмосфера; 9 - шлак ($\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$)

ХВИЛЕУТВОРЕННЯ ПРИ ПРОДУВЦІ КОНВЕРТОРНОЇ ВАННИ

Лантух О.С., керівник доц. Стоянов О.М.

Національна металургійна академія України

На даний час на вітчизняних і іноземних підприємствах конструкцію кисневих фурм розробляють з урахуванням розташування кисневих струменів, середньої витривалості фурми та її пропускної здатності. Мало хто звертає увагу на поведінку металеві ванни у конвертері, а саме хвилеутворення. Знання про гідродинаміку ванни конвертеру і в тому числі хвилеутворення мають велике значення для розвитку теоретичних і практичних положень.

Постійна хвилева активність може впливати на витривалість футерівки, механізму обертання конвертеру, станин для підтримання кожуху, на тепло- і масообмінні процеси у металевій ванні.

Метою справжнього дослідження є аналіз впливу конструкції кисневої фурми, висоти її положення і тиску дуття на гідродинаміку конверторної ванни, а саме на частоту утворення хвиль і реакційних зон, максимальну висоту і глибину занурення хвилі відносно стінки та глибину занурення реакційних зон.

У ході проведення досліджень були отримані відео файли з високошвидкісної відеокамери, для кожного експерименту визначають по градуюванню на передній стінці моделі данні, з яких далі будуються гістограми, що встановлюють залежність між висотою хвилі та тиском кисню; між висотою хвилі та глибиною реакційної зони; між висотою хвилі та висотою положення фурми; між частотою утворення хвиль, коливання реакційних зон та тиску і висоти положення фурми. У разі, коли на відеоматеріалах відмічаються застої хвиль біля стінки, або застої реакційних зон на певних рівнях – це відмічається позначками у масиві, що аналізується для подальшого вивчення.

ЗАХОДИ ПО СКОРОЧЕННЮ ВИТРАТИ ЧАВУНУ У КИСНЕВО-КОНВЕРТЕРНІЙ ПЛАВЦІ В УМОВАХ ПАТ «ЄВРАЗ – ДМЗ ІМ. ПЕТРОВСЬКОГО»

Козій О.В. керівник доц. Мамешин В.С.

Національна металургійна академія України

Однією з основних витратних статей собівартості сталі є вартість чавуну. Його вклад у собівартість може складати 60-80% у залежності від типу процесу та витрати чавуну на тону сталі.

Враховуючи, що вартість лому у теперішній час нижча ніж чавуну одним з найбільш впливових способів зниження собівартості сталі є підвищення частки лому у шихті киснево-конверторного процесу.

Співвідношення чавун та лому у шихті сталеплавильного агрегату у першу чергу визначається тепловим балансом процесу. Для «класичного» киснево-конверторного процесу частка лому звичайно не перевищує 23-25%.

Аналіз реальних умов роботи конвертерних цехів показує, що з позиції збільшення долі лому до теперішнього часу такі можливості практично повністю вичерпані. Для подальшого збільшення долі лому в конвертерній плавці потрібно використання додаткових енергоносіїв.

Технологічна схема киснево-конверторного процесу зі збільшеною (в межах 30 - 50 % металобрухту в шихті може включати наступні елементи:

- збільшення хімічної теплоти металошихти (використання чавуну або лому з підвищеним вмістом екзотермічних елементів);
- часткове допалювання оксиду вуглецю CO до CO₂ в робочому просторі конвертера в ході продування;
- попереднє підігрівання лому в конвертері або за його межами шляхом спалювання природного газу і твердого вуглецьвмісного палива в порошкоподібному і кусковому стані;
- використання твердого палива для підігріву брухту або введення його в рідку ванну в процесі продування.

АНАЛІЗ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПЕРЕРВНОЇ РОЗЛИВКИ СТАЛІ В УМОВАХ ВАТ «ДНЕПРОСТАЛЬ»

**Тимченко І.В. керівник доц. Герасименко В.Г.
Національна металургійна академія України**

Сьогоднішній стан сталеплавильного виробництва і зокрема безперервного розливання сталі дозволяє отримувати безперервну заготовку високої якості за мінімальних енерговитрат. Частка енерговитрат на процес безперервного розливання сталі серед інших ланок сталеплавильного виробництва становить не більше 5%.

Зрозуміло, що серед марок сталі, що розливаються на МБРС найбільшу енергоємність мають високолеговані сталі спеціального призначення оскільки для їх виготовлення використовуються енергоємні феросплави, а технологічний процес виплавки і позапічної обробки такої сталі значно складніший, що безумовно підвищує енергоємність сталі в цілому.

Суттєве збільшення енергоємності заготовок розлитих на МБРС відбувається у випадку виникнення браку або проривів кірки металу. Тому нижче буде розглянуто сучасні способи усунення імовірності виникнення дефектів безперервно литих заготовок в Україні і світі, а також попередження виникнення проривів кірки.

У роботі виконано аналіз енерготехнологічних параметрів технології безперервного розливання сталі на криволінійній МБЛЗ, зокрема проаналізовані витрати води на первинне і вторинне охолодження заготовки, ступені обтиску заготовки у тягнучо-правильному агрегаті та витрати шлакоутворюючої суміші в кристалізатор.

ПІДСЕКЦІЯ ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ СТАЛІ І ФЕРОСПЛАВІВ

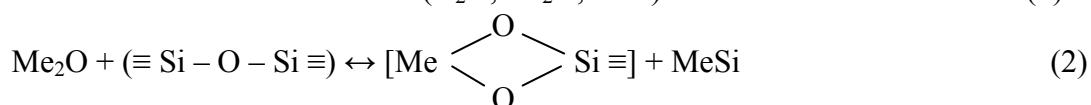
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЯЗКОСТЬ ШЛАКОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ярошенко Д.И. руководитель академик НАНУ, проф. Гасик М.И. 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 η) и размерных параметров диффузанта (радиус частицы r) применимо для идеальных растворов, исключаяющих взаимодействие среды и диффундирующей частицы.

$$D = \frac{kT}{4\pi r \eta} \quad (1)$$

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% SiO₂, что создает предпосылки для появления в расплаве полимерных комплексов в виде сетки цепочечных анионов [SiO₄]⁴⁻ и объемной катионно-анионной решетки с преобладанием в ее структуре анионов [SiO₄]⁴⁻ и [Si₂O₇]⁶⁻. Как следствие, увеличение размерного фактора компонентов системы, обуславливает повышение вязкости шлакового расплава и затрудняет седиментацию королек 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 [Si₂O₇]⁶⁻ служат катионы сильных оснований (K₂O, Na₂O, CaO) в соответствии со схемой (2):



Слабые основания (MgO, MnO, FeO) присутствуют в шлаковом расплаве в форме свободных окислов, участвуя в образовании молекулярных и комплексных (ассоциатов) соединений. 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 ≤5% масс.

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСШЕГО УРОВНЯ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ СТАЛИ,
ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ СТАЛИ В УСТАНОВКЕ КОВШ-ПЕЧЬ**
Стрибижев С.Т., руководитель проф. Гладких В.А.
Национальная металлургическая академия Украины

Современные технологические решения выплавки электростали массового назначения во многом определяются конкурентоспособностью по производительности, материальным затратам с кислородно-конверторным производством. Разработанная в последние годы концепция реализации технологии переработки твердого вторичного сырья – металлолома методом дуплекс-процесса: дуговая сталеплавильная печь (ДСП) – агрегат комплексной обработки (АКОС) во многом способствует широкому развитию этой технологии. Сущность состоит в том, что задачи периода плавления и окислительного периода классической электроплавки решаются в современной ДСП повышенной мощности (120-150 МВА), а рафинировка металла, то есть восстановительный период реализуется в отдельном агрегате печь-ковш с электродуговым нагревом с использованием трансформатора мощностью 15-20 МВА, что почти на порядок меньше, чем мощность трансформатора ДСП. При этом суммарный коэффициент использования мощности трансформатора повышается с 0,6 до 0,9. Однако, реализация технологии высшего уровня требует новых теоретических и практических решений, связанных, прежде всего, с созданием рациональных физико-химических и теплотехнических условий.

Необходимо обеспечить успешную десульфурацию, раскисление и легирование электростали, а также необходимую температуру для успешной разливки. Процессы обработки стали в ковше основаны на подогреве металла электрическими дугами, в

сочетании с перемешиванием стали инертным газом. Благодаря использованию синтетического шлака, соответствующего обрабатываемой марке стали, установка ковш-печь обеспечивает наиболее полное использование раскислителей и легирующих.

При организации обработки стали в ковше-печи необходимо определить, прежде всего, рациональный режим подогрева при заданной температуре металла на выпуске из ДСП. Необходимое повышение температуры при подогреве в ковше-печи можно определить из уравнения:

$$t_{\text{под}} = t_p + \Delta t_v + \Delta t_n - t_{\text{вып}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

где: - $\Delta t_{\text{под}}$ – повышение температуры при подогреве металла в печи-ковше.

$t_p = t_{\text{л}} + (35+40)$ – температура разливки;

$t_{\text{л}}$ – температура ликвидус стали

$$t_{\text{л}} = 1537 - \{88[\text{C}] + 8[\text{Si}] + 5[\text{Mn}] + 4[\text{Ni}] + 25[\text{S}] + 30[\text{P}]\}$$

Δt_v – потери температуры на выпуске;

Δt_n – потери температуры при переливе в промежуточный ковш;

$t_{\text{вып}}$ – температура стали на выпуске из ДСП, $^\circ\text{C}$.

Температура металла на выпуске из ДСП в основном определяет качество полупродукта, передаваемого на установку ковш-печь. Поэтому рациональное соотношение между $t_{\text{вып}}$ и $\Delta t_{\text{под}}$ является актуальной задачей для успешной реализации процесса в целом.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО–ВРЕМЕННЫХ РЕЖИМОВ
ФОРМИРОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ САМООБЖИГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ
ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ ВЫПЛАВЛЯЮЩИХ МАРГАНЦЕВЫЕ ФЕРРОСПЛАВЫ**
Дзвеняк В.И. , руководитель проф. Гриншпунт А.Г.
Национальная металлургическая академия Украины

Выполнен анализ факторов влияющих на стабильную работу рудовосстановительных электропечей. Установлено, что основными причинами являются горячие простои из-за неисправности оборудования, отсутствия электроэнергии и шихты. Показано, что более 80% обрывов электродов происходит после горячих простоев печи. Приведен наиболее вероятный механизм разрушения электрода.

Разработан, способ эксплуатации самообжигающихся электродов в период остановок печей типа РПЗ-63 и РКГ-75, позволяющий значительно сократить количество обрывов, повысить производительность печей, снизить расход электроэнергии и шихтовых материалов. Установлено, что соотношение скоростей охлаждения центра и поверхности электрода в районе нижней кромки контакта щек должно быть равным 1,0-1,5. Это достигается плавным снижением плотности тока в электродах со скоростью 0,3-0,4 А/см² в час путем уменьшения токовых нагрузок на электродах со скоростью 10 кА в час в течении 6-8 часов перед плановой остановкой. В течение двух суток перед остановкой электроды укорачивают на 600-800 мм путем сокращения или прекращения перепуска, а в течение 3-6 часов перед остановкой перепускают на ту же величину.

Определены величины температурного перепада между центром и поверхностью электрода в период простоя рудовосстановительной печи и последующего набора мощности. При остановке печи по разработанной методике температура в центре

электрода и на его поверхности, на уровне 0,5 м ниже контактных щек плавно снижается со скоростью 25-30⁰С в час, при этом перепад температур по сечению не превышает 100⁰С. Работа электродов после разогрева печи и выхода на полную мощность характеризовалась высокой надежностью. Термических трещин и последующих обрывов электродов отмечено не было.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАРГАНЦЕВОГО МАГНЕЗИАЛЬНОГО АГЛОМЕРАТА
Эсаулов А.С. , 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.

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 магнезиального агломерата использовать отвальные магнезиально-силикатные шлаки выплавки ферроникеля на Побужском ферроникелевом комбинате (ПФК) химический состав (% масс.): 28,6 MgO, 53,2 SiO₂; 4,0 CaO 2,1 Al₂O₃.

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)/%SiO₂ (0,38-0,45). Магнезиальный марганцевый агломерат имел следующий химический состав (% масс.): 36,9 Mn; 27,1 SiO₂; 3,8 CaO ; 7,9 MgO; 3,3 Fe ; 2,8 Al₂O₃; 0,19 P; 2,13 K₂O+Na₂O.

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%.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АГРЕГАТЕ «ПЕЧЬ-КОВШ»
Чупрун А.В., руководитель доц. Жаданос А.В.
Национальная металлургическая академия Украины

В настоящее время в металлургическом производстве существенно увеличился объем и сортамент сталей, обрабатываемых на установке «печь-ковш». Установка служит для легирования и десульфурации стали, а также подогрева жидкого металла до заданной температуры перед последующими технологическими операциями.

Агрегат «печь-ковш» включает в себя следующее основное оборудование: трехфазный трансформатор; устройство для зажима и механизм перемещения электродов диаметром, водоохлаждаемая крышка с механизмом подъема и опускания, зонд для замера температуры и отбора проб металла из ковша, система подвода аргона.

Работа электропечи-ковша характеризуется различными режимами нагрева в зависимости от ступени мощности трансформатора. Нагрев металла начинают на низких ступенях мощности, а затем после наводки рафинировочного шлака и стабилизации работы электрических дуг переходят на более высокие ступени.

Одним из технологических параметров, который необходимо контролировать во время обработки металла является температура расплава. Так как контролировать ее непрерывно технически сложно, то по ходу обработки осуществляются периодические остановки, для проведения замеров. Время на проведение замеров, при которых происходит охлаждение расплава, может достигать 20% от общей продолжительности нагрева. Поэтому для сокращения времени, затрачиваемого на проведение этих замеров необходимо получить математическую модель, позволяющую прогнозировать изменение температуры расплава. Решение данной задачи позволит обеспечить экономию электроэнергии, а также увеличить пропускную способность участка.

Изменение температуры расплава во время его обработки на установке «печь-ковш» обусловлено следующими факторами:

- поступлением энергии от электрических дуг;
- тепловыми потерями, которые обусловлены:
- продувкой инертным газом;
- введением легирующих элементов;
- теплопередачей через футеровку ковша;
- излучением с поверхности расплава;

С учетом всех статей энергетического баланса для агрегата «печь-ковш» емкостью 160 т номинальной мощности трансформатора 28МВ·А разработана математическая модель изменения температуры расплава.

Расчетные значения изменения температуры расплава в ходе его обработки для разных ступеней напряжения трансформатора хорошо сопоставляются с результатами промышленных экспериментов.

Полученная математическая модель позволит осуществлять прогноз температуры расплава во время обработки, что обеспечит существенную экономию электрической энергии и увеличение пропускной способности участка.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ВЫПЛАВКИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАРГАНЦА И КРЕМНИЯ В ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЕЦ

Васюк Д.О., руководитель доц. Цыбуля Е.И.

Национальная металлургическая академия Украины

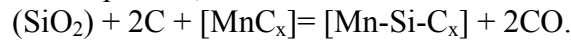
Ферросиликомарганец является комплексным ферросплавом и применяется для раскисления легирования стали, выплавляемой в кислородных конвертерах и электропечах. Образование стандартного по кремнию сплава происходит в направлении постепенного обогащения металла восстанавливаемым кремнием, постоянно изменяется состав частиц сплава. Последовательность стадий сложного процесса образования ферросиликомарганца можно описать следующими реакциями. На первой стадии развиваются процессы восстановления высших оксидов марганца с участием монооксида углерода, а затем оксида марганца MnO по реакции прямого восстановления до карбида



В зоне высоких температур заметное развитие получает реакция восстановления кремнезема:



и образования ферросиликомарганца, что может быть описано химической схемой



При анализе восстановительных реакций выплавки ферросиликомарганца с различным содержанием кремния следует иметь в виду, что до 23,5% Si равновесной фазой с этим сплавом является графит, тогда как при содержании кремния более 23,5% Si – только карбид кремния. Закристаллизованные сплавы составов, соответствующих промышленным маркам ферросиликомарганца MnC12-MnC22, содержат различное количество карбосилицида и силикокарбида (фазы Новотного), что и определяет различный уровень концентрации углерода в ферросиликомарганце соответствующих марок. В высококремнистом ферросиликомарганце MnC25 основной структурной составляющей является фаза Новотного, равновесная концентрация углерода в которой при 23,5% Si составляет 0,16%.

Полезное извлечение марганца из шихты в товарный сплав с учетом использования вторичных марганецсодержащих материалов достигло 80-82%. Важным вкладом в дальнейшее развитие теории и технологии производства ферросиликомарганца явились исследования д.т.н. В.С. Куцина, посвященные разработке технологии и оригинального оборудования кусковой сепарации отвальных шлаков и управлением процессами с применением электронной сенсорики и современных программных продуктов. Получаемый по этой технологии марганцевый металлошлаковый концентрат, содержит свыше 35% марганца.

Одним из направлений дальнейших научных поисков повышения полезного использования марганца является довосстановление марганца и кремния из отвальных шлаков ферросиликомарганца. Как показано в работах В.А. Гладких и М.И. Гасика, наиболее эффективным является производство шлакоугольных брикетов и их применение в составе шихты для выплавки ферросиликомарганца. Промышленные масштабные опыты показали, что применение термически устойчивых шлакоугольных брикетов позволяет повысить извлечение марганца на 5-7% и кремния на 3-5%.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МАРГАНЦЕВЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ

Казаков В.Э., руководитель асс. Рубан А.В.

Национальная металлургическая академия Украины

Ферросиликомарганец является наиболее универсальным марганцевым сплавом, который используется при получении широкого сортамента стали и по объему выплавки занимает лидирующее место среди марганцевых ферросплавов. Основное количество сплава на территории Украины производится в условиях ПАО «Никопольский завод ферросплавов» в высокомошных рудовосстановительных электропечах типа РПГ-63 и РКЗ-75 в соответствии с требованиями ДСТУ 3548-97. Основным марганцевым компонентом шихты является марганцевый агломерат, получаемый из смеси оксидных и карбонатных концентратов, в качестве кремнийсодержащего сырья применяется кварцит. Сплав получают непрерывным шлаковым процессом путем совместного восстановления оксидов марганца и кремния углеродом кокса.

В процессе выплавки ферросиликомарганца образуются техногенные отходы в оксидной (отвальные шлаки, шламы мокрой и сухой газоочисток) и в металлической

(отсевы фракционирования, скрап, настыли, возврат разливки) форме, поэтому их утилизация с целью рециклинга в технологической схеме выплавки марганцевых ферросплавов является актуальной, что вызывает необходимость более глубокого изучения их структурных составляющих.

В работе был исследован отвальный шлак ферросиликомарганца с помощью инвертированного фотомикроскопа отраженного света «NEOPHOT 21». Установлено, что шлак представляет собой неоднородную структуру с равномерным распределением заметных фаз, к числу которых можно отнести корольки металла (крупные светлые пятна), кварцевые зерна и мельчайшие фазы с высокой отражательной способностью MnS (мелкие светлые пятна).

Проводились рентген-дифрактометрические исследования отвальных шлаков производства ферросиликомарганца на дифрактометре STOE STADI P (CuK α ₁-излучение)

Установлено, что для отвального шлака ферросиликомарганца основные составляющие компоненты входят в состав аморфного кальциево-марганцевого стекла, а марганец кроме того, представлен в виде самостоятельной фазы сульфида марганца – MnS, который была идентифицирована как алабандин авторами.

Все вышеуказанное свидетельствует о том, что отвальный шлак ферросиликомарганца рационально использовать как вторичное марганцевое сырье с целью его рециклинга в технологической схеме выплавки марганцевых ферросплавов.

ВОВЛЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА

Синий В.Н, руководитель асс. Рубан А.В.

Национальная металлургическая академия Украины

Ферросиликомарганец – комплексный ферросплав, который применяется для легирования и раскисления электростали. Ферросплавными заводами Украины производится ферросиликомарганец четырех марок, который представляет собой сплав, содержащий не менее 60% Mn, 10-30% Si, 0,5-3,5% C, а также примеси (фосфор и серу). Стандартом Украины (ДСТУ 3548-97) предусмотрена поставка готовой продукции потребителю определенного класса крупности от 1 до 6, размером фракции 5-300 мм. Наиболее востребованным является сплав марки MnC17 (15-20% Si, не менее 65% Mn) фракции +10-100 мм.

Согласно работы отвальный шлак ферросиликомарганца рационально использовать как вторичное марганцевое сырье с целью его рециклинга в технологической схеме выплавки марганцевых ферросплавов.

Одним из перспективных направлений коренного улучшения показателей производства ферросиликомарганца являются восстановительные процессы доизвлечения Mn и Si из отвального шлака ферросиликомарганца путем их совместного брикетирования с углем.

Большой экспериментальный материал по брикетированию шихт для выплавки различных ферросплавов, накопленный кафедрой электрометаллургии НМетАУ свидетельствует в пользу брикетирования.

В работе проведен анализ экспериментального материала и выявлено наиболее существенные преимущества и недостатки брикетированной шихты. Установлено, что наряду с созданием разветвленного тесного контакта *оксид-восстановитель* в окисноугольном брикете значительно возрастает удельное электросопротивление. Увеличение электрического сопротивления шихты имеет решающее значение для освоения мощных рудовосстановительных электропечей.

Брикети́рование шлаков ферросиликомарганца можно рассматривать также, как возможность дополнительного введения восстановителя с повышенным электросопротивлением, вносящим к тому же марганец и кремнезем при низком удельном содержании фосфора.

Важным преимуществом использования брикетов является вовлечение в производство отходов и некондиционных материалов (шлаков, шламов, углей мелких фракции). На этом принципе основан ряд технологических процессов, обеспечивающих замкнутый технологический цикл.

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОНИКЕЛЯ

Решетников Н.В., руководитель асс. Таран А.Ю.

Национальная металлургическая академия Украины

Приведены результаты исследований некоторых особенностей производства ферроникеля в условиях ООО «ПФК».

Производство ферроникеля электротермическим способом является наиболее распространенным и, при всей сложности и энергоемкости, одновременно самым эффективным технологическим процессом. Вместе с тем, повышение требований к качеству сплава, ужесточение экономических и экологических требований диктуют необходимость дальнейшего повышения эффективности технологического процесса плавки.

При переходе ПФК на выплавку ферроникеля с использованием руды, физико-химические параметры и металлургические свойства которой значительно отличаются от ранее используемой отечественной, оказалось, что наработанный с 1972 года производственный опыт требует некоторых уточнений и доработки.

В связи с этим, на стадии освоения технологии с импортной рудой был проведен материальный баланс по обжиговому и электропечному переделу. Целью исследований было установление фактических величин, характеризующих эффективность использования никеля при изменении условий подготовки руд и выплавки ферроникеля на ПФК при переходе на переработку высокомагнезильного сырья. Были получены следующие результаты: выход огарка от заданного сырья – 84%; - выход чернового ферроникеля – 14,4%; - сквозное извлечение никеля в черновой сплав – 96,74%; сквозное извлечение железа – 69,35%; расход электроэнергии на тонну огарка – 686 кВт·ч.

С целью уточнения (подтверждения) результатов промышленных исследований материального баланса выплавки чернового ферроникеля были проведены расчетные материальный и тепловой балансы.

При выполнении расчетного материального баланса состав огарка был принят следующий, %:

Ni	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	SiO ₂	C	CaO	Al ₂ O ₃	Σ
3	6,8	15,78	26,2	42,33	3,6	1,05	0,94	100

В результате расчетов было установлено, что дефицит вносимого огарком и идущего на восстановление углерода составляет 13%. С учетом науглероживания сплава ([%C] ≈ 2%) дефицит углерода достигает 16%.

В настоящее время на комбинате проводится отработка технологического режима производства чернового ферроникеля с частичной заменой традиционного восстановителя – антрацита марок АС и АШ, на вторичный материал, содержащий до 30% карбида кремния (SiC). Предварительные результаты показали высокую эффективность использования карбидкремнийсодержащих материалов как в процессе

получения огарка (значительно сокращается угар углерода), так и в процессе электроплавки в рудотермической печи – повышается содержание кремния в черновом ферроникеле, снижается общий расход восстановителя и электроэнергии за счет экзотермичности разложения карбида кремния на кремний и углерод.

С использованием полученных расчетных данных материального баланса был выполнен тепловой баланс процесса выплавки черного ферроникеля.

При расчете теплоты шлакообразования и с учетом расчетного состава шлака приняли, что основными ингредиентами шлака являются SiO_2 , Al_2O_3 , MgO и FeO , а, учитывая образование в системах соединений, состав шлака был принят следующий, %:

$\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$	$2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$	FeO	$\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	Al_2O_3
83,63	5,68	6,71	2,78	1,2

Далее рассчитывали теплоты шлакообразования указанных соединений и суммарную теплоту шлакообразования. При расчетах, по результатам практических замеров, температура металла принята 1500°C , шлака – 1575°C , температура CO – 800°C .

Таким образом, выполненные исследования позволили, во-первых, уточнить характер формирования черного ферроникеля и, во-вторых, определить направление энергосбережения за счет снижения тепловых потерь огарка от обжиговой печи до колошника рудотермической печи и использования новых восстановителей.

ПІСЕКЦІЯ МЕТАЛУРГІЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНА МАГНИЕТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

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

В настоящее время существует или ведется разработка 23 различных методов получения первичного титана из TiCl_4 , TiO_2 , TiC , Na_2TiF_6 восстановлением этих соединений металлами, водородом, электрохимически или плазмохимией. Однако, несмотря на большие капиталовложения заменить металлотермический процесс восстановления TiCl_4 пока не представляется возможным по экономической эффективности, производительности, качеству получаемого продукта и другим показателям. При этом в настоящее время магнетермия применяется практически на всех действующих крупных титановых металлургических предприятиях в мире.

Усовершенствование магнетермического способа производства титана идет по двум направлениям: аппаратурному и технологическому, хотя, как правило, эти направления взаимосвязаны. Главной тенденцией развития аппаратурного оформления магнетермического процесса является увеличение циклового съема губчатого титана, благодаря чему достигается снижение удельного расхода электроэнергии на переделах восстановления и вакуумной сепарации и значительное улучшение качества губчатого титана по большинству примесей.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложены мероприятия по улучшению технологии производства титана магнетермическим методом, в т.ч. и с целью его получения непрерывным способом.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕГАЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

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

На основании анализа литературных данных установлено, что при производстве вторичных алюминиевых сплавов в них содержится повышенное содержание газов, которые резко ухудшают качество металла, образуя различные виды неметаллических включений (оксиды, нитриды, карбиды и др.), а также большое количество дефектов (например, газовая пористость, вскип, газовые раковины). Для уменьшения отрицательного влияния газов на механические и эксплуатационные свойства изделий из вторичных алюминиевых сплавов применяют: прокалку шихты и формовочных материалов, уменьшают содержание влаги в атмосфере печи, ускоренное охлаждение и повышенное давление при кристаллизации, фильтрацию и дегазацию. Определено, что наиболее эффективно повышает качество металла его дегазация, особенно совместно с фильтрацией.

На основе анализа существующих и перспективных способов установлено, что наиболее эффективным способом является вакуумирование. Вакуумное рафинирование позволяет получать наибольшую степень дегазации. Однако вакуумирование до недавнего времени давало должный эффект только при обработке небольших объемов металла. В настоящее время оно находит применение для рафинирования в емкостях, вмещающих до 20 т расплава. При вакуумной обработке таких количеств металла необходимо обеспечить интенсивное перемешивание всей массы расплава. По этой причине вакуумирование часто совмещают с вдуванием в расплав инертных газов.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложено проводить вакуумную обработку алюминиевого расплава в непрерывном потоке.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЕ С ЦЕЛЬЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДВУОКСИ ТИТАНА СУЛЬФАТНЫМ СПОСОБОМ

**Аландаренко Е.В., руководитель проф. Трегубенко Г.Н.
Национальная металлургическая академия Украины**

В настоящее время около 35% всего титаносодержащего сырья перерабатывается на чистый диоксид титана, который применяется в качестве пигмента для изготовления белил и эмалей, отличающихся высокой кроющей способностью, тепло- и коррозионной стойкостью. Потребление диоксида титана постоянно возрастает. Установлено, что к концу 2015 года его потребление только в Китае составит 1,46 млн. т в год. Поэтому требуется увеличение мощностей по его производству в мире на 150-200 тыс.т в год. В зависимости от назначения в промышленности выпускает двуокись титана 13 марок (P01-P09 и A1-A02), содержащие от 90 до 98 % двуокиси титана.

При производстве двуокиси титана применяют ильменитовый концентрат или титановые шлаки. Определено, что для предприятий Украины в качестве титаносодержащего сырья можно рекомендовать ильменитовые концентраты, химические составы, содержащие не менее 96 % минерала ильменита. В промышленности применяют в основном два способа производства двуокиси титана: сульфатный и хлоридный.

Хлоридный способ позволяет получать очень высокое качество TiO_2 , но имеет следующие недостатки: необходимо получить титаносодержащий шлак, проблема

утилизации хлорного железа и примесей находящихся в шлаке. Работа с хлором крайне сложна, необходимо дорогостоящее коррозионное оборудование.

Технология производства TiO_2 сульфатным способом применима для ильменитового концентрата без предварительной пирометаллургической подготовки. Данный способ состоит из трех основных этапов: получение раствора сульфата титана (путем обработки серной кислотой); гидролиз раствора сульфатных солей титана; термообработка гидратов диоксида титана.

На основании проведенных исследований предложены пути усовершенствования технологии получения двуоксида титана сульфатным способом. При этом обеспечивается быстрое протекание процесса и высокая степень разложения ильменитового концентрата.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА ВТОРИЧНОГО АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

**Трегубенко А.В., 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 технологий 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 ОТРИМАННЯ ПЕРВИННОГО АЛЮМІНІЄВО-СИЛІЦІЄВОГО СПЛАВУ

**Козлов Я.Р., керівник ст. викл. Поляков Г.А.
Національна металургійна академія України**

Основною сировинною для виробництва алюмінію є боксити - найважливіші алюмінієві руди, які містять 45-55% Al_2O_3 , якість котрих визначається кремнієвим модулем, котрими не володіє наша держава. У той же час на Україні розвідані запаси

алунітових, нефелінових руд та залізистих бокситів, які можуть стати альтернативною сировиною для виробництва алюмінію та його сплавів.

Велика кількість алюмінію використовується у якості сплавів, для поліпшення характеристик та їх властивостей до них додають мідь, магній, марганець, кремній. За способом виготовлення алюмінієві сплави поділяють на ливарні, деформовані та спечені. Ливарні сплави повинні мати високу рідко плинність, малу схильність до утворення порожнин і кристалізаційних тріщин. Основне значення цих сплавів це фасонне лиття.

Ливарні алюмінієві сплави за структурою в литому стані діляться на 4 групи: сплави типу твердих розчинів; до евтектичні сплави; евтектичні сплави; заевтектичні.

Вдосконалена технологія виробництва алюмінієво-силіцієвого сплаву прямим відновленням рудної сировини, яка містить алюміній, у руднотермічних електропечах. Такий спосіб виробництва дає змогу повністю використовувати кремній для отримання первинного алюмінієво-кремнієвого сплаву. Основною сировиною є алюмосилікатні руди, що містять значну кількість глинозему: каоліни, кіаніти, дистенсиліманіти, низько залізні боксити та різні алюмосилікати.

Основні переваги цього способу такі: використання алюмінієво-силіцієвого руд непридатних для отримання чистого алюмінію; використання руднотермічної печі, яка замінює велику кількість електролізерів, що знижує витрати електроенергії.

Для отримання технологічних алюмінієво-силіцієвих сплавів необхідно провести розріджування металевим алюмінієм чи його механічними відходами, для отримання сплавів марочного складу, а також провести процес рафінування від металевих та неметалевих домішок.

ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТИТАНОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ УКРАИНЫ Танский В.В., руководитель профессор Игнатьев В.С. Национальная металлургическая академия Украины

Титаноциркониевые пески Малышевского месторождения на котором работает Вольногорский горно-металлургический комбинат, содержит в целом до 3 % ильменита, рутила, циркона, дистена, силлиманита, ставролита.

Коллективный концентрат разделяется в электрическом сепараторе на проводниковую фракцию (ильменит и рутил) и не проводимую (циркон, ставролит, дистен, остатки ильменита и кварца).

Дальнейшее разделение проводников магнитной сепарацией позволяет выделить в магнитную фракцию ильменит, а в немагнитную – рутил, который перечищается в барабанных коронно-электростатических сепараторах. Непроводимая фракция после электростатической сепарации направляется на магнитную сепарацию, здесь в магнитную фракцию концентрируются ильменит и ставролит, а в немагнитную, циркон, дистен и кварц. Ильменит и ставролит разделяются электростатической сепарацией с получением ставролитового концентрата (непроводная фракция).

Основной продукцией комбината является концентрат: ильменит с содержанием TiO_2 63...65%, рутиловый – 92...95 % TiO_2 , цирконовый – 62...65 % ZrO_2 , дистен-силлиманит 58 % Al_2O_3 , а также кварцевый песок.

Обработка представленной информации (по данным тех. отчетов и опробований) позволила установить количественную взаимосвязь извлечения основных минералов в соответствующий концентрат от их содержания в рудных песках. Были выявленные закономерности устойчивости, тенденции снижения извлечения циркона, рутила и ильменита при уменьшении содержания указанных минералов в рудных песках.

Для обеспечения в дальнейшем эффективной технологии обогащения на ВГМК и поддержки производства необходимо определить закон изменения сепарационных характеристик процесса обогащения и технологической схемы в целом на основе создания их математической модели с учетом состава минералов, что проходит разные стадии перераспределения. Полученные математические зависимости дадут возможность спрогнозировать качество – количественные показатели обогащения выпускаемых концентратов на ВГМК – выход, содержание и извлечение.

КАРБИДОТЕРМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СВИНЦОВО-КАЛЬЦИЕВЫХ СПЛАВОВ

**Вакулик В.В., руководитель профессор Игнатьев В.С.
Национальная металлургическая академия Украины**

Свинцово-кальциевые сплавы применяют для производства пластин кислотных аккумуляторов и антифрикционных баббитов. Эти сплавы получают следующими способами: 1) сплавление жидкого свинца с металлическим кальцием (наиболее распространенный способ), а) сплавление хлористого кальция со свинцово-натриевым сплавом (хлоридный способ), б) электролиз расплавленного хлористого кальция с жидким свинцовым катодом.

На кафедре электрометаллургии НМетАУ разработана технология карбидотермического способа, основанного на вмешивании в жидкий свинец порошка карбида кальция под хлоридным флюсом с добавкой алюминия. Карбид кальция диссоциирует, а выделяющийся кальций растворяется в свинце, образуя сплав. Установлены оптимальные параметры процесса: температура 850 °С, расход карбида 4 кг на 1кг Са в сплаве, фракция карбида 3-10мм, длительное перемешивание 1 час. Выход кальция из карбида в сплав составляет 50% , где обеспечивается получение сплавов, содержащих до 6 % Са. Способ является наиболее перспективным в условиях Украины, которая импортирует металлический кальций.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ ТИТАНОВОГО ШЛАКА ИЗ ИЛЬМЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

**Романцов С.А., руководитель проф. Игнатьев В.С.
Национальная металлургическая академия Украины**

Выплавка титанового шлака является первой стадией магнийтермического получения титана. При этом ильменитовый концентрат (42 – 60%) обогащают восстановительной плавкой в рудотермической печи с использованием углеродистого восстановителя – антрацита. Железо, содержащееся в ильменитовом концентрате, переводится в чугуны, а TiO_2 остается в шлаке (85 – 90 % TiO_2).

Основной задачей исследования являлось интенсификация плавки за счет использования брикетированной шихты. За счет применения брикетированной шихты, содержащей ильменитовый концентрат и молотый антрацит, предотвращается опережающее расплавление шихты и восстановление оксидов железа, которое в основном протекает в твердой фазе, улучшается газопроницаемость шихты, снижаются потери сырья из-за уноса мелких частиц, облегчается ведение плавки с закрытым колошником, повышается тепловой и энергетический к.п.д. печи.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ АККУМУЛЯТОРНОГО СВИНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО ЛОМА

**Дидович Е.И., руководитель доц. Бубликов Ю.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

Основным источником производства свинца из вторичного сырья является аккумуляторный лом и отходы аккумуляторной промышленности. В большинстве случаев свинец и его сплавы получают пирометаллургическим способом. В последнее время все большее развитие получают способы плавки в роторных короткобарабанных печах.

Для решения задач по утилизации отработанных аккумуляторов и их хранения, предложено перерабатывать их в роторных короткобарабанных печах повышенной емкости с применением дополнительного вдувания кислорода, через топливную горелку. Это вызвано ростом потребности в Украине аккумуляторов отечественного производства, как для автомобильного транспорта, так и для других отраслей промышленности, выпуск которых позволит исключить ввоз аналогичной продукции из-за рубежа.

Предложенная технология позволяет интенсифицировать процесс выплавки чернового свинца за счет применения газокислородной горелки с подачей кислорода к природному газу в соотношении 1:5 при возможности регулирования этих показателей.

Предложенные конструктивные решения позволяющие сократить длительность плавки с 8,5 часов до 5 часов. Технологией предусматривается использование не наклоняющихся короткобарабанных печей с донным выпуском чернового свинца. При этом степень использования свинца составляет более 98,5%.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ТИТАНОВОГО ШЛАКА С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА

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

Многостадийная технологическая схема производства титановой губки на первом этапе предусматривает выплавку титанового шлака в рудотермических печах путём селективного восстановления оксидов железа из ильменитового концентрата углеродом. Продуктами плавки являются попутный металл содержащий, %: 0,6-2,1 С; 0,03-0,1 Ni; 0,04-0,1 Mn; 0,3-1 Cr; до 0,3 S; до 0,7 P; до 0,05 Ti; остальное Fe и титановый шлак состава соответствующий ТУ 48-10-31-89 при содержании FeO 8-12%.

Наличие относительно высокого содержания FeO определяет повышение технико-экономических показателей на последующих стадиях хлорирования шлака и ректификации тетраоксида титана. В то же время снижение содержания закиси железа затрудняет процесс выпуска «коротких» тугоплавких титановых шлаков с переводом их в область гетерогенного состояния. В связи с этим ставится задача получения титанового шлака с низким содержанием FeO и обеспечение технологичности процесса выпуска плавки не приводящего к зарастанию летки.

С целью исследования возможности выплавки титанового шлака с низким содержанием железа проведены опытно-промышленные плавки в печи СКБ 6063 цеха №9 ПАО «НЗФ». В качестве шихты использовали ильменитовый концентрат в количестве 5200 кг на плавку следующего химического состава, %: TiO₂ 63,2; Fe_{общ} 18,3; SiO₂ 2; Al₂O₃-3,3; CaO 0,3; Cr₂O₃ 0,72; MgO 0,2; S 0,025. В качестве восстановителя применяли антрацит в количестве 200 кг на плавку. Удельный расход материалов на 1 т

шлака составлял 1593 кг ильменитового концентрата, 78,1 кг антрацита, 30 кг графитированных электродов и 4150 кВт·ч электроэнергии.

С целью получения жидкоподвижной ванны по ходу плавки в печь порциями задавали флюоритовый концентрат ФК-85 в количестве до 100 кг на плавку.

При получении содержание FeO в шлаке ниже 5 % прожигали летку и проводили выпуск шлака в 3-4 приема. Непосредственно перед выпуском в печь присаживали до 50 кг флюорита, что обеспечивало удовлетворительный процесс выпуска. В результате получали шлак следующего состава, %: TiO₂ 75,9-79,9; Fe_{общ} 1,1-4,5; SiO₂ 2,1-3,6; Al₂O₃ 3,6-5,5; CaO 0,3-0,5; MgO 0,5-1.

Проведенная опытно-промышленная компания позволяет рекомендовать применение флюорита в качестве разжижающего компонента при выплавке шлака с содержанием FeO не более 5 %.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОВШЕВОЙ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ЭЛЕКТРОПЕЧНОГО ФЕРРОНИКЕЛЯ

**Ежова К.А., руководитель асс. Подгорный С.Н.
Национальная металлургическая академия Украины**

На сегодняшний день большая часть производимого никеля в мире, в основном в виде ферроникеля, расходуется на изготовление нержавеющей стали.

ООО «Побужский ферроникелевый комбинат» (ПФК), получает электропечной ферроникель из импортной новокаледонской руды (2,2... 2,5% Ni), следующего химического состава, % мас.: 15... 17 Ni; 0,3... 0,4 Co; 0,5... 5,0 Si; 0,5... 2,0 Cr; 1,8... 2,5C; 0,013... 0,020 Cu; 0,2... 0,4 S; 0,01... 0,02 P, остальное – железо. Для снижения количества примесных элементов, его подвергают трехстадийному рафинированию: десульфурации содой в ковше; окислительному рафинированию в конвертерах с кислой и основной футеровкой последовательно.

Особое внимание необходимо уделить сере, переходящая в коррозионностойкие стали из ферроникеля. В сталях сера содержится главным образом в виде FeS. Это соединение придает стали хрупкость и краснотомкость, а также увеличивает истираемость, понижает сопротивление усталости и уменьшает коррозионную стойкость.

Установлено, что на активность серы в электропечном ферроникеле оказывают влияние растворенные в нем кремний и углерод; с увеличением содержания этих элементов повышается активность серы, и улучшаются термодинамические предпосылки для его более эффективной десульфурации.

На основе данных термодинамических исследований в условиях ООО «ПФК» усовершенствована технология внепечной десульфурации электропечного высокопроцентного ферроникеля карбонатом натрия, главной особенностью, которой является - повышение степени десульфурации до 85-87%, применяется двойной перелив ферроникеля из ковша в ковш, при этом расход соды составляет менее 20 кг/т.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫПЛАВКИ ВЫСОКОПРОЦЕНТНОГО ФЕРРОТИТАНА В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ ОТКРЫТОГО ТИПА

**Гук М.Р., руководитель асс. Подгорный С.Н.
Национальная металлургическая академия Украины**

В черной металлургии в последние годы все шире используется высокопроцентный ферротитан (70%Ti), который получают используя вторичное

сырьё, двумя способами: восстановлением и переплавом. Восстановлением получают ферротитан с высоким содержанием примесей – алюминия, углерода, кремния, меди и др.

На наш взгляд наиболее целесообразно производить высокопроцентный ферротитан методом переплава, в индукционных тигельных печах, используя лом и отходы титана, а также лом низко- и среднеуглеродистых сталей.

Технологической особенностью выплавки высокопроцентного ферротитана является работа с остатками жидкого металла в печи («болотом») в количестве 20-50 % от емкости печи.

Загрузка шихты в индукционную печь производится порциями массой не более 10% от садки печи, в следующей последовательности: после слива печи, на «болото» присаживается весь стальной лом затем самые крупные куски титанового лома, далее средние куски, листовой лом, брикеты титановой губки и крупные куски ферротитана. В заключительной стадии плавки – мелкое титаносодержащее сырьё (мелкий лом, титановая губка, низкопроцентный или некондиционный ферротитан и др.). После полного растворения последней порции шихты расплав подогревается.

Стружка присаживается в печь в конце плавки. Перед присадкой в расплав стружки около половины готового ферротитана сливается в изложницы. Печь необходимо переключить на повышенную ступень, обеспечив тем самым сильное перемешивание металлической ванны без значительного увеличения температуры металла.

Полученный ферротитан без промедления сливается в изложницу.

Установлено, что рационально и технологически приемлемо использовать на плавку до 30% титановой стружки от веса завалки, при этом плавка ведется без применения флюса. Разливка ферротитана производится непосредственно из печи в чугунные или стальные изложницы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФЕРРОВАНАДИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТИТАНОМАГНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Постриганов П.П., руководитель асс. Подгорный С.Н.
Национальная металлургическая академия Украины**

Ванадий используют в основном как легирующий элемент.

Из-за отсутствия собственных запасов промышленных ванадийсодержащих руд и растущий спрос на этот металл, все большее внимание уделяется отходам производства, содержащих в достаточном количестве ванадий.

Примеси ванадия сопровождают титановое сырьё в месторождениях и в стандартных концентратах, поступают в титановые шлаки рудотермической плавки и при вскрытии хлорированием попадают в тетрахлорид титана. По существующей технологии, применяемой на Запорожском титаномагниевокомбинате («ЗТМК»), после очистки $TiCl_4$ образуются хлоридные алюмованадиевые кеки (АВК). Пройдя дополнительную обработку известью, данные кеки могут использоваться для дальнейшей их переработки на ванадиевую продукцию.

Проведены экспериментальные исследования. В качестве исходного сырья был взят известкованный кек, с содержанием ванадия около 9 % в виде VO_2 , а также содержащего $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ – 42,25%. Данный диоксид представляет собой трудно восстанавливаемое соединение с температурой плавления $1360^\circ C$. Дополнительные сложности при переработке кека, также связаны с высоким содержанием хлора, находящимся в материале в виде соединения $CaCl_2$.

Для устранения существующих затруднений спроектирована схема подготовки

исходных материалов и получения сплавов ванадия с железом.

Схема включает в себя следующие этапы: промывка исходного сырья технической водой с целью его обогащения и отмывки от растворённых солей; сушка ванадиевого кека; окислительный обжиг полупродукта с целью его окускования и перевода ванадия в легко восстанавливаемый оксид V_2O_5 с температурой плавления $675\text{ }^\circ\text{C}$; восстановление оксида ванадия силикотермическим методом.

Установлено, что для производства 1 т феррованадия (40-45% V) расходуется 2,65 т прокаленного кека; 0,47 т ферросилиция марки ФС – 65; 1,0 т извести, 0,35 т стальной обрезки; около 1550 кВт•ч электроэнергии. Извлечение ванадия составило – 98,5-99,5 %.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИРКОНИЯ КАЛЬЦИЙТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Примак Н.Н., руководитель асс. Подгорный С.Н.

Национальная металлургическая академия Украины

Особо чистый металлический цирконий применяется в основном в атомной энергетике.

Основными промышленными источниками в настоящее время служат минералы бадделеит и циркон, содержащие соответственно 96,5-98,9 и 64-67% ZrO_2 .

Проведенный анализ способов производства циркония, показал перспективность производства металлического циркония из отечественного сырья, получаемого на Вольногорском ГМК, восстановлением тетрафторида циркония кальцием.

Эта технология предполагает в качестве восстановителя использовать металлический кальций в виде стружки.

Тетрафторид циркония и кальций загружают в реактор из графита. В качестве тепловыделяющей добавки в шихту добавляют йод. Герметизированный реактор вакуумируют, после нагрева до $350\text{ }^\circ\text{C}$ заполняют инертным газом и нагревают до $850\text{ }^\circ\text{C}$.

Далее восстановление идет самопроизвольно, и заканчивается через несколько минут. После охлаждения и разборки реактора, шлак содержащий фтористый кальций, легко отделяется от циркониевого слитка. Слиток используется, для переплава в электроннолучевой печи или в качестве расходоемого электрода для вакуумной дуговой плавки.

Экспериментально установлено, что химический состав слитков циркония полученных электронно-лучевой плавкой следующий, %: O – 0,08; N – 0,016; C – 0,036; Fe – 0,01; Ni – 0,0026; Cr – 0,0005; Al – 0,0005; Si – 0,001, ост. цирконий.

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

Авдеенко В.В., руководитель асс. 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 энергоёмкости и трудоёмкости процесса огневого рафинирования меди и улучшает качество медных анодов.

Предлагается объединить принятые в классической технологии, конвертирование черной меди и огневое рафинирование 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 конвертере 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 - $0,9-0,1 \text{ м}^3/\text{т} \cdot \text{мин}$.

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_2 .

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 черной 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

**Шевченко С.А., руководитель асс. 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, м³: 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

**Дидович Е.И., руководитель асс. Подгорный С.Н.
Национальная металлургическая академия Украины**

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

Проведенные теоретические расчеты восстановления оксидов по реакциям алюминийтермического восстановления ильменитового концентрата показали, что из 100кг концентрата образуется 51,6кг 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.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ МЕТАЛЛОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ ИЗ ЕГО ДИОКСИДА КАЛЬЦИЕМ И АЛЮМИНИЕМ

Аландаренко Е.В., руководитель асс. Подгорный С.Н.
Национальная металлургическая академия Украины

Цирконий металлотермическим способом получают из его оксидов, хлоридов, фторидов, а также фторцирконатов калия и натрия.

Основными операциями металлотермической технологии являются восстановление и переработка реакционной массы с целью отделения полученного металла от других продуктов реакции. Для восстановления оксидов циркония может быть использован кальций и алюминий, а из хлоридов или фторидов — кальций, натрий и магний. Другие щелочные и щелочноземельные элементы неконкурентоспособны по экономическим соображениям.

Термодинамический анализ алюминотермического восстановления циркония из его диоксида до металла по реакции $ZrO_2 + 4/3Al = Zr + 2/3Al_2O_3$ показал, что протекание этой реакции слева направо возможно при температурах более $600^{\circ}C$ только при условии образования интерметаллических соединений.

Анализ реакции кальцийтермического восстановления $ZrO_2 + 2Ca = Zr + 2CaO$ показал возможность ее осуществления слева направо в температурном диапазоне от 0 до $2000^{\circ}C$, что указывает на перспективность использования кальция в процессе металлотермического восстановления циркония и может позволить полностью или частично заменить восстановитель алюминий. Применение кальция должно способствовать улучшению кинетических условий процесса.

С использованием термодинамического моделирования выполнена оценка вероятности образования различных соединений в металле и оксидной фазе с изменением температуры при алюминотермическом восстановлении циркония из его диоксида. Показана принципиальная возможность получения сплава Zr-Al с содержанием циркония более 55 мас.% в технологически важном температурном диапазоне $1400-1800^{\circ}C$.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ СПІНЮВАНОГО АЛЮМІНІЮ

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

Для виготовлення ізоляційних (шумопоглинаючих), пакувальних і фільтруючих виробів порівнянно з традиційними алюмінієвими сплавами переважнішими є спінювані алюмінієві сплави, які мають пористу структуру. Такі сплави отримують обробкою алюмінієвого розплаву різними реагентами або продуванням газами.

Фірмами Alcan і Hydro Aluminium для отримання спінюваних сплавів розроблений Sumat-процес. У плавильній печі безперервної дії на основі чистого алюмінію або його сплаву готують металевий розплав, що містить 10...20 % SiC або Al_2O_3 . Під час безперервного перемішування та продування повітрям з приготованого розплаву в роздавальній печі отримують спінюваний сплав, який транспортною стрічкою виноситься з зони формування. В результаті отримують заготовку у формі стрічки з відносною щільністю близько $0,3 \text{ мг/см}^3$ для приготування литих панелей.

Alporas-процес передбачає отримання спінюваного сплаву стабілізацією газових бульбашок, що утворилися в алюмінієвому розплаві, при збільшенні його в'язкості. Для цього в плавильній печі при безперервному перемішуванні механічними мішалками

доводять алюмінієвий розплав до твердорідкого стану або в розплав чистого алюмінію додають близько 1,5 % кальцію (магнію або інших елементів, які утворюють оксиди CaO, MgO, CuAl₂O₄). Отриманий в'язкий сплав заливають у форму і для спінювання протягом безперервного перемішування додають близько 1,6 % порошка нітриду титану (газифікуючого реагента). Після витримання сплаву протягом заданого часу для його розширення і повного заповнення форми, спінуваний сплав інтенсивно охолоджують до остаточного твердіння. Отриманий матеріал зі щільністю близько 0,2 г/см³ використовують для виготовлення полегшених деталей і шумопоглинаючих пристроїв різного типу (наприклад, захищаючих стін вздовж автомагістралей).

Для отримання спінуваного алюмінію за технологією Formgrip-процесу порошки нітриду титану та евтектичного силуміну змішують в співвідношенні 1:4 і піддають двоступінчастій ізотермічній витримці з перемішуванням на повітрі. При цьому часточки діоксиду титану, що утворюються, обволікають часточки порошків сплаву. Потім отриману суміш завантажують в нагрітій до температури 620 °C алюмінієво-силіцієвий розплав, що містить 9 % Si і короткочасно інтенсивно перемішується. В результаті отримують матеріал з відносно низькою пористістю близько 23 %, який завантажують в графітову форму і нагрівають до розплавлення. Водень, що виділяється, утворює в отриманій заготівці пори, а заготівка повністю заповнює порожнину форми. Після охолодження спінуваний сплав ("губчаста" вилівка) витягується з форми. Такий матеріал придатний для використання при виготовленні деталей гелікоптерів.

Одним з видів сировини, що використовується для виробництва пінометалів, є алюмінієві порошки, отримані в результаті утилізації відходів "гнучкої" і "напівжорсткої" тари і пакування. З тонкодисперсних порошків отримують піноалюміній, що містить 96 % Al і 4 % Si, зі щільністю близько 0,4 г/см³ і пористістю близько 92 %. Такий спінуваний алюміній використовують в шумопоглиначах, теплообмінних і теплопровідних пристроях, конструктивних елементах, будівельних сендвіч-панелях та ін.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ВИКОРИСТАНОГО АЛЮМІНІЄВОГО ПАКУВАННЯ

**Павленко Є.В., Матєрова І.С., керівник доц. Нестеренко Т.М.
Запорізька державна інженерна академія**

Алюміній є одним із найбільш універсальних матеріалів для пакування практично всіх можливих видів продукції. Для пакування використовується кожна п'ята тонна виробленого у світі алюмінію. Алюмінієве пакування має ряд переваг: легкість, герметичність, корозійна стійкість та хімічна нейтральність, висока теплостійкість і теплопровідність, стійкість при низьких температурах, питома міцність, висока технологічність при формоутворенні пакування, гарні декоративні можливості, екологічність використання пакування.

З алюмінію виготовляють такі види пакування:

1) гнучке (пакування для чаю, кави, цукерок, ліків, соків, молока, йогуртів та ін.);

2) напівжорстке (контейнери та кришки для блістерного пакування ліків, одноразова тара для готових страв, пакування для запасів крові та ін.);

3) жорстке (туби для парфумованих, косметичних та харчових товарів, накладні пробки пляшок, банки для напоїв і консервів, аерозольні балони та ін.).

Відмінною рисою алюмінію є його висока енергоємність і здатність до багаторазового переплавлення без помітної втрати властивостей та збереженням в

отриманому металі 95 % енергії, витраченої на вилучення алюмінію із руди.

Більшість компаній – виробників пакування приділяють велику увагу рециркуванню алюмінієвих банок для напоїв, вбачаючи в ньому один із важливих шляхів розширення ринку алюмінієвих банок і збереження навколишнього середовища. Одна рециркульована алюмінієва банка дозволяє економити енергію, достатню для перегляду телевізора протягом 3 годин. Переробка використаного алюмінієвого пакування ускладнюється малими розмірами, масою і товщиною шару алюмінію в ньому, а також підвищеним вмістом неметалевої складової (паперу, картону, пластику, фарби, лаку).

Існують різні способи переробки та утилізації алюмінію з використаного пакування. Спосіб рециркування застосовують для переробки скрапу пакування з «мономатеріалу», наприклад, використаних алюмінієвих банок, напівжорстких контейнерів, балонів, ковпачків тощо. Скрап рециркулюють шляхом подрібнення, відокремлення залізних деталей магнітною сепарацією, видалення лакового покриття тонким розсіванням, переплавлення з утворенням розплаву, який рафінують позапічною дегазацією та фільтруванням, очищений метал розливають у сляби для прокатування банкової стрічки.

Запропоновано новий економічний і екологічно чистий процес вилучення алюмінію зі скрапу і відходів будь-якого пакування, що складається з його диспергування і відокремлення алюмінію від інших матеріалів із застосуванням спеціального прискореного ротора. Ступінь вилучення алюмінію у вигляді порошку становить не менше 98 %, витрати на переробку залежать від обсягу виробництва та знижуються з підвищенням продуктивності установки.

В теперішній час рециркування усіх видів алюмінієвого пакування складає близько 65 %, в тому числі переробка використаних алюмінієвих банок у злитки – близько 85 %.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА И ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВРЕМЯ ИХ ЖИЗНИ

Бубинец А.В., научный руководитель доц. Воляр Р.Н.

Запорожская государственная инженерная академия

В настоящее время основная часть солнечных элементов, которые используются в качестве альтернативных источников электрической энергии изготавливают из монокристаллического кремния выращенных методом Чохральского. Одним из важных параметров такого кремния, который влияет на коэффициент полезного действия солнечного элемента, является время жизни неравновесных носителей заряда и должно быть не менее 20...30 мкс. На величину этого параметра влияют содержание в монокристаллическом кремнии таких примесей как кислород, углерод, бор, а также скорости охлаждения выращиваемого монокристалла.

Концентрация кислорода находилась в диапазоне $(6,45...9,75) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, углерода – $(1,60...10,20) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, бора – $(1,17...1,70) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Скорость охлаждения монокристалла изменялась от 1,8 до 3,6 К/мин.

Для построения математической модели, описывающей влияние содержания примесей в монокристаллах кремни и скорости охлаждения на время жизни неравновесных носителей заряда, применялось планирование эксперимента с использованием программы для статистического анализа *STATISTICA 6.1*.

В ходе расчета были определены величины коэффициентов уравнения регрессии, на основе которых можно построить следующее уравнение регрессии:

$$Y = 45,625 - 11,875 \cdot X_1 + 16,125 \cdot X_2 - 0,375 \cdot X_3 + 3,625 \cdot X_4,$$

где X_1 – скорость охлаждения, К/мин; X_2 – концентрация углерода, см⁻³; X_3 – концентрация кислорода, см⁻³; X_4 – концентрация бора, см⁻³

Было установлено, что повышение концентрации кислорода и бора способствует увеличению времени жизни неравновесных носителей заряда, а увеличение концентрации углерода и скорости охлаждения монокристалла кремния ведет к уменьшению времени жизни неравновесных носителей заряда. Для выявления факторов, в наибольшей степени влияющих на время жизни неравновесных носителей заряда, была построена математическая модель в виде уравнения регрессии. Оценка значимости полученных коэффициентов уравнения регрессии проводилась по величине t-критерия Стьюдента. Статистическую надёжность полученного уравнения множественной регрессии проверяли с помощью общего F-критерия, проверяющего нулевую гипотезу о статистической незначимости параметров построенного регрессионного уравнения и показателя тесноты связи.

Построенная статистически надёжная математическая модель продемонстрировала, что в изучаемых диапазонах изменения факторов, наибольшее влияние на время жизни неравновесных носителей заряда оказывает концентрация углерода и скорость охлаждения монокристалла кремния. Концентрация кислорода и бора в изучаемых диапазонах изменения факторов оказывают меньшее влияние на время жизни неравновесных носителей заряда в монокристаллах кремния.

ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ОДЕРЖАННЯ ТИТАНУ ЗА СУМІЩЕННЯМ ПРОЦЕСОМ: ВІДНОВЛЕННЯ ТЕТРАХЛОРИДУ - ЕЛЕКТРОЛІТИЧНЕ РАФІНУВАННЯ БЛОКУ ГУБЧАСТОГО ТИТАНУ

Зарва О.В, керівник доц. Лукошніков І.Є.

Запорізька державна інженерна академія

Зроблено літературний огляд відомих способів виробництва титану підвищеної чистоти. Рекомендовано технологію, згідно якої спочатку у суміщеному апараті проводять відновлення $TiCl_4$ і отримують титан губчастий у вигляді блоку з циліндричною порожнечою всередині. Потім у цьому ж апараті з другою верхівкою (катодною камерою) проводять електроліз хлоридних титанвміщуючих сольових розплавів і виробляють катодний осад, що містить кристали електролітичного титану.

Рекомендуємий склад електроліту для проведення процесу електролітичного рафінування губчастого титану, що виробляється у результаті 1-ї стадії суміщеного процесу, містить, % мас.: NaCl – 30...40, KCl – 30...40, $MgCl_2$ – 40...20. Вміст титану розчиненого (Ti_p) – 2,5...5,0 %.

Електроліт наведеного складу одержують в результаті добавки у суміщений апарат, де знаходиться $MgCl_2$, основи електроліту (NaCl – KCl), що містить нижчі хлориди титану.

Параметри процесу електролітичного рафінування, що рекомендуються такі: температура електроліту 993...1053 К; анодна щільність струму – 0,03...0,10 А/см².

Конструктивні параметри електролітичної камери можуть бути визначеними лише в ув'язці з конструкцією самого реактора.

В результаті проведення процесу по схемі – магнієтермічне відновлення - електролітичне рафінування – рафінуюча електронно-променева плавка очікується отримання вихідного матеріалу з такими показниками:

- крупніють, мм: $-2 + 0,18$; твердість, HB – 72...75;
- вміст основних домішок, % мас.: Fe – 0,002...0,006; O – 0,02...0,04; N – 0,003...0,006; C – 0,003...0,006; Ni – 0,002...0,006; Cl – 0,04...0,06.

ОПИС ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ АППАРАТУ МАГНІСТЕРМІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕТРАХЛОРИДУ ТИТАНУ

Могильна А.С., керівник доц. Єгоров С.Г.

Запорізька державна інженерна академія

В даний час на металургійних підприємствах для отримання губчастого титану застосовують процес магністермічного відновлення тетрахлориду титану методом Кроля, недолік якого полягає в тому, що він є періодичним процесом. Існує два способи завантаження відновника для відновлення чотирьоххлористого титану в губчастий титан у вакуумі.

При першому способі завантаження, коли вся кількість відновника завантажується в реактор виходить низьке використання відновника і низький коефіцієнт заповнення реактора реакційної масою, що знижує продуктивність реактора. При другому способі завантаження виникає ряд труднощів конструктивного і технологічного порядку, а саме: значно збільшуються габарити відновлювальних апаратів і об'єми цехів для відновлення чотирьоххлористого титану, утруднюється монтаж і демонтаж вакуумного бункера на кришці реактора через великі його розміри, які в півтора-два рази перевищують розміри реактора. Так як температура вакуумного бункера низька, то через патрубок, яким вакуумний бункер з'єднаний з реактором, в останній потрапляють і конденсуються нижчі хлориди, а також тетрахлорид титану, що призводить до втрат титану і вимагає ретельного очищення та сушіння вакуумного бункера після кожного циклу. Наявність повітряного проміжку між реакційним склянкою і ретортою в існуючих реакторах значно ускладнює відбір тепла із зони реакції.

Для усунення недоліків конструкцій існуючих апаратів для відновлення чотирьоххлористого титану запропонований апарат для відновлення тетрахлориду титану, який складається з реторти і вставленої в реторту склянки. Простір між ретортою і склянкою заповнюється рідким магнієм або натрієм. Для створення достатньої ємності відстань між стінками реторти і склянки у верхній частині апарата робиться досить великим. Подача відновника в реакційну зону здійснюється через отвір в нижній частині стакана під тиском інертного газу. Випуск хлоридів натрію або магнію, що утворюються, проводиться через отвори в днищах склянки і реторти, зазвичай закритих конусоподібним затвором. У зв'язку із заповненням зазору між стінками реторти і склянки розплавленим відновником - магнієм або натрієм поліпшуються умови теплопередачі з реакційної зони і виключається можливість попадання тетрахлориду і низьких хлоридів титану в зазор між ретортою і склянкою і втрат титану з цієї причини.

В описуваному апараті відпадає необхідність в пристрої спеціального завантажувального бункера, значно спрощується конструкція зливного пристрою. Нове в апараті полягає в тому, що розплавлений відновник подається через зазор між стінками реторти і реакційної склянки, а потім через отвори в нижній частині стакана тиском інертного газу вводиться в реакційну зону.

Описуваний реактор відрізняється тим, що його кришка виконана у вигляді порожнього стакана, днище якого заглиблене в реактор до зони високих температур. Це дозволяє виключити утворення нижчих хлоридів титану і підвищити ефективність відведення тепла. Кришку заглиблюють всередину реактора, перекриваючи холодну зону від верхнього ряду нагрівальних елементів до фланця реторти. Днище кришки у вигляді порожнього стакана розташовується на 250...300 мм від рівня розплавленого відновника.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА НИТРИДОВ

Щетинин П.А., руководитель ас. Карпенко А.В.

Запорізька державна інженерна академія

В последнее десятилетие нитриды привлекают внимание широкого круга специалистов, занимающихся синтезом этих соединений, изучением их структуры и разнообразных свойств, а также применения материалов на основе нитридов в различных отраслях современной техники. Высокая температура плавления многих нитридов, их своеобразные механические и физические свойства (большая твердость, абразивная способность, тугоплавкость, пластичность при высоких температурах и др.) обуславливают широкий интерес к материалам на их основе.

Большая часть нитридов характеризуется гетеродесмичностью химической связи с широкими пределами доли различных типов этой связи, чему соответствует изменение характера и значений физических и химических свойств. Так, если нитриды неметаллов являются преимущественно ковалентными соединениями класса диэлектриков, а нитриды переходных металлов с дефицитом азота и некоторые нитриды предельного состава (CrN и др.) могут обладать полупроводниковыми свойствами со смешанным ионно-ковалентно-металлическим типом связи, то большая часть нитридов переходных металлов предельного состава по азоту ближе по своим свойствам к металлическим веществам. Для нитридов переходных металлов характерным является образование ими фаз внедрения.

Важным отличием тугоплавких соединений, построенных по типу фаз внедрения, является способность образовывать дефектные структуры с недостатком атомов неметалла в решетке. Дефектность структуры в большой степени влияет на их свойства.

Объем элементарной ячейки твердого раствора внедрения при малой концентрации металлоида растет с увеличением последней. Этот эффект вполне естественен, так как диаметр атома металлоида больше диаметра сферы, вписанной в соответствующий межатомный промежуток металлической подрешетки. Однако при высоких концентрациях неметалла зависимости периодов решетки от концентрации неметалла бывают различными. В то время как у нитридов титана периоды решетки возрастают при насыщении азотом вплоть до состава MeN , у нитридов циркония и гафния наблюдаются обратные зависимости. Наибольшие значения периодов ZrN_x и HfN_x соответствуют фазам с минимальным содержанием азота, при увеличении его содержания период уменьшается.

Наиболее важным свойством нитридов является высокая твердость. Это свойство имеет особое значение при использовании таких соединений в качестве спеченных и литых твердых сплавов, для изготовления износостойких деталей, получения износостойких покрытий и т.д. Прежде всего, твердость – это характеристика, отражающая энергию связи и симметрию структуры. С другой стороны, это и деформационная характеристика, коррелирующая с некоторыми механическими свойствами. Твердость соединений связана с типом и характером распределения в них связей, она растет с ростом энергии решетки, теплоты образования и энергии атомизации, большей величине энергии межатомного взаимодействия соответствует большая твердость. Для соединений с более высоким модулем упругости характерна и большая твердость.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ БЛОКА ГУБЧАТОГО ТИТАНА ИЗ РЕАКТОРА И ПОДГОТОВКА ЕГО К РАЗРУШЕНИЮ

**Тарасова Л.А., руководитель проф. Червоный И.Ф.
Запорожская государственная инженерная академия**

В производстве титан губчатый получают в виде цилиндрических блоков массой до нескольких тонн и диаметром 1,0...1,5 м, которые в верхней части обычно имеют коническую форму.

Процесс переработки титана губчатого включает следующие основные операции: подрезку гарниссажа и его выемку из реактора, извлечение блока из реактора, зачистку нижнего торца и боковой поверхности блока губки, крупное дробление на прессах, среднее дробление в замкнутом цикле на дробилках (клиновой и дисковой), рассев дробленного металла с выделением товарных фракций, сортировку, усреднение товарных партий перемешиванием, отбор проб для анализа качества продукции и затаривание.

На передел переработки титан губчатый может поступать непосредственно в реакторах. В верхней части, у фланца реактора, расположено так называемое гарниссажное кольцо или гарниссаж, ниже, отдельно от гарниссажа, — собственно блок губки. В некоторых случаях гарниссажное кольцо срастается с верхней частью блока либо вклинивается глубоко в зазор между стенкой реактора и блоком. Зазор между блоком губки и реактором может иметь величину до 50 мм и более.

Даже при строго регламентированном проведении всех операций магниетермического производства гарниссажная губка отдельных процессов заметно различается по форме, массе, плотности и прочности сцепления со стенками реактора. От полноты удаления гарниссажа со стенок существенным образом зависит трудоемкость последующей операции зачистки реактора. Эта операция осложнена ограничением доступа инструмента внутрь сравнительно глубокого реактора. В конечном счете процесс выемки губчатого титана из реактора в значительной мере определяет необходимость разрушения прочных адгезионных связей губки гарниссажного кольца со стенкой реактора.

В начальный период развития титанового производства гарниссаж удаляли из реактора с помощью отбойного молотка, после чего, ударяя фланец реактора о металлическую плиту, производили выбивку блока. Нередко после удаления гарниссажа и кантования аппарата блок свободно выпадал из реактора под действием силы тяжести. Однако при использовании изношенных реакторов, у которых сечения в верхнем поясе у фланца сужены, выбивка блока значительно осложнялась.

После выпрессовки блока в местах наиболее прочного сцепления гарниссажного кольца со стенкой реактора отсекаются плотные наросты губки толщиной 15...30 мм. Последующая очистка стенок этих реакторов требует повышенных затрат ручного труда. Чистка стенок реакторов с помощью отбойных молотков.

При подготовке блока губчатого титана к разрушению от него должен быть отделен металл значительно более низкого качества - поверхностные пленки. На боковой поверхности блока в местах его примыкания к стенке реактора и в гарниссаже имеются обширные участки ферротитановых пленок, обогащенных кислородом. Очистка поверхности блока связана с использованием ручного труда: поверхностные пленки удаляются с помощью отбойных молотков.

При обработке блоков искрение, окисление и загорание губки не происходит. Стойкость ножа до заточки обеспечивает обработку 50—100 блоков. Основная причина выхода ножа из строя выкрашивание его режущих кромок. Нож затачивали при зетуплении его режущей кромки по задней грани до 2,5—3,0 мм либо при

интенсивном выкрашивании режущей кромки.

Внедрение специализированного оборудования для чистки блоков от металла значительно более низкого качества. Оборудование имеет один вращающийся вал, с боку установлена неподвижная плита с фрезами расположенными в шахматном порядке, а с другого бока установлен подвижный механический держатель (упор).

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КРИСТАЛЛОВ ИЗ РАСПЛАВА

**Голев Е.А., аспирант, руководители доц. Воляр Р.Н., проф.Червоный И.Ф.
Запорожская государственная инженерная академия**

При получении кристаллов методом Чохральского одна из задач вытягивания - обеспечить такое соответствие между скоростью вытягивания и тепловыми условиями, чтобы происходил непрерывный рост без отрыва затравки от расплава. Такие дефекты, как дислокации, полосчатость, поликристаллический рост, однажды возникнув, часто распространяются во вновь нарастающие слои, а поэтому очень важно брать затравку наивысшего качества.

Форма и совершенство выращенного кристалла в первую очередь определяются тепловыми градиентами по диаметру тигля в непосредственной близости от затравки и градиентами перпендикулярными границе роста. Этими же факторами определяется вообще возможность получения монокристалла.

Теплота кристаллизации должна распространяться в направлении от расплава к кристаллу и рассеиваться за счет теплоотдачи через кристалл к подъемному механизму и за счет излучения к стенкам или в окружающую среду.

Скоростью рассеивания этой теплоты определяется максимально возможная скорость роста кристалла. При контролируемом выращивании граница роста неподвижна. Это означает, что скорость роста равна скорости вытягивания.

Для обеспечения более равномерного распределения температуры и примесей по объёму расплава затравочный кристалл и тигель с расплавом вращают, причём обычно в противоположных направлениях. Несмотря на это, вращения в заведомо неоднородном тепловом поле всегда приводят к появлению на поверхности слитка мелкой винтовой нарезки. Более того, в случае неблагоприятных условий роста помимо винтовой нарезки на поверхности сам слиток может расти в форме штопора (коленвала). Аналогичная картина и с распределением примесей: несмотря на вращения, вдоль фронта кристаллизации всегда остаётся неподвижная область расплава переменной толщины, в которой транспорт компонентов расплава (например, примесей) осуществляется медленно, исключительно за счёт диффузии. Это обуславливает неравномерность распределения компонентов расплава по диаметру слитка (по сечению). Дополнительным фактором, оказывающим влияние на распределение примесей по сечению, являются устойчивые и не устойчивые турбулентные вихри в расплаве при выращивании слитков большого диаметра.

Для успешного роста малодислокационных кристаллов необходимо правильно подобрать технологические условия (скорости вращения тигля и затравки, скорости вытягивания кристалла и др.), а так же обеспечить оптимальный температурный режим, как в процессе роста кристалла, так и при его остывании. Одним из возможных методов управления температурным полем является использование дополнительных нагревателей, размещаемых вокруг кристалла.

Распределение касательных напряжений по сечению кристалла зависит от диаметра кристалла, его высоты и мощности дополнительного нагревателя, т.е. определяется температурным полем в тепловом узле установки. При равномерном

распределении температуры в кристалле термические напряжения минимальны, с увеличением осевого и радиального температурного градиента возрастают термические напряжения, что может привести к изменению совершенной монокристаллической структуры и образованию дислокаций.

ПІДСЕКЦІЯ ТЕОРІЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ МЕЖДУ ШЛАКОМ И МЕТАЛЛОМ ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА

Глазкова Н.С., руководитель проф. Камкина Л.В.

Национальная металлургическая академия Украины

Исходным марганцеворудным сырьем для производства марганцевых ферросплавов являются никопольские окисные, смешанные окисно-карбонатные и карбонатные концентраты, поставляемые на заводы горно-обогатительными комбинатами Приднепровья ПАО «МГОК» (ТУ У 13.2-00190911-004:2011) и ПАО «ОГОК» (ТУ У 13.2-00190928-001:2005. изменение № 1 от 31.01.2010).

Физико-химический процесс выплавки ферросиликомарганца по действующей технологии основан на восстановлении марганца и кремния из оксидов марганцевого агломерата и кварцита твердым углеродом. Теоретические температуры начала восстановления Mn и Si из чистых оксидов MnO и SiO₂ по реакциям $2\text{MnO} + 2\text{C} = 2\text{Mn} + 2\text{CO}$, $\Delta G = 580590 - 346,4T$, Дж/моль, $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$, $\Delta G = 669390 - 359,07T$, Дж/моль, соответственно равны 1675K (1402° C) и 1942 K (1669 °C). Однако, восстановление элементов из их оксидов углеродом всегда сопровождается образованием не чистых марганца и кремния, а их карбидов по реакциям $\text{MnO} + (1 + x)\text{C} = \text{MnC}_x + \text{CO}$, $\Delta G = 193293 - 123,0T$, Дж/моль, $\text{SiO}_2 + 3\text{C} = \text{SiC} + 2\text{CO}$. $\Delta G = (\text{SiC}) = 555615 - 322T$, Дж/моль при более низких температурах 1595K (1325 °C) и 1724K (1451°C).

Нами проведены расчеты характеристик процесса выплавки ферросиликомарганца заданного состава с применением различных марганцевых агломератов. Шихту составляли из расчета расхода компонентов на 1 т силикомарганца. Расчеты проводились с помощью программы HSC 5.1 в интервале температур 1000-2000°C. Рост содержания марганца начинается с температуры 1400°C. Извлечение кремния началось при более высокой температуре.

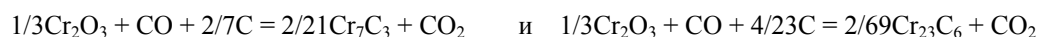
В шлаковой фазе наблюдается тенденция к росту соединения CaO·3SiO₂ и значительное увеличение содержания CaO·MgO·SiO₂. Существующая вероятность связывания оксидов кремния в соединения обуславливает невозможность полного его извлечения в сплав. Этим вызвана необходимость поиска путей решения проблемы увеличения извлечения кремния при постоянном расходе кварцита. Применение магнезиального агломерата позволило незначительно увеличить извлечение марганца по сравнению с обычной плавкой в среднем на 0,5%. Из-за сложного состава силикатных систем анализ фазовых равновесий этих систем может представлять интерес для дополнительного исследования.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ Cr_2O_3 УГЛЕРОДОМ САМОСТОЯТЕЛЬНО И В ПОТОКЕ CO , H_2

Мунтян Ю. В., руководитель доц. Гришин А.М.
Национальная металлургическая академия Украины

На базе оригинальной методики выполнен термодинамический анализ углелетермического и комплексного восстановления Cr_2O_3 в области температур, исключаящих расплавление шихты. Были получены данные о температуре начала углелетермического и комплексного восстановления оксида хрома при различных давлениях реакционноспособных газов. Отмечено наличие физико-химических предпосылок разработки технологии процесса извлечения хрома из рудных материалов при умеренных температурах.

Нами было установлено, что в области умеренных температур восстановление оксидной фазы в основном осуществляется водородом и монооксидом углерода, подаваемыми в реактор либо регенерируемыми путем взаимодействия образовавшихся H_2O и CO_2 с $\text{C}_{\text{тв}}$ или карбидом Cr_3C_2 . По достижении определенной температуры нагрева рудоуглеродистой шихты получает развитие первый этап восстановления Cr_2O_3 – до высшего карбида хрома. Заметим, что в температурном диапазоне устойчивого существования Cr_3C_2 вероятно появление метастабильных карбидов Cr_7C_3 и Cr_{23}C_6 . Начальные температуры возможного образования их были определены на базе реакций



в совокупности с реакцией газификации углерода CO_2 . Они составили при $\alpha = 1$ – 1413 и 1453К соответственно, снижаясь в условиях $\alpha = 0,25$ до 1323 и 1383К. Рассмотрены некоторые особенности кинетики процесса и выдвинуты представления о механизме реализации этих особенностей.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ЦИКЛОННОЙ ПЛАВКИ

Ващенко Д.В., руководитель доц. Колбин Н.А.
Национальная металлургическая академия Украины

Циклонные установки широко применяются для расплавления мелкоизмельченных материалов. Совмещение процессов плавления и восстановления в одном высокопроизводительном агрегате позволит сделать процесс непрерывным.

Реализация восстановительной циклонной плавки встречает значительные трудности. Процесс восстановления протекает с меньшей скоростью, чем нагрев и плавление материала. Скорость процесса восстановления может быть описана формулой:

$$W = \frac{CS}{1/k - 1/D}$$

где C – концентрация реагирующего вещества; S – поверхность реагирования; K – константа скорости кристалло-химического превращения; D – константа скорости диффузии компонентов.

Возрастание скорости восстановления может быть достигнуто путем увеличения концентрации восстановительных компонентов, увеличения поверхности реагирования и констант K и D . В условиях циклонного процесса эти константы можно увеличить

повышением температуры процесса (константа К), уменьшением крупности частиц и увеличением относительной скорости газового потока (константа D).

В данной работе рассмотрены факторы, влияющие на константу скорости это влияние температуры и на константу диффузии – фракция восстанавливаемого материала. Полученные результаты показали, что с ростом температуры увеличивается степень восстановления железосодержащего сырья, марганцевого концентрата и оборотной никелевой пыли как при использовании в качестве восстановителя твердого углерода, газового угля и СО. При изменении фракции материала от 1 до 0,05 мм показано, что степень восстановления при прочих равных условиях увеличивается примерно на 30%

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ ШИХТЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

**Вирёвка Е.С., руководитель доц. Бабенко А.В.
Национальная металлургическая академия Украины**

Агломерация является заключительной операцией в комплексе мероприятий по подготовке железных руд к доменной плавке. Главная цель этой операции состоит в том, чтобы превратить мелкий рудный концентрат в более крупные куски — агломерат, использование которого в доменной плавке обеспечивает формирование слоя шихты хорошей газопроницаемости. Но и в процессе спекания агломерата газопроницаемость окомкованной шихты оказывает существенное влияние как на скорость спекания материала так и на формирование спека необходимой прочности.

При проведении серии спеканий максимальное значение индекса на удар (92,157%) было достигнуто при добавлении в шихту 8% влаги. Данное значение влажности шихты также является оптимальным и для характеристик производительности агломерата: достигается необходимый уровень газопроницаемости, зона переувлажнения характеризуется достаточно высокой пропускной способностью и не идет перерасход топлива для удаления избытка влаги. В должной мере происходит развитие реакций в твердой фазе, образуется достаточное (для получения крепкого спека) количество расплава, агломерат обладает высокой прочностью.

Превышение данного значения влажности приводит к значительному снижению удельной производительности, поскольку переувлажненная шихта требует значительных затрат тепла для удаления избыточной влаги, что приводит к снижению количества расплава и недостаточного развития жидкофазного спекания. Кроме того, при переувлажнении происходит закомкование мелких частиц топлива, что исключает их участие в процессе. Снижение влажности на 1% не оказывает существенного влияния на прочностные характеристики базового агломерата.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СЫРЬЕВЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПЛАВКИ НА ШЛАКООБРАЗОВАНИЕ И ХОД РАФИНИРОВАНИЯ СТАЛИ

**Чабаненко Н.Ю., руководитель доц. Мешалкин А.П.
Национальная металлургическая академия Украины**

С учетом основной тенденции развития металлургического комплекса Украины, которая при возрастающей доле непрерывнолитой стали определяется необходимостью повышения качества металла и его конкурентной способности, дальнейшие исследования металлургов направлены на создание и изучение рафинирующих свойств

новых шлакообразующих материалов. Важным требованием остаются повышение экологической безопасности производства и применения шлакообразующих материалов при более полном вовлечении в их производство техногенных отходов.

Основной задачей данного исследования являлась экспериментальное определение технологической возможности непрерывной подачи в объем ванны опытных порошкообразных реагентов целевого назначения с целью создания условий благоприятных для последовательного проведения очистки металла от фосфора и серы путем изменения окислительного потенциала дутья.

Результаты, достигнутые при проведении высокотемпературного моделирования рафинирования железоуглеродистого расплава от фосфора и серы (степень дефосфорации ~ 62%; [P] – 0,0034% и степень десульфурации ~ 45 %; [S] – 0,0044%), объясняются созданием в ванне большого количества микрообъемов с условиями благоприятными для проведения последовательно реакций дефосфорации и десульфурации до более полного их завершения.

Более полное удаление вредных примесей достигнуто при вводе в струю с регулируемым окислительным потенциалом ($O_2:Ar$) смеси порошкообразных компонентов заданного функционального назначения. За счет более полного использования потенциала активных, по отношению к этим примесям, свойств шлаковых капель, образующихся из компонентов опытной ШОС в объеме ванны.

ВЫБОР ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОМАНГАНЦА С КОНТРОЛИРОВАННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ФОСФОРА

Синицын Я.С. , руководитель доц. Надточий А.А.

Национальная металлургическая академия Украины

К шихте для производства ферросплавов предъявляются повышенные требования по содержанию фосфора, так как ферросплавы подают в печь для раскисления перед выпуском, а значит, весь фосфор, находящийся в ферросплаве, переходит в сталь. Выплавка ферросплавов с необходимым содержанием фосфора возможна только при условии обеспечения производства низкофосфористого марганцевого сырья. При металлургическом способе дефосфорации марганцевого сырья на ферросплавных заводах Украины получают малофосфористый и низкофосфористый марганцевый шлак, которые используют для выплавки марганцевых ферросплавов. Получение стандартных по содержанию фосфора марганцевых ферросплавов при одновременном полезном извлечении марганца остается актуальной задачей.

Самым прочным соединением, в котором фосфор находится в оксидных расплавах и природном сырье является фосфат кальция $Ca_3(PO_4)_2$. Условием извлечения фосфора из данного соединения является его взаимодействие с углеродом. Присутствие в системе SiO_2 оказывает заметное влияние на эту реакцию. Проведены термодинамические расчеты для шлаковой системы $MnO-CaO-SiO_2-FeO-MgO-Al_2O_3-P_2O_5$ с применением теории регулярных ионных расплавов для кислых шлаков. Энергия смешения CaO и P_2O_5 велика и составляет - 201 кДж/моль, а для SiO_2 и P_2O_5 значение составляет 2 кДж/моль. Как показывают термодинамические расчеты, при увеличении концентрации SiO_2 в расплаве, активность кальция уменьшается. Таким образом, SiO_2 вытесняет оксид фосфора из соединения с CaO . Наличие в расплаве оксидов железа показало, что основность при которой активность SiO_2 становится больше активности CaO и составляет меньшую величину. Поскольку энергия смешения SiO_2 и P_2O_5 является малой величиной, то эти оксиды не образуют прочных соединений и фосфор

переходит в металлическую систему, а при температуре 1500⁰С и возможен переход из шлакового расплава в газовую фазу, так как его температура кипения составляет 605⁰С.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ РУД И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОФОСФОРА

**Николаенко Т. В., руководитель доц. Надточий А.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

Фосфоритовая руда (фосфориты) характеризуется широкой областью применений, важнейшими среди которых являются: производство желтого фосфора электроплавкой руды с возгонкой элементарного фосфора, получение фосфорной кислоты, фосфоросодержащих соединений для химической промышленности, производство фосфорных удобрений. Фосфориты также используются для выплавки в дуговых электропечах фосфористых ферросплавов. К фосфористым ферросплавом относятся сплавы на основе железа, содержащие более 10 % Р, а также сложные сплавы, в которых наряду с фосфором содержатся марганец, кремний и другие элементы. Из них наиболее известным является феррофосфор. Применение таких ферросплавов в металлургии сравнительно ограничено. Тем не менее их значение возрастает в связи с увеличением объема производства и номенклатуры легированных фосфором чугунов и сталей. Кроме литейных чугунов, в которых фосфор способствует повышению их жидкотекучести, все в больших масштабах выплавляют стали, содержащие 0,08-0,15 % Р. К таким сталям относятся: автоматная А12, коррозионностойкая строительная 10ХНДП, 08ЮП для автомобильного листа и другие. Несмотря на наличие в Украине месторождений фосфоритовой руды, феррофосфор не производится и, в связи с чем в последние годы снизился интерес производителей к выплавке стали и чугуна приведенного выше функционального назначения. Вместе с тем, разрабатываемые и разведанные украинские месторождения фосфоритов могут рассматриваться как базовое фосфорсодержащее сырье.

Построены диаграммы фазовых равновесий Fe-C-P при различных температурах, в данной системе существует карбид Fe₃C и три фосфида Fe₃P, FeP₂ и FeP. Анализ данных тернарной Fe-C-P системы показал, что феррофосфор промышленных марок должен иметь сложный фазовый состав, изменяющийся с повышением содержания фосфора. Равновесная концентрация углерода в системе Fe-C-P с повышением содержания фосфора снижается из-за более высокой термодинамической прочности химической связи элементов в системе Fe-P по сравнению с системой Fe-C.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО И ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОСИЛИКОМАНГАНЦА

**Жиган Л. П., руководитель доц. Надточий А.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

В общей структуре марганцевых ферросплавов, выплавляемых на отечественных и зарубежных заводах, наиболее крупнотоннажным является ферросиликомарганец (ДСТУ 3548-97). Как комплексный раскислитель и легирующий ферросплав ферросиликомарганец широко применяется при выплавке стали в кислородных конвертерах, дуговых электропечах. Потребность мировой сталеплавильной промышленности в ферросиликомарганце возрастает практически пропорционально росту выплавки стали. Несмотря на экономические кризисы, периодические спады и

подъемы, объем выплавки стали к 2030 г. возрастет, что потребует увеличения производства марганцевых ферросплавов и, прежде всего, ферросиликомарганца. В 2011 г. выплавка марганцевых ферросплавов на ферросплавных заводах Украины составила 1036,76 тыс. т. Наряду с применением на внутреннем рынке, украинские марганцевые ферросплавы экспортируются в свыше 30 стран мира.

В последние десятилетия в результате проводимых в ПАО «НЗФ» работ по совершенствованию действующих технологий агломерации и выплавки марганцевых ферросплавов разработаны и внедрены инновационные процессы и технологическое оборудование, решено ряд задач экономического характера, что позволило существенно повысить технико-экономические показатели производства марганцевых ферросплавов. Однако, структурные составляющие себестоимости ферросиликомарганца нуждаются в дальнейшем снижении удельных расходов марганцевородного сырья и электроэнергии в связи с непрерывным ростом цен на марганцевые концентраты и электроэнергию. Решение проблемных задач, связанных с дальнейшей перспективой развития отечественной сырьевой базой и рационального использования сырья, топлива, электроэнергии делает необходимым усовершенствования действующих технологических процессов. Для решения практических задач, связанных, в частности, с выбором оптимальных составов шихтовых материалов при получении сплавов заданного качества, перспективной является разработка комплексных физико-химических критериев, характеризующих сырье и продукты плавки, и построения на их основе прогнозных моделей для принятия управляющих решений в изменяющихся шихтовых и технологических условиях.

ПОШУК ТА ВИБІР В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН ДЛЯ АГЛОМЕРАЦІЇ ДРІБНИХ ВІДХОДІВ

**Розенберг О. С., керівник доц. Мянговська Я.В.
Національна металургійна академія України**

Спікання тонко подрібнених концентратів на агломераційних машинах протікає повільно, це призводить до зниження продуктивності аглоустановок і погіршення якості агломерату. Спіканню підлягає попередньо огрудкована вихідна аглошихта, одержання якої викликає необхідність пошуку в'язучої речовини з високими показниками огрудкування, для забезпечення холодної та гарячої міцності і високих показників технологічних властивостей під час виплавки металів.

Зроблено аналіз властивостей в'язучих, які використовуються для спікання агломерату: гашене вапно, рідке скло, нафтові бітуми, меляса, відходи гідролізної і целюлозної промисловості та їх суміші. Проведено пошук інших ефективних в'язучих, зокрема органічних, що дозволяють дещо знизити витрату вуглецевмісного компонента. В якості замітника бентоніту може бути використаний леонардит. Леонардит містить велику кількість гумінових кислот. Гумати можуть змінити фізико-хімічні властивості звожуючої рідини та покращити огрудкування шихти. Гумати мають більш високі в'язучі властивості в порівнянні з бентонітом за рахунок більш високого негативного потенціалу, що забезпечує міцний зв'язок гумата із зерном магнетиту. Окрім цього, на відміну від бентоніту, гумати частково розчинні у воді, що є дуже важливим для забезпечення рівномірного розподілу в'язучого в об'ємі окотишу. Встановлено, що показник міцності окотишів в залежності від виду в'язучого зменшувався в наступній послідовності: гумати – 84%, рідке скло – 82%, бентоніт – 56%, каолін – 11%. Якість отриманого агломерату: вихід придатного – 81,3%; міцність на удар – 3,0%; міцність на

стирання – 1,5%; хімічний склад готового агломерату: $Mn_{\text{заг.}}$ – 28,72%, S – 0,211, C – 0,91%.

АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ФАЗ МАРГАНЦЕВОГО АГЛОМЕРАТУ

Камкін В.Ю., керівник доц. Анкудінов Р.В.
Національна металургійна академія України

Мінералогічний аналіз агломерату відображає кінцевий стан продукту спікання. Шихтовими матеріалами для спікання агломерату в лабораторних умовах НМетАУ використані: концентрати марганцевої руди Орджонікідзевського ГЗК 1 і 2-го сорту, флюси - вапняк і доломітизований вапняк, агломераційним паливом служив коксик.

У неофлюсованому агломераті з концентрату 2-го сорту з природною основністю 0,3 кількісно переважає гаусманіт (до 70%), також присутні силікатна фаза, скло і невелика кількість кристалів кварцу і частинок вугілля. В цьому ж агломераті, отриманому з підігрівом поверхні шихти на аглострічці, більша частина гаусманіта відновилася до манганозіта (MnO).

Агломерат з добавкою вапняка-черепашника (природна основність 0,6) без підігріву складається з твердих розчинів $CaO \cdot Mn_2O_3$ (~ 15%), силікатної фази $2 MnO \cdot SiO_2 - 2CaO \cdot SiO_2$ (~ 20%) та скла. Збільшення основності до 1,2 в агломераті помітно збільшує кількість твердих розчинів $CaO \cdot MnO$ та $CaO \cdot Mn_2O_3$, у складі оксидів - брауніт $Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$. Характерні значні зміни в складі силікатів - тверді розчини формуються не на основі тефроїта, як мало місце при більш низьких основностях, а на основі $3CaO \cdot SiO_2$.

Добавка доломітизованого вапняку в агломерат змінює склад фаз: переважає мервініт $3CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$; гаусманіт зустрічається як у чистому вигляді, так і з домішкою окису кальцію в твердому розчині; в невеликих кількостях чистий періклаз (MgO), а також склоподібна фаза. Збільшення основності до 1,2 призводить до переважання твердого розчину $MnO \cdot CaO$. Також присутні $CaO \cdot Mn_2O_3$, силікатна складова і частинки періклаза, що прореагували. У складі силікатів переважає мервініт. Значно рідше зустрічаються окремі скупчення $3CaO \cdot SiO_2$. Підігрів шихти привів до більш інтенсивної взаємодії періклаза з $3CaO \cdot SiO_2$ з утворенням мервініта Mn_2O_3 і попутним утворенням $CaO \cdot Mn_2O_3$.

АГЛОМЕРАЦІЯ – ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ МАРГАНЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ К ПЛАВКЕ

Булгаков М. В., Синицын Я.С., руководитель проф. Камкина Л.В.
Национальная металлургическая академия Украины

Получающиеся в результате обогащения мелкие концентраты из руд железных, цветных и других металлов, как правило, не пригодны для непосредственного использования в плавке или других технологических процессах и требуют окускования. Операция окускования позволяет рационально использовать естественные пылевые руды, а также отходы производств: уловленные шламы и пыли металлургических агрегатов, пиритные огарки серноокислотного производства, красные шламы глиноземных заводов, колошниковую пыль доменных и окалину прокатных цехов. При агломерации и обжиге окатышей, кроме основного процесса - спекания мелких частичек в пористый кусок, осуществляются другие процессы, существенно улучшающие металлургические свойства рудного сырья: дегидратация, разложение карбонатов, удаление большей части сульфатной и сульфидной серы и др.

Страны СНГ обладают наиболее крупными запасами марганца, из которых основная часть находится в Никопольском, Больше-Токмакском (Украина) и Читаурском (Грузия) месторождениях. После обогащения руд получают концентраты 1, 2 и 3 сортов. Однако высокое содержание фосфора до 0,2% снижает эффективность металлургической переработки указанных концентратов. Для улучшения качества раньше к этим рудам добавляли Казахские марганцевые руды, содержащие незначительное количество фосфора.

Шихта состояла из следующих компонентов: руда; возврат; коксик; влага. Время спекания - 7 минут. Высота слоя = 320 мм. Диаметр аглошаша 0,26 м. Площадь чаши 0,052 м². Удельная производительность аглоустановки – 1,66 т/м²·час; скорость спекания 45 мм/мин.

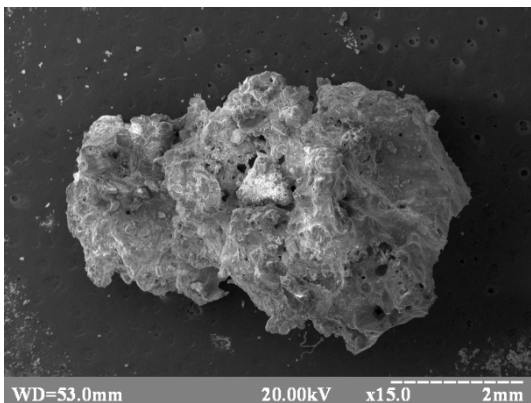


Рис.1 Образец агломерата, спеченного при оптимальных условиях

Процесс спекания шел очень быстро (45 мм/мин), шихта хорошо пропускает газы. Удельная производительность очень высокая. Полученный агломерат достаточно пористый. Можно увеличить высоту спекаемого слоя. Можно рекомендовать оптимальные технологические параметры процесса спекания при агломерации мелочи марганцевой руды

крупностью 0-8 мм: Влажность — 10-10,5%; Возврат — 23%; Топливо — 6,5-7,5%; Высота слоя — 500 мм; Разрежение — 1000 мм вод. столба. Количество мелкой фракции 0-8 мм примерно достигает 30-40% от общей массы марганцевых руд. В качестве связующего использован гумат натрия, полученный при обработке торфа путем экстрагирования слабыми растворами щелочи с дальнейшей нейтрализацией образовавшихся растворов солей гуматов. В результате гуминовые кислоты выпадают в осадок.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОДУКТОВ РАСКИСЛЕНИЯ МЕТАЛЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ СТАКАНОВ ДОЗАТОРОВ ПРИ РАЗЛИВКЕ

**Скаморин А.А., руководитель асс. Безшкуренко А.Г.
Национальная металлургическая академия Украины**

Результаты исследований [1-3] поверхностных зон каналов дозирующих устройств, изготовленных из разных огнеупорных материалов и отработанных при разливке опытных плавок показывают, что каналы покрыты корочкой с белым налетом. В корочке преобладают тугоплавкие окислы Al₂O₃, CaO, MgO. Значительное количество CaO в продуктах осаждения при разливке стали можно объяснить наличием в этом металле неметаллических включений, содержащих CaO, образованных при раскислении жидкой ванны силикокальцием. Значительное количество MgO в составе продуктов осаждения при разливке сталей связано с содержанием в неметаллических включениях магниезильных шпилей.

Микроскопические исследования поверхностных слоев каналов дозирующих устройств [3-5], изготовленных из различных материалов показали, что в контактном слое высокоглиноземистой вставки выявлены две зоны: внутренняя (рабочая) и наружная. Наружная зона толщиной 15 мм состояла из плотно пролегающих угловатых зерен шамота с групповыми скоплениями мелких зерен корунда. Внутренняя зона представляла собой корочку толщиной 1,5 мм. Часть ее, обращенная к огнеупору,

состояла из смеси призматических кристаллов корунда и хорошо выраженных октоэдрических кристаллов магнезиальной шпинели. В незначительном количестве наблюдалось стекло. По направлению к внутренней части образца содержание шпинели увеличивалось, зерна ее становились мельче и с менее совершенными гранями, появилась окалина, капли металла и незначительное количество минерала, напоминающего по своим характеристикам оливин.

В шамотном стакане контактный слой имеет те же две зоны. Наружная зона толщиной до 20 мм состояла преимущественно из зерен шамота размером, представляющих собой тонкую смесь муллита со стеклом. В образце отмечены единичные мелкие зерна кварца. Граница между наружной и внутренней зонами неровная, извилистая, но резкая. Внутренняя зона (рабочая) толщиной 2,5 мм состояла из одноморфных кристаллов шпинели. В промежутке между ними располагалось бесцветное отекло, содержащее многочисленные включения игольчатых кристаллов муллита. В рабочей зоне встречались округлые капли металла. Внутренняя сторона рабочей зоны была покрыта налетом белого цвета, состоящим из короткопризматических кристаллов корунда.

Результаты химического анализа и микроскопических исследований показывают, что на рабочей поверхности канала накапливаются при разливке из металла тугоплавкие высокодисперсные кристаллические соединения типа шпинелей, муллита и корунда.

Литература:

1. Ю.С.Пройдак, И.В.Деревянченко, А.Г.Безшкуренко, Л.В.Камкина. Совершенствование процесса разливаемости высокоуглеродистых марок стали на МНЛЗ. Теория и практика металлургии №5,6. - 2013. С.17-22.
2. Безшкуренко А.Г., Мешалкин А.П., Грищенко Ю.Н. Влияние ввода кальция на образование и трансформацию неметаллических включений. Теория и практика металлургии, № 1-2 (89). С. 15-20
3. Безшкуренко О.Г. Характеристика неметаллических включений та зменшення їх впливу на затягування каналів стаканів-дозаторів при безперервній розливці вуглецевої сталі. Теорія і практика металургії – №1,2. – 2015. С.16-21.
4. Лукавая М.С. Анализ процесса затягивания погружных стаканов при непрерывной разливке стали / М.С. Лукавая, Г.Г. Михайлов // Серия «Металург», выпуск 7
5. Каваути Ю., Кадзусима М. и др. Технология обработки специальных сталей кальцием // Новости черной металлургии за рубежом- 1996.- № 1- С. 64-66.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЛЕКСОВ Sc – R В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ СМЕШАННОГО СОСТАВА

**Дробот М.Ю., руководитель ст. преп. Великонская Н.М.
Национальная металлургическая академия Украины**

Использование вторичных ресурсов помогает решить целый ряд проблем, связанных с истощением или отсутствием в Украине достаточного количества легирующих элементов. Легирование сталей скандием вызывает необходимость в чувствительных реакциях для его фотометрического определения без отделения сопутствующих элементов.

Проведен сравнительный анализ наиболее распространенной методики определения скандия в системе Sc – Mo с Арсеназо III [1] в совместном присутствии посторонних металлов (Fe, Al, Cr, Ni, Zr, Co, W, Cu) и Sc – СФ (салицилфлуорон) в присутствии поверхностно-активных веществ неионогенной и катионной природы.

Исследовали устойчивость комплексов Sc – СФ в присутствии ОС-20, АЛМ-10 и поверхностно-активных веществ, синтезированных по реакциям соответствующих оксиэтилированных спиртов (фенолов) с фталиевым ангидридом [2]. Установили соотношение в системе Sc : R : ПАВ = 1 : 1 : 2, что соответствует образованию комплекса по реакции $ScO^+ + HF \rightarrow ScOF + H^+$, пределы прямолинейной зависимости интенсивности окраски комплекса от концентрации скандия (подчинение закону светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера).

Оптимальные значения $pH = 5,57$ поддерживали ацетатным буферным раствором, при этом молярные коэффициенты светопоглощения возросли от $1,2 - 1,5 \cdot 10^4$ [3] до $6,2 - 7,7 \cdot 10^4$. Максимум светопоглощения комплекса соответствует $\lambda = 540$ нм. Стабилизированные ПАВ комплексы подчиняются закону Бера в области концентраций скандия от 0,02 мкг Sc/мл до 5 мкг Sc/мл. Таким образом, данная методика может применяться для фотометрического определения концентрации скандия во вторичных ресурсах с целью их дальнейшего использования при легировании стали.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ ФОСФОНОВИХ І КАРБОНОВИХ КИСЛОТ ЯК ІНГІБІТОРІВ НАВОДНЕННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

**Делій А.С., керівник доц. Щеглова І.С.
Національна металургійна академія України**

Вміст водню в титанових сплавах регламентується залежно від фазового складу, структури сплаву і призначення виробів з метою забезпечення високих експлуатаційних характеристик сплавів і надійності роботи конструкцій.

Одним з джерел наводнення титанових сплавів в ході технологічного процесу є хімічна обробка поверхні виробів і напівфабрикатів (кислотне травлення).

Було досліджено інгібуючу дію ряду фосфоровмісних комплексонів: ОЕДФ, НТФ, фосфанол, реалон, ІСБ-М, які належать до класу фосфонових кислот та їх солей. Добавки інгібаторів вводили в травильні розчини на основі а) соляної кислоти; б) сірчаної кислоти при температурі травильних розчинів 20, 40, 50⁰ С. Ефективність інгібаторів оцінювали за швидкістю розчинення титанових сплавів марки ВТ-23 і 5В в травильних розчинах з добавками інгібаторів і без добавок, вмістом водню в зразках і якості їх поверхні (класу чистоти) після травлення.

За результатами досліджень було встановлено, що використання добавки ОЕДФ (оксіетилідендіфосфонові кислоти) в кількості 10-20 мг/л забезпечує найбільш високий інгібуючий ефект процесу наводнення в сірчано-кислотно-плавикових розчинах і солянокисотно-плавикових травильних розчинах. Використання цієї добавки дозволяє знизити температуру травильних розчинів без зниження швидкості травлення, а також підвищує працездатність травильних розчинів.

Таким чином, використання добавки ОЕДФ у травильних розчинах забезпечує зниження вмісту водню у сплавах після травлення на 72-88%, веде до покращення умов праці на робочих місцях і зменшення кількості кислих стоків, що підлягають обов'язковій нейтралізації або регенерації.

ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ В ГОРНОЙ ПОРОДЕ

**Дзююра Р.О., руководитель доц. Никифорова Н.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

Естественная фильтрация подземных вод через горные породы оказывает существенное влияние на прочность и устойчивость горных массивов, что необходимо

учитывать при проведении горных работ, при строительстве зданий, тоннелей, при сооружении водохранилищ и хранилищ жидких отходов. Поскольку естественная фильтрация происходит в результате возникновения градиента давления в горной породе или грунте, а любая природная вода содержит растворенные электролиты и обладает электропроводностью, фильтрация в горных породах и грунтах сопровождается возникновением электрокинетических явлений. При этом следует, прежде всего, рассматривать возникновение потенциала течения. При продавливании жидкости через пористую среду (горную породу) происходит деформация двойного электрического слоя, и ионы диффузного слоя смещаются в направлении потока жидкости. В результате движения зарядов вдоль поверхности возникают поверхностный ток и разность потенциалов на концах пор породы; эта разность потенциалов, в свою очередь, приводит к появлению тока проводимости в обратном направлении. Разность потенциалов возрастает до установления равенства этих токов и в стационарных условиях становится постоянной. Эту разность потенциалов и называют потенциалом течения. Скорость фильтрации подземных вод через горные породы определяется минеральным составом этих пород, составом подземных вод и размерами пор в породе. При расчете скорости фильтрации подземных вод в горных массивах и грунтах и оценке их прочности следует учитывать существенное различие в скорости течения воды и растворов электролитов в микрокапиллярах. Возникновение потенциала течения приводит к уменьшению скорости фильтрации, которое может быть весьма значительным. Этот эффект проявляется как появление кажущейся вязкости раствора μ_0 , большей, чем μ , то есть, возникает электровязкостное торможение течения, что необходимо учитывать при расчете скорости фильтрации подземных вод в горных породах. Эффект электровязкостного торможения фильтрации в наименьшей степени проявляется при высокой засоленности подземных вод и преобладании в горной породе микропор или пор большого диаметра. При низкой концентрации растворенных солей и преобладании в горной породе пор с радиусом, соответствующим максимуму электровязкостного торможения, уменьшение скорости фильтрации является существенным. Кроме того, при расчете требуемой мощности для перекачивания электролитов через пористую среду следует предусматривать необходимость дополнительного напора насосов для преодоления эффекта электровязкостного торможения.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОКОЛИЧЕСТВ БОРА В СТАЛИ

Иванов Б.М. , руководитель доц. Исаева Л.Е.

Национальная металлургическая академия Украины

Высокие темпы развития современного металлургического производства связаны с расходом природных ресурсов, что вызывает необходимость разработки ресурсосберегающих технологий получения металлопродукции при одновременном повышении ее качества. В решении этой проблемы ведущая роль принадлежит микролегированным, в том числе, борсодержащим, сталям. Хорошо известно положительное влияние микролегирования бором на прокаливаемость и закаливаемость конструкционных сталей. Способность интенсивно измельчать структуру при ускоренном охлаждении делает бор обязательным компонентом многих высокопрочных низколегированных сталей, разработка которых является одним из важнейших направлений в металлургии. Микродобавки бора позволяют экономить остродефицитные легирующие элементы никель, хром и марганец, не снижая качества стали.

Однако на прокаливаемость оказывает влияние не весь бор, а только та его часть, которая не связана в оксиды, нитриды или в другие соединения, а находится в твердом растворе в аустените; так называемый «эффективный» бор. При содержании менее 0,007% бор заметно повышает прокаливаемость стали, не оказывая вредного влияния на остальные свойства, поэтому стали содержащие 0,0005-0,007% бора, имеют важное промышленное значение. Разработана физико-химическая методика определения эффективной фракции бора в стали.

БОР И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА СТАЛИ

Назаренко Р.А., руководитель ст. преп. Колодяжная Л.Ю.

Национальная металлургическая академия Украины

Важным свойством стали является ее способность к получению максимальной твердости при закалке. Глубина полученного при этом закаленного слоя с мартенситной или мартенситно-трооститной структурой зависит от многих факторов, в том числе от состава аустенита. Все элементы, растворяющиеся в аустените (за исключением С_о), увеличивают прокаливаемость. Особая роль в этих процессах принадлежит бору. Ни один из этих элементов, при содержании порядка 0,0005%, не может сравниться с бором по эффективности.

При содержании менее 0,007% бор заметно повышает прокаливаемость стали, не оказывая вредного влияния на остальные свойства. Механизм повышения прокаливаемости стали за счет такого бора связан с торможением зарождения центров кристаллизации феррита и бейнита. В жидкой стали бор легко соединяется с кислородом, азотом и другими примесями. Если не предотвратить это взаимодействие, то в стали не останется свободного бора. Для сохранения части бора в свободном состоянии во время плавки перед добавкой бора сталь необходимо полностью раскислять алюминием, а при значительном содержании азота, перед добавкой бора или вместе с ним, добавить нитридообразующие элементы (титан или цирконий).

Учитывая, что бор в печи обычно окисляется и удаляется в шлак, в производственных плавках бор почти всегда добавляют в ковш. Наиболее перспективно применение бора для сталей электросталеплавильного способа производства, содержащих наименьшие количества кислорода, серы, фосфора и других примесей.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Варицев А.А., руководитель доц. Исаева Л.Е.

Национальная металлургическая академия Украины

Химическая термодинамика представляет собой раздел физической химии, который изучает законы взаимных превращений разных видов энергии, состояний равновесий и их зависимость от разных факторов, а также возможности и направление самопроизвольного протекания процессов. Термодинамика базируется на трех основных положениях – основных законах (началах) термодинамики, которые основаны на богатом экспериментальном опыте.

Первый закон термодинамики - это закон эквивалентности энергии. Он позволяет выражать различные виды энергии некоторыми эквивалентными величинами.

Второй закон термодинамики является законом о направлении процесса. Он позволяет предположить, пройдет ли процесс при данных условиях в определенном направлении, а также подобрать оптимальные условия проведения процесса.

Третий закон термодинамики - это закон об абсолютном значении энтропии. Он позволяет проводить расчеты химических равновесий без их экспериментального воспроизведения.

Химическая термодинамика является базой теории металлургических процессов и позволяет решать фундаментальные задачи металлургической технологии, такие как количественные расчеты энергетических эффектов, сопровождающие химические реакции в металлургии, определение возможности самопроизвольного протекания процессов при заданных условиях и условия при которых данные процессы будут проходить с максимальным выходом продуктов.

ХАРАКТЕРИСТИКА БОРА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ

Ходак В.В., руководитель- ст. преп. Колодяжная Л.Ю.
Национальная металлургическая академия Украины

Бор не относится к числу самых распространенных элементов земной коры, на его долю приходится лишь $3 \cdot 10^{-4}\%$ ее массы. Несмотря на это, известно более 80 собственных минералов бора. Во всех минералах бор связан с кислородом, группа фторсодержащих соединений совсем малочисленна. Главные минералы бора: бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, кернит $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и сассолин (или борная кислота H_3BO_3). Самые крупные месторождения находятся в Сибири, Казахстане, США (штат Калифорния), Перу, Аргентине. Бор существует в двух модификациях: кристаллической – алмазоподобной и аморфной, похожей на графит. Атомы Бора способны к образованию не только ионных, но и ковалентных связей; они могут соединяться между собой в цепочки, каркасы, сетки.

Французские ученые Жозеф Гей-Люссак и Луи Тенар получили бор, отбирая воду у молекул борной кислоты и действуя на полученный оксид металлическим калием. Спустя несколько месяцев бор открыли вторично. Английский химик Хэмфри Дэви получил его путем электролиза расплавленного борного ангидрида. Из-за большого сродства бора ко многим элементам, и, прежде всего к кислороду, продукт, полученный Гей-Люссаком и Тенаром, а также Дэви, не мог содержать более 60.-70% бора. Это доказал [Анри Муассан](#), предложив магниитермический способ получения бора по реакции: $\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{Mg} \rightarrow 3\text{MgO} + 2\text{B} + 127 \text{ ккал}$.

На свойства бора влияют даже десятые и сотые доли процента примесей. В настоящее время элементарный бор получают несколькими способами – крекингом бороводородов, восстановлением на раскаленной танталовой нити и в электрической дуге, но ни в одном случае не удается избежать «посторонних включений».

Химически Бор при обычных условиях довольно инертен. С повышением температуры активность Бора возрастает, и он соединяется с кислородом, серой, галогенами. При нагревании на воздухе до 700°C Бор горит красноватым пламенем, образуя борный ангидрид B_2O_3 - бесцветную стекловидную массу. При нагревании выше 900°C Бор с азотом образует нитрид бора BN , при нагревании с углем - карбид бора B_4C_3 , с металлами - бориды. С водородом Бор заметно не реагирует; его гидриды (бороводороды) получают косвенным путем. При температуре красного каления Бор взаимодействует с водяным паром: $2\text{B} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$. В кислотах Бор при обычной температуре не растворяется, кроме концентрированной азотной кислоты, которая окисляет его до борной кислоты H_3BO_3 . Медленно растворяется в концентрированных растворах щелочей с образованием боратов. Бор обычно вводят в

черные сплавы для повышения их износостойкости и жаропрочности, повышения их прокаливаемости. Минимальные добавки бора к стали (0,0005...-0,005%) увеличивают глубину ее закалки, прочность. Насыщение поверхности многих металлов бором приводит к образованию боридов этих металлов – соединений твердых и прочных.

ПІДСЕКЦІЯ ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО

УДОСКОНАЛЕННЯ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ ДЛЯ ЛИТТЯ ДРІБНИХ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ

**Алексєєнко А.С., керівник проф. Іванова Л.Х.
Національна металургійна академія України**

Для лиття куль був прийнятий високопродуктивний спосіб лиття в багаторазові металеві форми на установці карусельного типу з використанням нелегованого модифікованого залізвуглецевого сплаву. Метою роботи було визначення найбільш ефективної конструкції кокілю для лиття чавунних куль. Хімічний аналіз виливків складав, мас. %: вуглець 3,45-3,47; кремній 1,12-1,14; марганець 0,30-0,31; фосфор 0,08-0,09; сірка 0,10-0,15; рідкісноземельні метали 0-0,03. Заливання кокільних ливарних форм проводили за температури розплаву 1280...1300°C. Температура форм перед заливанням складала 110-160°C. Тривалість витримки металу в формі до вибивання розраховували за допомогою систем комп'ютерного моделювання ливарних процесів SolidWorks і LVMFlow. Були розроблені три технологічних рішення. Моделювання для усіх технологічних рішень припиняли через 85 с з моменту початку заповнення форми. За даний проміжок часу в центрі вилівка температура досягала 780-802°C.

Встановлено, що в процесі кристалізації чавуну при стандартній технології виробництва куль неминуче утворювалася усадочна раковина, об'єм якої не перевищував 0,5% загального об'єму кулі. В результаті проведених досліджень була визначена найбільш ефективна конструкція кокілю, котра дозволила запобігти появі усадочної раковини.

ВИБІР КОМПЛЕКСНОГО МОДИФІКАТОРА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ

**Вітер Д.О., керівник проф. Іванова Л.Х.
Національна металургійна академія України**

Для визначення типу комплексного модифікатора (КМ) для валкових чавунів провели серію з 12 плавів із застосуванням для модифікування КМ, що містить магній (КМг9 ДСТУ 3362-96) і КМ, що містить рідкісноземельні метали (СРЗМ30), дослідна швидкість охолодження складала 4,5 град/с.

Модифікування чавуну від робочого шару валків КМ, що містив магній (присадка 0,2...1,5 мас. %), при усіх дослідних присадках викликало появу графіту в структурі (у вихідному стані - білого), що є неприпустимим. Зі збільшенням присадки КМ границі міцності при вигині і розриві підвищувалися максимально на 17 та 11%.

Модифікування чавуну КМ, що містить РЗМ (присадка 0,2...1,0 мас. %), забезпечувало максимальну кількість карбідів і відсутність графітних включень в структурі дослідного чавуну. Структурні зміни супроводжувалися підвищенням твердості та міцності при вигині і розриві до 49 та 60% за оптимальної присадки модифікатора.

Дослідження сумісного модифікування КМ, що містить магній, та КМ, що містить РЗМ, не привело до поліпшення структури у порівнянні з модифікуванням тільки КМ на основі РЗМ. Кількість карбідної фази у структурі дослідних чавунів у

порівнянні з модифікованим оптимальною присадкою КМ на основі РЗМ чавуном зменшилася на 14...16%. Дослідні присадки КМг9 від 0,1 до 0,4 мас.% за постійної присадки СРЗМ30 1,0 мас.% не привели до підвищення міцневих властивостей чавуну у порівнянні з оптимальною присадкою тільки СРЗМ30.

Таким чином, проведені дослідження показали, що найліпші механічні властивості та структура були одержані при обробці чавунного розплаву КМ на основі РЗМ у кількості 1,0 мас.%.

УДОСКОНАЛЕННЯ БУДОВИ НАДЛИВІВ ДЛЯ ЛИТТЯ КОРПУСІВ ЛОКОМОТИВНИХ БУКС

**Афонін С.Ю., керівник проф. Соценко О.В.
Національна металургійна академія України**

Для корпусів букс було обрано найрозповсюдженіший спосіб лиття для даних деталей, тобто у піщано-глинисті форми із використанням конструкційної нелегованої сталі 15Л. Метою роботи було визначення найбільш ефективної будови надливів для якомога кращого підживлення проблемних вузлів виливка. Заливання відбувалося за початкової температури розплаву в 1610°C із температурою ливарних форм перед заливанням на рівні 20°C. Побудову моделей корпусів букс разом із ЛЖС та розрахунок часу витримки металу в формі до можливого їх вибивання було здійснено за допомогою систем комп'ютерного моделювання SolidWorks і LVMFlow. Було розроблено два технологічні рішення, що відрізнялися конструкцією й розміщенням надливів. Процеси моделювання заливання і твердіння автоматично припинялися після розрахунку дефектів усадки, що складало приблизно 12-13 с. Температура корпусів букс при цьому не перевищувала 1166-1281°C, тоді як у надливах зберігалася температура на рівні 1356-1511°C.

Виявлено, що із застосуванням стандартного способу лиття відбувається неминуче утворення дефектів усадки у різних частинах виливка. Результатом проведених досліджень стала можливість зменшення загального об'єму усадкових раковин із їх одночасним відведенням від відповідальних вузлів вливка.

ВЛИЯНИЕ КОВШЕВОЙ ОБРАБОТКИ ЧУГУНА ТОНКОДИСПЕРСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА КАЧЕСТВО МЕЛЮЩИХ ШАРОВ

**Мусиенко И.О., руководитель 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, предъявляемые 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 1,37 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 освоению технологии отливки шаров из модифицированного чугуна.

АНАЛИЗ ЛИТЕЙНЫХ СВОЙСТВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ДЛЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЛИТЬЯ

**Резник М.В., руководитель проф. Матвеева М.О.
Национальная металлургическая академия Украины**

Литейные никелевые стоматологические сплавы для изготовления протезов в ортопедической стоматологии наиболее перспективны. Они имеют ряд преимуществ, прежде всего это достаточная прочность, хорошая технологичность. В сплавах на основе никеля относительно низкая температура плавления, хорошая жидкотекучесть, и что немаловажно, хорошее сцепление с керамикой.

Однако повышающиеся требования к материалу и конструкции протезов не позволяют использовать устаревшие сплавы. На данный момент не существует никелевых сплавов, отвечающих полностью требованиям ортопедической стоматологии, поэтому необходимы новые сплавы.

По результатам проведенного литературного обзора определен состав усовершенствованного литейного никелевого сплава, имеющего предел текучести $\sigma_{0,2} = 941,14$ МПа. Разработанный сплав исследовали на литейные, физико-механические и коррозионные свойства и сравнивали с аналогичными характеристиками серийного стоматологического сплава «Медар-сервис». В ходе проведенных испытаний на жидкотекучесть и линейную литейную усадку определено, что литейные свойства экспериментального сплава находятся на уровне свойств серийного сплава «Медар-сервис».

Исследования, проведенные в лабораторных условиях, позволяют дать следующие рекомендации: годные отливки образцов из усовершенствованного сплава могут быть получены без литейных дефектов методом литья по выплавляемым моделям; для получения бездефектных отливок с установленными при исследовании свойствами могут быть рекомендованы температуры заливки сплава 1410–1440 °С; на основании результатов исследования можно рекомендовать экспериментальный сплав к серийному производству для изготовления неснимаемых зубных протезов.

СВОЙСТВА ВАЛКОВЫХ ЧУГУНОВ ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ, ТИТАНОМ И АЗОТОМ

**Дворникова Е.А., руководитель проф. Матвеева М.О.
Национальная металлургическая академия Украины**

Работа прокатных станов и качество продукции в значительной степени определяются показателями основных свойств материала валков - их износостойкостью и прочностью. В чистовых клетях листо-, трубо- и сортопрокатных станов применяют преимущественно чугунные валки. Для обеспечения надежности и долговечности валков их отливают с рабочим слоем из легированных белых и половинчатых чугунов. Важной особенностью структуры и свойств является изменение по глубине рабочего слоя валков твердости и износостойкости при близком химическом составе. По

причине значительного перепада твердости происходит неравномерный износ по глубине калибров валков, что приводит к преждевременному выходу валков из строя.

В последние годы проводятся комплексные исследования по использованию азотированных железо-углеродистых сплавов с целью снижения расхода легирующих элементов. В настоящей работе приведены результаты исследований по применению комплексного легирования хромом, азотом и титаном для уменьшения спада твердости по глубине рабочего слоя прокатных валков.

С целью анализа влияния легирования серии плавок были подвергнуты регрессионно-корреляционному анализу. В серии плавок системы Fe-C-N-Cr-Ti после исключения незначимых коэффициентов получена следующая статистически достоверная зависимость:

$$N = 0,006 + 0,030Cr + 0,082Ti + 0,010 \quad (1).$$

Следует отметить, что в уравнении (1) коэффициент регрессии при титане больше, чем при хrome. Это может указывать на большее влияние титана на содержание азота в металле.

В сплавах этой системы в жидком состоянии, выше температуры 1400 °С наблюдается образование по перитектической реакции нитрида Cr₂N, а при эвтектическом превращении возможно также образование нитрида Fe₄N, при этом сужается область α – Fe и увеличивается общее содержание азота. Установлено, что азот существует в основном в виде нитридов хрома CrN, Cr₂N, а также карбонитридов и сульфонитридов. Установлено, что наибольшее влияние на структуру, количество и распределение упрочняющих карбидных и карбонитридных фаз оказывают титан и азот.

Технология получения двухслойных прокатных валков из износостойкого белого чугуна с применением комплексного легирования и модифицирования была опробована на Днепропетровском заводе прокатных валков. Опытные валки в сравнении с валками существующего производства, имеют меньший спад твердости по глубине рабочего слоя в 1,5 – 2,0 раза.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОТЛИВОК ИЗ ЛЕГИРОВАННОГО МАРГАНЦЕМ ЧУГУНА

Ядыкин С.Ю., руководитель проф. Матвеева М.О.

Национальная металлургическая академия Украины

Повышение стойкости чугуна к коррозии может быть достигнуто предотвращением образования графита и легирования матрицы, за счет образования на поверхности металла пассивирующих пленок, путем создания стабильной аустенитной матрицы. Марганец тормозит выделение графита, тем самым уменьшая его количество, выделяющееся при кристаллизации, и повышает растворимость углерода в аустените. Поэтому исследования по определению влияния легирования марганцем (до 4,0 %) на коррозионно-химическое поведение чугуна являются актуальными.

В настоящей работе коррозионные свойства оценивали по анодным кривым, полученным потенциодинамическим методом в 5%-ном растворе серной кислоты.

Анализ параметров анодных поляризационных кривых показал существенное влияние марганца в чугуне в количестве от 1,15 до 3,50 %.

В кислой среде наблюдается изменение всех областей анодной поляризационной кривой. Ход кривых в активной области снижается и максимальная плотность тока уменьшается в зависимости от содержания марганца в чугуне. Наибольшее влияние оказывает марганец в количестве 3,50 %, при этом появляются четко выраженные вторые пики на кривой. Это может быть связано с образованием защитной пленки,

которая образуется из разных по составу соединений и первые из них наименее стойкие. При легировании марганцем в количестве 1,15 % также наблюдается сильное снижение плотности тока и защитная пленка, которая образуется более стабильной и плотной. Легирование марганцем расширяет область пассивного состояния поверхности чугуна, что позволяет защитной пленке более надежно защитить поверхность чугуна.

Исследования скорости коррозии подтвердили, что при содержании марганца 1,70 и 2,05 % наблюдается некоторое ускорение процессов коррозии в чугуне. Это может быть связано с содержанием и распределением графита, который является наименее коррозионностойкой составляющей сплава.

Выводы. Введение в чугун марганца в концентрации от 1,15...3,50 % оказывает влияние на его коррозионную стойкость. Установлено, что наибольшая коррозионная стойкость в кислой среде была у чугунов с содержанием марганца 1,4 и 3,1 %.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ УГАРА ОСНОВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИНДУКЦИОННОЙ ТИГЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ТИПА ТПЧ 50/2,4 И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЛАВКИ ЧУГУНА

**Симоненко В.В., руководитель доц. Хитько А.Ю.
Національна металургійна академія України**

Для плавки чугуна нашли широкое применение электрические дуговые печи, работавшие на основных шлаках. Это имело место главным образом при плавке чугуна для модифицирования его магнием, чтобы избежать не только насыщения металла серой (при переплавке чугуна в кислых вагранках), но и дополнительно снизить содержание серы рафинированием металла под основным шлаком, перегретым в дуговой печи. Для задач литейного производства наибольший интерес представляет собой плавка чугуна в индукционных тигельных печах, которые бывают двух типов: с сердечником и без сердечника — тигельные.

Как показали приведенные исследования содержание многих элементов в процессе плавки меняется. Также угар элементов значительно отличается для разных металлов. Угар элементов зависит от футеровки печи. Угар элементов обуславливается конструкцией и типом печи, процессами взаимодействия со шлаком, составом атмосферы и т.д.;

Как показали проведенные испытания, лабораторная печь ТПЧ 50/2,4 могут использоваться для проведения экспериментов по плавке цветных и черных материалов. Величины угаров элементов находятся в допустимых пределах, приведенных в нормативных документах – ГОСТ 2787-86.

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ УГАРУ ОСНОВНИХ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ІНДУКЦІЙНІЙ ТИГЕЛЬНІЙ ПЕЧІ ВТГ-10-22-БО-В УХЛ4 ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЛАВЛЕННЯ ЧАВУНУ

**Бибко К.П., керівник доц. Хитько О.Ю.
Національна металургійна академія України**

Преимущества электроплавки по сравнению с другими способами производства связаны главным образом с использованием для нагрева металла электрической энергии. Выделение тепла в электропечах происходит либо в самом нагреваемом металле, либо в непосредственной близости от его поверхности. Это позволяет в сравнительно небольшом объеме сконцентрировать большую мощность и нагревать металл с большой скоростью до высоких температур, в отдельных случаях вплоть до

температуры кипения. Расход тепла и изменение температуры металла при электроплавке довольно легко поддаются контролю и регулированию.

Для проведения лабораторных работ на кафедре Литейного производства НМетАУ была установлена индукционная тигельная печь ВТГ-10-22-БО-В УХЛ4. В данной работе было разработано ее размещение в лаборатории применительно к задачам литейного производства, а также схема электроснабжения и водного охлаждения. Отработана технология литья художественных отливок с применением нового оборудования.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОГО МОДИФІКАТОРА НА ОСНОВІ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ДЛЯ ОБРОБКИ АЛЮМІНІЄВИХ ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ

**Дмитренко О.І., керівник доц. Доценко Ю.В.
Національна металургійна академія України**

Найбільш дієвим чинником, що визначає сприятливе структуроутворення силумінів, залишається модифікування, тобто подрібнення структури за рахунок введення в розплав перед його заливанням малих добавок модифікуючих елементів.

З урахуванням структурних та розмірних відповідностей кристалічних ґраток алюмінію і тугоплавких сполук в якості ефективного модифікатора ливарних силумінів були запропоновані модифікатори на основі високодисперсних неорганічних сполук, а саме карбіди кремнію, ніобію і танталу, а також карбіди і нітриди титану, цирконію, гафнія і ванадію. 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.

Якість ливарних алюмінієвих сплавів при модифікуванні залежить від багатьох факторів: природи дисперсної фази, температури розплаву, режимів перемішування розплаву при введенні частинок. Рівномірний розподіл дисперсних частинок карбідів в алюмінієвому розплаві забезпечується перемішуванням.

На механічні властивості алюмінієвих сплавів істотно впливають розміри частинок зміцнюючої фази. Наприклад, при зменшенні розмірів частинок карбіду кремнію до 100 нм межа міцності сплаву АК9ч зростає з 115 до 260 МПа.

Підвищення механічних характеристик ливарних алюмінієвих сплавів значно підвищується при введенні в розплав нанодисперсних часток карбіду кремнію та скандію в оптимальній кількості 0,1% від маси сплаву.

Проведений аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що введення дисперсного модифікатора SiC+Sc, в ливарний сплав АК7 значно змінює мікроструктуру сплаву при співвідношенні SiC : Sc = 1:1. Застосування дисперсного модифікатора карбіду кремнію та скандію полегшує технологічний процес лиття, є екологічно безпечним, призводить до подрібнення структури виливків з ливарних силумінів.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОГО МОДИФІКАТОРА НА ОСНОВІ СОЛЕЙ ДЛЯ ОБРОБКИ АЛЮМІНІЄВИХ ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ AL-SI

Тоцька А.І., керівник доц. Доценко Ю.В.
Національна металургійна академія України

Силуміни являють собою найважливіший клас матеріалів, на їхню частку припадає більше 90% виробництва всіх алюмінієвих виливків, так як вони мають гарну технологічність при використанні практично всіх видів лиття. Сплави Al-Si (силуміни) мають кращі ливарні властивості. Силуміни мають невисоку пластичність, що пов'язано з несприятливою морфологією частинок кремнію, що входять до складу евтектики (Al) + (Si).

Механічні властивості залежать від хімічного складу, технології виготовлення (модифікування, способу лиття і т.д.), а також термічної обробки. У подвійних силумінах із збільшенням вмісту кремнію до евтектичного складу знижується пластичність і підвищується міцність. Поява в структурі розплавів великих кристалів первинного кремнію викликає зниження міцності і пластичності.

Єдиним способом підвищення механічних властивостей цих сплавів є подрібнення структури шляхом модифікування.

Модифікування силумінів пов'язують насамперед зі сприятливим впливом на структуру і властивості литих алюмінієвих сплавів (точніше, на будову α Al - Si - евтектики) поверхнево-активних елементів.

За М. В. Мальцевим випадки модифікування за допомогою добавок поділяються на дві групи. До першої групи належать випадки, коли вводиться модифікатор здатний створити в розплаві тонкодисперсну і рівномірно розподілену суспензію твердих частинок, що можуть мати роль центрів кристалізації. Друга група явищ модифікування може пояснюватися ускладненим ростом кристалів, що викликаються добавками.

Також, існує таке поняття як комплексні модифікатори, тобто спільна дія двох і більше модифікаторів.

Металевий натрій вводять при 750 ... 780 ° С на дно розплаву за допомогою дзвіночка. У виробничих умовах чистий натрій для модифікування не застосовують. Для цієї мети використовують солі натрію.

Модифікування Al - Si - сплавів натрієм або його сполуками є невід'ємною технологічною операцією при литті деталей, але наукові та виробничі дослідження по модифікуванню силумінів натрієм дозволили визначити такі основні характеристики впливу поверхнево - активних добавок на структуру α Al + Si - евтектики: сильне подрібнення частинок кремнію в евтектиці та їх сфероїдизація; в евтектичних сплавах присутні як первинні кристали кремнію, так і первинні дендрити алюмінієвого твердого розчину; після модифікування твердий розчин набуває дендритообразної форми, евтектичний кремній – кулясту; дія натрію не подрібнює первинні кристали кремнію; модифікування натрієм істотно збільшує в'язкість і зменшує вологотекучість розплаву; збільшуються механічні властивості (міцність, твердість, подовження) виливків, в т.ч. межа міцності при розтягуванні в 1,14 ... 1,55 рази й відносне подовження в 2,2-6,5 рази.

Використання технології модифікування натрієм, для лиття в піщану форму, дозволило підвищити межу міцності сплаву при розтяганні, (σ_b) на 58 %; відносне подовження (δ) на 550 %; твердість на 16 %; для лиття в кокіль, дозволило підвищити межу міцності сплаву при розтяганні, (σ_b) на 12,5 %; відносне подовження (δ) на 122,2

%, твердість на 14,3 %. Одночасно мікроструктура евтектики змінилася з грубої на дрібну.

ОТРИМАННЯ ВИЛИВКІВ З МІНІМАЛЬНИМИ НАПРУГАМИ

**Клевцов О.В., керівник ас. Білий О.П.
Національна металургійна академія України**

Отримані напруги в дрібних виливках найбільш доцільно зменшувати за рахунок вибору оптимальної їх конструкції при одночасному дотриманні звичайних вимог, що пред'являються до форми. Залишкові ж напруги знижуються за рахунок низькотемпературного відпалу відливок.

Інакше йде справа з важкими виливками. Виготовлення форми для них досить трудомісткий процес і тому деякий додаткове ускладнення формовки не позначається істотно. У той же час вихід в брак чреватий великими втратами. Печі для відпалу таких виливків вимагають великих капітальних витрат і бувають складні в експлуатації.

В результаті найбільш економічно доцільними методами зниження тимчасових залишкових напружень у важких виливках є відпрацювання конструкції виливки при одночасному регулюванні її охолодження у формі та забезпеченні стрижнів, що створюють мінімальний опір усадці металу.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЮВЕЛІРНОГО ЛИТВА «КІЛЬЦЕ» З КЕЛЬТСЬКОЮ В'ЯЗЬЮ

**Кузнєцов О. І., керівник проф. Хричиков В. Є.
Національна металургійна академія України**

Технологія виробництва кільця починали виготовлення креслення. На його основі створювали воскову модель з зеленого модельного віску фірми Феріс з температурою плавлення 114 °С. Був проведений розрахунок, виготовлена та закріплена литниково-живильна система. Після нанесення фосфатної двокомпонентної стоматологічної формувальної суміші віск був витоплено, а форма пропалена в муфельній печі за режимом: перші 30 хвилин піч розігрівали до 360 °С, дві години піч - до 600 °С, протягом 3 годин - до 760 °С і витримували при цій температурі у печі одну годину.

Для лиття був обраний сплав срібло-мідь 925 проби з температурою плавлення 965 °С. Після заливки і фінішної обробки на прес-вулканізаторі була створена гумова прес-форма. За допомогою інжектора і інжекційного воску були створені воскові копії для тиражування.

Після розробки ескізу із синього модельного воску була створена вставка, яка була приєднана до воскової копії кільця. Після формування, заливки та обробки нового кільця була створена нова прес-форма, яка врахувала всі недоліки попередньої. На основі отриманих даних була складена блок-схема процесу виробництва ювелірного литва «кільце» з кельтською в'язью.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБОГРЕВА ПРИБЫЛЕЙ ОТЛИВОК

**Якимова Д.В., руководитель проф. Хрычиков В.Е.
Національна металургійна академія України**

Усадка сплавов при затвердеванні обусловливает образование усадочных раковин и пор. Прибыли обеспечивают питание усадки и направленное затвердевание отливок. Сифонный способ заливки чугуновых прокатных валков с тангенциальным подводом питателя к нижней шейке способствует оттеснению неметаллических включений из рабочего слоя бочки, но ухудшает условия для направленного затвердевания отливки.

Моделированием на ПК сопоставлены различные методы снижения расхода металла на прибыли валков. Установлено, что применение формовочных теплоизоляционных смесей по сравнению с экзотермическими засыпками обеспечивает лучшие условия для питания усадки.

Наиболее эффективным оказалось применение обогрева зеркала металла прибыли электрошлаковым или комбинированным электродуговым-электрошлаковым способом. Установлено, что электрообогрев нерасходуемыми электродами обеспечивает направленное затвердевание бочки, верхней шейки и прибыли, предотвращает образование усадочных дефектов в этих частях отливки и уменьшает потери металла на прибыли в 2,5 – 3,0 раза. Моделирование позволило определить продолжительность обогрева прибыли чугуновых прокатных валков.

Экономическая эффективность внедрения технологии возрастает с увеличением стоимости энергоресурсов. Это обусловлено тем, что электрообогрев компенсирует только потери тепла расплава из прибыли в окружающую среду. При питании усадки отливки за счет доливаемого металла необходимо тратить энергию на подогрев, расплавление и перегрев чугуна.

ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ ПРИ ВИРОБОБНИЦТВІ ЛИТИХ ЗАГОТОВОК ІЗ СПЛАВУ З ШИРОКИМ ІНТЕРВАЛОМ ЗАТВЕРДІННЯ **Збінець А.В., керівник проф. Селівьорстов В.Ю. Національна металургійна академія України**

Відомо, що для сплавів з широким інтервалом кристалізації характерна найбільш широка зона затвердіння. Під впливом тиску створюються умови для ущільнення металу в двофазній зоні, що на мікрорівні проявляється також в частковому обламуванні гілок дендритів, їх переміщуванні (мікроперемішування рідко-твердого сплаву) та недопущенні локалізації значних об'ємів рідини, що призводить у звичайному випадку до утворення шпаристості у виливку. Отже, необхідний розвиток теоретичних основ впливу газодинамічної дії на процеси твердіння і стуктурутворення, а так само й отримання експериментальних результатів, що забезпечують розробку відповідних технологічних режимів.

Промислові випробування розробленої технології проводили в умовах ливарних цехів АТ «Дніпропетровський агрегатний завод» та ЗАТ «Горизонт» (м. Дніпропетровськ). Плавку сталі марки Х12Ф1Л проводили в індукційній печі ІСТ – 016 з основною футеровкою. Заливку здійснювали безпосередньо із печі в сталевий витряхний кокіл з середньою товщиною стінки 100 мм та висотою робочої порожнини 550 мм. Внутрішню поверхню кокіля, підігріту до температури 380 – 400 °С, покривали ливарною фарбою на основі дистен-силіманіту. Температура випуску - 1520 ± 5°С.

Газодинамічний вплив проводили з різною швидкістю підвищення тиску аргону в системі виливок-пристрій для введення газу (V_p) та показниками максимального

тиску (P) за наступними режимами: плавка № 2 – $V_p = 0,002$ МПа/с, $P = 2$ МПа; плавка № 3 – $V_p = 0,0045$ МПа/с, $P = 4$ МПа; плавка № 4 – $V_p = 0,007$ МПа/с, $P = 6$ МПа.

Дослідження литого металу (плавки №№ 2 – 4) проводили в порівнянні з металом тієї ж марки, отриманим згідно традиційної технології (плавка №1). Із отриманих циліндричних виливків висотою 370 ± 5 мм на відстані 180 мм від нижнього торця вирізали відповідні темплети.

Встановлено, що мікроструктура металу виливка після газодинамічного впливу стає більш мікрокристалічною. Перетин дендритних вісей фериту з підвищенням тиску зменшується в середньому на 7%: збільшується диференціювання евтектики та зменшується міжпластинчаста відстань. З підвищенням тиску до 4 МПа кількість хрому та легуючих елементів у карбідній евтектиці зростає, а ступінь ліквідації (ΔC_f) легуючих елементів: хрому, алюмінію, марганцю та міді по перетину дендритних вісей фериту зменшується, в той час як ліквідація ванадію та кремнію збільшується. При підвищенні тиску до 6 МПа вміст хрому в фериті та в карбідній евтектиці зменшується, а заліза збільшується, що призводить до формування карбідної евтектики на базі карбідів $Cr_{23}C_6$ та легованого $(Cr, Fe)_7C_3$. У вихідному стані в структурі сталі Х12Ф1Л присутні оксидні фази Fe_2O_3 . Після застосування газодинамічного впливу на розплав оксидні фази в структурі відсутні. Встановлено, що межа міцності зразків сталі Х12Ф1 у вихідному стані після термічної обробки складає 120-125 МПа, у той час, як кристалізація із застосуванням газодинамічного впливу дещо збільшує цей інтервал, а саме, 140-148 МПа для плавки № 2, 151-158 МПа для плавки № 3, 133-138 МПа для плавки № 4 ($>$ на 20 %). Ударна в'язкість досліджених сплавів після запровадження газодинамічного впливу та термічної обробки збільшується на 30 - 36 % у порівнянні з вихідним станом ($KCU_{вих} = 20 - 22$ Дж/см²; $KCU_{з/д} = 31 - 35$ Дж/см²), також при застосуванні газодинамічного впливу спостерігається збільшення щільності сталі.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЛИТИХ ЗАГОТОВОК ІЗ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ

Любич П.Г., керівник проф. Селівьорстов В.Ю.

Національна металургійна академія України

Аналіз теоретичних, експериментальних робіт, а також досвід впроваджених у виробництво технологій показує, що при використанні активних методів зовнішніх фізичних впливів та управління структуроутворенням вдається не тільки значно понизити брак виливків, у тому числі і по цьому виду дефектів, але й підвищити механічні властивості литого металу. До таких активних методів можна віднести газодинамічний вплив на твердіючий в ливарній формі розплав. Тому однією з актуальних проблем є удосконалення існуючих, а також розробка нових ефективних технологічних процесів отримання якісних литих заготовок спеціальними способами лиття.

В умовах цеху точного лиття підприємства ТОВ «ИТЛ-Лассо» (м. Дніпропетровськ) була випробувана технологія лиття і установка для здійснення газодинамічного впливу на розплав в керамічній формі ЛВМ при відливанні циліндричних заготовок із сталі Р18Л для виготовлення ріжучого інструменту. Діаметр виливка - 25 мм, висота - 200 мм. В конструкцію експериментального блока виливків (модельного блока) були внесені зміни з метою забезпечення герметизації системи виливок-пристрій для введення газу впродовж мінімального проміжку часу та більш тривалого затвердіння металу в живильнику.

У поряток технологічних операцій виготовлення виливків за технологією ЛВМ були включені наступні: після заливки керамічної форми здійснювали введення

пристрою подачі газу в розплав у верхню частину стояка; здійснювали витримку для герметизації системи вилівок - пристрій подачі газу і подачу газу (аргону) під наростаючим тиском 0,1 - 3 МПа з використанням розробленої установки.

Дослідження властивостей литого металу проводили в порівнянні з металом тієї ж марки, який одержаний за традиційною технологією.

Твердість після загартування і відпуску визначали по ГОСТ 9013-59 на зразках, відібраних для механічних випробувань. Загартування проводили в соляній високотемпературній ванні при температурі $1260 \pm 3^\circ\text{C}$ 1,5 хв. з попереднім підігрівом при $850 \pm 3^\circ\text{C}$ 5-6 хв. в низькотемпературній соляній ванні. Охолодження зразків після загартування проводили в мастилі. Відпуск зразків проводили при температурі 560°C з витримкою впродовж однієї години і охолодженням на повітрі.

В ході проведеної роботи визначена можливість застосування технології газодинамічного впливу на розплав в ливарній формі при литті по витоплюваним моделям, а також перспективність проведення подальших досліджень в цьому напрямку

Дослідження структури металу в стояку і виливках експериментальних блоків виявили відсутність газоусадкових і ліквіційних дефектів на відміну від литого металу, одержаного за традиційною технологією, який мав значну кількість пір. У мікроструктурі сталі, одержаної за експериментальною технологією, структурна неоднорідність має вид тоншої сітки евтектики по межах зерен, на відміну від наявної грубої скелетоподібної сітки евтектичних і вторинних карбідів по межах зерен металевої основи сталі, одержаної за традиційною технологією.

В результаті досліджень властивостей литого металу, що отриманий за експериментальною технологією, в порівнянні з металом, який одержаний за традиційною технологією, встановлений позитивний вплив застосування газодинамічної дії на механічні властивості швидкорізальної сталі Р18: тимчасовий опір збільшується на 14-16%, твердість металу збільшується на 15 - 16 %, а відносне подовження - на 30-45 %.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАЛІЗОФОСФАТНИХ ХТС З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ-ВИНОСУ

**Алексютін О.С., керівник доц. Мазорчук В.Ф.
Національна металургійна академія України**

По об'єму використання у якості зв'язуючих лінгосульфонати займають у ливарному виробництві третє місце після глини і рідкого скла. Вони використовуються у формувальних сумішах для формовки по-сирому, по-сухому, для виготовлення стрижнів у нагрітій оснастці, у рідко рухомих і сипучих ХТС, протипригарних красках, у якості каталізатору для твердіння ХТС і ін.

Лінгосульфонати модифіковані рідкі застосовуються: у ливарному виробництві в якості зв'язуючого матеріалу при виготовленні стрижневих і формувальних сумішей при чавунному, сталевому й кольоровому литті, у виробництві вогнетривів як тимчасового зв'язування та у інших галузях промисловості.

Хімічна взаємодія між компонентами суміші призводить до самотвердіння композиції на повітрі. Ці суміші дозволяють використовувати різні пилоподібні відходи, що у теперішній час, є актуальним завданням. Враховуючи не високу вартість, доступність та ін. у якості компоненту ХТС використовували золу-винос Придніпровської ТЕС.

Проведені дослідження гранулометричного аналізу, показали, що основна фракція золи-виносу є 0,063 мм, тому золу-винос можна віднести до пилоподібних

матеріалів. За результатами хімічного аналізу, зола-винос складається на 83% оксидами – SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO и MgO . Близько 3% складу золи приходить на оксиди лужних металів калію та натрію.

Проведені дослідження технологічних властивостей формувальних сумішей дозволило встановити, що з вмістом золи-винос у суміші 30% газопроникність складає 108 одиниць, а при 5% – 141 одиницю. Живучість сумішей з золю-винос скала 15 ... 16 хв.

Враховуючи основні показники як міцність на стиск та газопроникність суміші можна рекомендувати наступний склад ХТС: кварцовий пісок – 68 ... 80%, зола-винос – 15 ... 25%, ортофосфорна кислота – 5 ... 7%. Завдяки використанню золи-винос можливо зменшення вмісту кварцового піску, що дозволить знизити собівартість сумішей не погіршуючи технологічні властивості ХТС.

ВПЛИВ ПИЛОПОДІБНИХ ВІДХОДІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОГNETРИВКИХ СУСПЕНЗІЙ НА ОСНОВІ КРЕМНЕЗОЛЮ

**Пархоменко Я.В., керівник доц. Мазорчук В.Ф.
Національна металургійна академія України**

При одержанні форм для ЛВМ використовують зв'язувальні речовини, тверді пилоподібні та зернисті матеріали. Тверді пилоподібні матеріали, мають високу вартість. Використовувані компоненти для готування суспензій, впливають на її властивості такі як: термостійкість оболонки, наповненість і седиментаційну стійкість. Застосування нових зв'язуючих, наприклад, кремнезоль і часткова або повна заміна свіжих вогнетривких матеріалів на пилоподібні відходи, не погіршуючи технологічні властивості суспензій, є актуальним завданням.

Використання вторинних матеріалів при виготовленні суспензій, зменшить використання свіжих матеріалів, що у свою чергу, дозволить зменшити собівартість виливків. У якості вогнетривкого наповнювача використовували відхід виробництва феронікелю, кислий шлак, який пройшов помел (пил SiO_2).

Проведений хімічний аналіз відходу виробництва феронікелю показав, що матеріал складається з SiO_2 , на 96,4%, також присутні такі сполучення як – Al_2O_3 , Fe_2O_3 та інші. Основна фракція, якою представлений матеріал, що досліджували становить 0,05 мм, що відноситься до категорії пилоподібний матеріал. За хімічним та фракційним складом пил SiO_2 ближче до дистен-силіманітовому порошку. Сумарна кількість вогнетривких оксидів (SiO_2 , Al_2O_3 складає ~98%), що дозволяє використовувати матеріал у якості вогнетривкого наповнювача у суспензії.

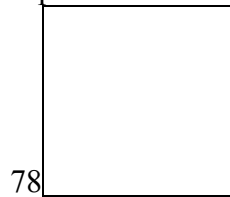
Проведені дослідження властивостей вогнетривких суспензій з пилоподібним відходом показали, що повна седиментація часток у суспензії відбувається через 35 хв, тому необхідно її перемішувати кожні 10...12 хв., а для постійної дії 5...7 обертів у хвилину. Встановлено вплив на умовну в'язкість суспензії – з збільшенням температури суспензії її в'язкість знижується. Встановлено, що для першого шару КО наповненість суспензії повинна бути 1,95-2 кг/л, а для другого та наступних шарів 1,47-1,51 кг/л.

ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВАЛКОВИХ ЧАВУНІВ ЛЕГУВАННЯМ

**Компанієць А.Б., керівник доц. Шапран Л.О.
Національная металлургическая академия Украины**

Дослідили вплив різних режимів термічного оброблення на зносостійкість нелегованого та легованих нікелем і молібденом чавунів робочого шару

листопркатних валків. Зносостійкість визначали на машині моделі СМЦ-2 в умовах тертя ковзання при навантаженні 735 Н, швидкості обертання контрольного зразка



78 1 см/с та довжині зношування 250 та 500 м. Зносостійкість оцінювали за втратою маси дослідного зразка. Узагальнені дані проведених досліджень наведені у таблиці.

Режим термічної обробки	Величина зносу (мг/см ²) на довжині зношування					
	250 м			500 м		
	Чавун нелегований	Чавун, легований Ni	Чавун, легований Ni і Мо	Чавун Нелегований	Чавун, легований Ni	Чавун, легований Ni і Мо
-	21,0	23,3	22,7	36,9	44,4	43,5
Нормалізація	8,2	13,8	11,9	30,3	41,2	36,9
Нормалізація з відпуском	7,2	15,7	13,2	29,8	44,0	37,9

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

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ КРЕМНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ШАРОВИДНОГО ГРАФИТА В ЧУГУНЕ

**Семёнов А.Д., руководитель проф. Хрычиков В.Е.
Національна металургійна академія України**

Анализ известных моделей образования шаровидного графита в чугунах показал, что наиболее адекватно отражает кинетику образования зародыша и роста графита гипотеза, основанная на теплофизической модели плавления и кипения магния [1,2]. Её особенность заключается в том, что при температуре 1103 С⁰ магний кипит в чугунах с температурой 1370 – 1390 С⁰. В результате кипения магния происходит отбор тепла из близлежащих слоёв чугуна, который затвердевает в виде оболочки за счёт высокого поверхностного натяжения.

Наиболее эффективное модифицирование осуществляется железо-кремний-магниевого лигатурой, в которой содержание магния ≈7%, а кремния около 70%. Это обусловлено тем, что кремний имеет наивысшую скрытую теплоту кристаллизации (50,0 кДж/моль) среди других химических элементов. Это способствует повышению устойчивости оболочки затвердевшего чугуна вокруг парообразного магния. Выведенные расчётные формулы для определения теплофизического влияния процесса нагрева и плавления кремния в ферросилиции на толщину затвердевшего слоя чугуна вокруг зародыша шаровидного графита.

1. Хрычиков В.Е. К вопросу образования шаровидного графита при модифицировании чугуна магнием // Литейное производство №2, 1997, с. 5-7.

2. Хрычиков В.Е., Меньяло Е.В., Дейнеко Л.Н. Теплофизические процессы образования шаровидного графита в

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ Ti ТА Al У СКЛАДІ МОДИФІКАТОРА СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

**Михайленко К. О., керівник доц. Ісаєва Л. Є.
Національна металургійна академія України**

Для підвищення механічних властивостей сталей використовують оптимізацію хімічного складу, модифікування, розкислення, мікролегування, легування та інше. Одним з найбільш ефективним способом є модифікування, так як одночасно з підвищенням якості дозволяє економити дефіцитні легуючі елементи. Процес модифікування полягає у введенні в розплав невеликої кількості добавок (Al, V, Si, Ce, Ti, PЗМ). Малі добавки модифікаторів зменшують кількість і розмір неметалевих включень, які утворюють глобулярну форму. В роботі розглянуто вплив Ti та Al на структуру і механічні властивості середньовуглецевої сталі 35Л. Їх визначали сучасними електрохімічними та хімічними методами відповідно ГОСТу. Отримані результати показали, що в дослідній сталі або не утворюються нітриди, або їх вміст настільки незначний, що рекомендованими ГОСТовськими методиками їх не встановили; визначені карбіди Титану є зародками первинного зерна кристалізації; а Алюмінію з Оксигеном, що залишився після розкислення, утворює Al_2O_3 . Модифікування сталі 35Л модифікатором, що містять Титан (40-60%), Алюміній (40-50%), дозволило подрібнити структурні складові сталі, значно збільшити кількість центрів кристалізації за рахунок утворення TiC , в результаті чого подрібнюється дендритна структура первинної фази. Механічні властивості сталі 35Л після модифікування підвищилися в середньому на 25-32% порівняно з властивостями немодифікованої сталі.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛИТТЯ ПО ВИПЛАВЛЮВАНІМ МОДЕЛЯМ ВІДЛИВОК ІЗ СПЛАВІВ ТИПУ ПЕРМАЛОЇ

**Бекеш К.С., керівник доц. Доценко Ю.В.
Національна металургійна академія України**

З прецизійних магнітом'яких сплавів найбільш широко застосовуються залізонікелеві сплави - пермалої. За складом пермалої поділяють на низьконікелеві (39-65% Ni) і високонікелеві (75 - 84,5% Ni).

Високонікелеві пермалої мають дуже високі значення магнітної проникності в слабких полях. Пермалої дуже чутливі до деформацій (наклепу). Мідь стабілізує магнітну проникність в певних інтервалах напруженості, а хром, кремній, марганець і молібден збільшують питомий електричний опір.

Молібден та хром значно підвищуються питомий опір та початкову магнітну проникність у пермалоїв та зменшують чутливість до механічним деформаціям. Дія хрому у значній мірі аналогічна з дією молібдену. Легування саме молібденом дозволяє складну та трудомістку подвійну термообробку замінити порівняно простим відпалом.

Магнітні властивості пермалоїв дуже чутливі до зовнішніх механічних напруг, залежать від хімічного складу та наяву чужорідних домішок в сплаві, а також різко змінюються від режимів термообробки матеріалу (температури, швидкості нагріву та охолодження, складу зовнішньої середовища тощо).

Високонікелеві пермалої піддаються подвійної термообробці, яка складається з високотемпературного відпалу та повторного нагріву з подальшим різким охолодженням. Термічна обробка високонікелевих пермалоїв складніша, ніж низьконікелевих. Однак, існують методи термічної обробки, які дозволяють спростити та прискорити обробку пермалоевих виробів.

Найбільший вплив на властивості пермалоїв мають механічні напруги у тілі деталі. Під впливом механічних напруг сильно змінюються початкова максимальна проникність та коерцитивна сила. Високі магнітні властивості пермалоїв із вмістом 78.5% нікелю були отримані у результаті особливого виду термічної обробки, яку називають «пермалоїдною», яка забезпечує отримання найліпших магнітних властивостей.

ПІДСЕКЦІЯ ПОКРИТТЯ, КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАХИСТ МЕТАЛІВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ СТАЛИ КОЛЕСНОГО СОРТАМЕНТА И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВРЕМЕННОЙ ЗАЩИТЫ ПОВЕРХНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

**Бондарева А.А., руководители проф. Пинчук С.И., доц. Белая А.В.
Национальная металлургическая академия Украины**

Украина имеет одну из наиболее развитых в Европе сетей железных дорог, эксплуатационная длина которой составляет более 22 тыс. км. Качество колесного металла во многом определяет безопасность движения поездов. Каждый из элементов железнодорожного колеса (обод, диск, ступица) выполняет свои функции и испытывает присущие ему напряжения при эксплуатации. Поэтому серьезные требования предъявляются не только к конструкции и технологии изготовления колес, но и ко всем этапам их «жизни» - хранение, транспортировка, эксплуатация.

Эксплуатация железнодорожных колес осуществляется без эффективной противокоррозионной защиты. Увеличение воздействия агрессивных факторов окружающей среды вследствие влияния больших промышленных центров с каждым годом все больше обостряет вопрос о предупреждении коррозионных разрушений. Для защиты от коррозии могут применяться лакокрасочные покрытия, специально обработанные изоляционные материалы (бумага, пленка), консервационные составы и цинкнаполненные композиции (ЦНК).

В данной работе была изучена эффективность применения консервационных составов и ЦНК от коррозионного разрушения железнодорожных колес на время хранения, транспортировки и эксплуатации. Проведены исследования скорости коррозии образцов колесных сталей, имеющих различное содержание углерода и структуру, полученную после нормализации и термического упрочнения, а также разработана система защиты поверхности железнодорожных колес от агрессивного воздействия окружающей среды.

По результатам научно-исследовательской работы были выбраны наиболее эффективные консервационные составы и ЦНК для временной и долгосрочной защиты железнодорожных колес, соответственно. Установлено, что с повышением содержания углерода в колесной стали, склонность ее к коррозии увеличивается.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ТЕПЛОГО ПРЕССОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРОШКОВЫХ СТАЛЕЙ

**Наливайко Е.О., руководители проф. Пинчук С.И., доц. Внуков А.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

Порошковая медь окисляется на воздухе и подвергается воздействию других коррозионно-активных агентов на межоперационных этапах, при хранении и транспортировке. Вследствие развитой удельной поверхности порошок меди содержит довольно большое количество поверхностных примесей, главным образом оксидов. Они обладают способностью поглощать влагу из атмосферы, что ускоряет коррозию.

Наибольшая химическая чистота медных порошков достигается при их синтезе электролитическим методом.

Поскольку оптимизация химического состава электролита позволяет влиять на структуру, размеры, форму частиц и химический состав порошковых материалов, представляется, что путем введения некоторых функциональных добавок в электролит можно снизить интенсивность окисления частиц порошка на межоперационных этапах, а также при хранении и транспортировке. При этом за счет формирования защитных пленок на поверхности частиц медного порошка происходит стабилизация его химического состава в процессе синтеза. Поэтому удастся исключить специальную операцию стабилизации из технологического процесса.

Для установления возможности синтеза химически стабильного медного порошкового материала с регулируемой формой и размерами частиц, с требуемыми структурными, физическими и функциональными свойствами в данной работе исследованы закономерности синтеза медного порошка при введении в электролит специальных функциональных добавок.

В работе исследована целесообразность и эффективность введения функциональных добавок разной природы для влияния на химическую стабильность синтезируемого электролитического медного порошка на меж- и послеоперационных этапах, т.е. при хранении и транспортировке в различных условиях. Были проведены электрохимические и натурные коррозионные испытания, а также исследованы фазовый и химический составы синтезированных медных порошков при использовании рабочих сред (электролитов) с функциональными добавками различной природы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ШИХТЫ НА СВОЙСТВА ПОРОШКОВЫХ И СПЕЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Fe-Cu-C

**Нечитайло А.О., руководитель доц. Внуков А.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

Развитие современной техники предъявляет все более жесткие требования к материалам, работающим в условиях высоких давлений, скоростей, деформаций, агрессивных сред и т.д. Использование методов порошковой металлургии при создании новых материалов позволяет обеспечить оптимальное сочетание технологии получения, структурных и рабочих характеристик. При этом обеспечивается минимум потери металла, снижается себестоимость изделий. Среди материалов, получаемых методами порошковой металлургии, большой интерес представляют используемые в машиностроении порошковые стали. Они обладают высокой прочностью (приближающейся к прочности изделий, изготовленных из проката или литьем) в сочетании с хорошей пластичностью, вязкостью, низкой склонностью к хрупкому разрушению. Повышение свойств сталей, в том числе порошковых, достигается

увеличением содержания углерода, пластическим деформированием, легированием, применением термической обработки, изменением микро- и субмикроструктуры мартенсита.

В последние годы назрела необходимость более широкого внедрения в производство порошковых легированных сталей. В литературе имеются публикации по свойствам этих материалов, способам легирования. Однако их разрозненность затрудняет использование этих данных при разработке новых порошковых легированных сталей и внедрении их в производство.

В связи с этим представляется целесообразным проведение исследований по изучению влияния способов легирования на свойства порошковых сталей, а также проведение сравнительного анализа свойств порошковых материалов и спеченных сталей, полученных с использованием различных методов легирования. Такие исследования проведены в данной работе.

Основная задача работы – изучить влияние способа легирования на свойства порошковых и спеченных конструкционных материалов на основе системы Fe-Cu-C. Исследовали материал Fe-5%Cu-0,7%C, соответствующий по химическому составу порошковой стали марки СП70Д5 и полученный с использованием различных способов легирования: механическое смешивание исходных порошков, механосинтез и омеднение порошка.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

Шевченко О.В., руководитель доц. Внуков А.А.

Национальная металлургическая академия Украины

Электрохимическим методом можно получать как моно- или поликомпозиционные электрохимические покрытия на основе соосажденных металлов (сплавов) и дисперсных металлических и неметаллических материалов, так и материалы на основе порошков различной природы с металлическим покрытием. Практически все элементы периодической системы Менделеева в том или ином сочетании, индифферентном к электролиту, могут участвовать в создании композиционных электрохимических покрытий и материалов. Эти материалы и покрытия сочетают в себе свойства металлов или их сплавов (пластичность, электро- и теплопроводность и др.) и неметаллов (высокая твердость, износостойкость, жаропрочность и др.), превосходят обычные металлические покрытия и материалы по твердости, антифрикционности, жаростойкости, коррозионной стойкости, способности работать в безокислительной среде и обладают рядом других ценных свойств.

Преимуществом электрохимического метода является относительная простота его технологии, оборудования, доступность для широкого внедрения в производство и незначительная энергоемкость процесса. Наличие в электролите веществ в диспергированном состоянии определяет специфические особенности электролиза.

Несмотря на наличие обширного информационного материала в отечественной и зарубежной литературе, обобщить результаты исследований в области композиционных электролитических покрытий (КЭП) с целью практического их использования без каких-либо корректив не представляется возможным.

В значительной части опубликованных работ приводятся результаты лабораторных исследований в электролизерах незначительных объемов, что не только осложняет, но и, в большинстве случаев, делает невозможным использование их результатов в производственных условиях вследствие различия технологических

факторов соосаждения (размер и форма детали, скорость подвода частиц к детали, условия взвешивания и поддержания частиц в объеме электролита и др.).

Данная работа посвящена отработке технологических режимов и исследованию свойств электролитических никелевых композиционных покрытий с целью разработки перечня рекомендаций по ведению процесса получения КЭП в промышленных условиях.

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЧУГУННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Ходаковский А.А., руководитель доц. Внуков А.А.

Национальная металлургическая академия Украины

Электролитический способ — наиболее рациональный и совершенный способ цинкования, получивший широкое распространение в промышленности для защиты чугунных изделий от коррозии. Электролитическое осаждение цинка из водных растворов его солей, несмотря на высокий потенциал этого металла, достигается благодаря тому, что водород имеет на цинке большое перенапряжение и при определенных условиях электролиза почти не выделяется на катоде.

При электролитическом цинковании чугуна сплав между железом основы и цинком не образуется. Поэтому цинковое покрытие не содержит примеси основного металла. Загрязнения его другими металлами (железом, свинцом) весьма незначительны, их количество не превышает сотых долей процента. Степень чистоты электролитического цинкового покрытия тем выше, чем чище исходные материалы, применяемые для электролиза, и прежде всего материал анодов.

Полученное при нормальных условиях электролитическое цинковое покрытие на чугуне отличается значительно меньшей хрупкостью, чем покрытия цинком, наносимые другими способами. Оно обладает большей пластичностью и хорошей сцепляемостью с основным металлом.

Электролитический способ позволяет точно регулировать количество наносимого на поверхность цинка и получать на изделиях несложной конфигурации достаточно равномерные покрытия. В связи с этим расход цинка на покрытие значительно меньше, чем при других способах. Потери цинка, неизбежные при горячем способе, в данном случае незначительны. Экономия металла при электролитическом способе по сравнению с горячим составляет 50% и более.

Задача данной работы состоит в оптимизации состава электролита, режимов цинкования а также способов подготовки поверхности перед нанесением цинка на чугунные изделия с целью устранения дефектов покрытия и интенсификации процесса.

ВЛИЯНИЕ ФОСФАТСОДЕРЖАЩЕГО РАСТВОРА НА КАЧЕСТВО ЭМАЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

Шевцов С.О., руководитель доц. Левко Е.Н.

Национальная металлургическая академия Украины

При производстве труб методом горячей деформации возникает необходимость защиты металла от высокотемпературной газовой коррозии. Как правило, металл защищают путем нанесения на его поверхность шликерных эмалевых покрытий. Качество защиты зависит от равномерности распределения эмалевого покрытия и его прочности сцепления с поверхностью металла. Плохо подготовленная металлическая поверхность способствует нарушению защитных свойств эмалевого покрытия, что приводит к значительным коррозионным потерям металла.

Підготовка поверхні металу включає очищення від жирових і шламових забруднень, а також обробку фосфатсодержачим антикорозійним складом, що дозволяє не тільки здійснювати міжопераційну захисту, але і створювати підслою для більш міцного і рівномірного нанесення емалевого покриття.

Результати проведених досліджень по оцінці ефективності обезжирювання стали показали, що найкращою обезжирювальною здатністю володіють розчини, що містять, г/л: 60÷70 едкого натру, 50÷70 – тринатрійфосфату і рідкого скла відповідно. При цьому час обезжирювання становить від 60 до 70 хвилин.

З допомогою проведених розрахунків повного факторного експерименту отримано рівняння регресії, з якого випливає, що найбільше вплив на час обезжирювання здійснює спільне введення едкого натру і тринатрійфосфату.

Показано, що найкращими антикорозійними властивостями володіють фосфатсодержачі плівки, отримані з двохкомпонентних розчинів, що складаються з 10% розчину ТПФ Na з домішками по 2 % по масі бурі, мила і КМЦ.

При контролі якості нанесення захисного склопокриву було визначено, що покриття, отримані з розчинів, що містять 10 % ТПФNa + 2 % мила і 10 % ТПФNa + 2 % КМЦ не дозволяють отримати рівномірне і міцно зчеплене з поверхнею металу склопокриву.

Встановлено, що найкраще якість нанесення склопокриву забезпечує фосфатсодержача плівка, отримана з розчину складу 10 % ТПФNa + 2 % бурі.

МЕХАНІЧНА ОБРОБКА

ПІДСЕКЦІЯ ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТОВСТОСТІННИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ ТРУБ ІЗ КАПІЛЯРНИМ ВНУТРІШНІМ КАНАЛОМ ДЛЯ ТРУБОПРОВІДІВ ВИСОКОГО ТИСКУ

Білий Д. О., керівник проф. Стасовський Ю. М.

Національна металургійна академія України

Виготовлення прецизійних товстостінних труб (ТСТ) та особливотовстостінних труб (ОТСТ) із капілярним внутрішнім каналом із сталей, кольорових металів і сплавів на їхній основі проводять за різноманітними технологічними схемами (ТС) виходячи із реологічних властивостей матеріалу труб. На сьогодні найбільш поширеною є ТС, яка включає: «гарячу деформацію зливка (кування) → мехобробку (обточування, свердління, розточування і т. д.) → гарячу деформацію (пресування або прокатку) → холодну або теплу прокатку (на станах ХПТ) → волочіння (на оправці та без неї) → термообробку труб → обробку», за якою виготовляють ТСТ та ОТСТ обмеженого сортаменту для трубопроводів на тиск до 0,5 ГПа.

Сьогодні виготовлення необхідних для «установок високих енергій» ТСТ та ОТСТ з внутрішнім капілярним каналом (наприклад, розміром бхвн0,6 мм) для трубопроводів дуже високого тиску (до 2,5 ГПа) через відсутність відповідних технологій та обладнання поки що неможливо. Основні вимоги до таких труб - підвищені вимоги до їхньої якості і надійності, що гарантує стійку роботу системи, яка знаходиться під дуже високим тиском протягом тривалого часу.

Одним із резервів підвищення допустимого тиску в таких трубопроводах є підвищення міцністих характеристик матеріалу труби, шляхом застосування спеціальної зміцнюючої термообробки та розробки необхідної конструкції самої ТСТ. Це раціональний підхід, так як поряд з високою міцністю він дозволяє отримати достатню пластичність, стабільність розмірів і властивостей ТСТ протягом тривалого часу.

Багатофакторний аналіз показує, що цим вимогам на цей час відповідає прецизійний дисперсійно-твердіючий сплав з інтерметалідним зміцненням. На основі цього пропонується до промислової реалізації нова ресурсозберігаюча технологія, яка передбачає: «гарячу деформацію зливка (кування) → мехобробку → гарячу деформацію заготовки (прошивку і прокатку або пресування) → холодну/теплу деформацію монотруб (прокатку, волочіння на короткій оправці) → знежирення труб → зборка монотруб -заготовок (з'єднання одношарових труб в дво- або трьохшарові ТСТ) → деформування збірної ТСТ заготовки волочінням - відпал у безокислювальній атмосфері → обробка».

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ КАТАЮЧОГО ДІАМЕТРА ПРИ ПРОКАТЦІ РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ У КАЛІБРАХ ПРОСТОЇ ФОРМИ

Ланцман К. В., керівник ас. Ремез О. А.

Національна металургійна академія України

Відомо, що при прокатці металів з різним хімічним складом найчастіше складно або не можливо визначити параметр катаючого діаметра, який впливає на геометрію і продуктивність прокатки. Змінення середнього катаючого діаметра в залежності від змінення форми калібру вивчено ще порівняно слабо, причому різноманітні автори найчастіше дають вельми суперечливі вказівки. Методи визначення катаючого діаметра різноманітні і сформовані досить давно. У роботах сьогодення, принципові доповнення і зміни не наводяться. Різноманітність методів свідчить про відсутність єдиного підходу до визначення катаючого діаметра. Аналіз методів розрахунку заснованих на геометричних співвідношеннях, свідчить про те, що всі вони в недостатній мірі відображають фізичну сторону взаємодії штаби і валків, не враховують кінематику переміщення металу та інструменту.

Більш точне виявлення залежності величини катаючого діаметра від хімічного складу матеріалу, дозволить покращити розрахунок швидкісного режиму та енергосилових параметрів прокатки.

Проведений літературний огляд тільки підтвердив, відсутність конкретних та повних досліджень, щодо впливу різноманітних факторів на величину катаючого діаметра. Для вивчення даної задачі зроблено 3D моделювання, та проведене експериментальне дослідження прокатки різних матеріалів в калібрах простої форми, таких, як квадрат – овал та квадрат – ромб.

ВИРОБНИЦТВО ТРУБ З БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОЇ ЗАГОТОВКИ НА ТПА 30-102 ПАТ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ»

Юркова С. В., керівник доц. Дрожжа П. В.

Національна металургійна академія України

Розвиток процесів виплавки і безперервного розливання сталі дозволили все більш широко застосовувати безперервно литу заготовку для виробництва труб без попереднього обтиску і обточування.

Значні успіхи в кінці 70-тих років в області безперервної розливки сталі забезпечило отримання високоякісних трубних заготовок круглого перерізу і застосувати їх на ТПА з безперервним станом для отримання труб підвищеної якості по точності розмірів, стану зовнішньої та внутрішньої поверхні, механічним властивостям та структурі металу, маркам сталі.

Безперервно литу заготовку виготовляють в умовах ІНТЕРПАЙП – СТАЛЬ. Заготовка безперервнолита кругла для виробництва труб виробляється згідно ТУ У 27.1-05757883-212:2011. Заготовку виготовляють діаметром від 150 мм до 470 мм включно з вуглецевої і легованої сталі з хімічним складом у відповідності з утвердженим марочником сталей.

Результатами досліджень встановлено, що в поздовжньому напрямку максимальна величина осьової пористості досягала ширини 8 мм, розміри усадочної пори по довжині зразків різні, є ділянки поперечного перерізу зразків, де цей осьової дефект відсутній.

Встановлено, що мікроструктура основного перерізу металу заготовки виробництва ІНТЕРПАЙП-СТАЛЬ крупнокристалічна (визначити розмір зерна не є можливим, оскільки він у кілька разів перевищує максимально припустимий за ГОСТ 5639), феритно-перлітна у вигляді грубого конгломерату фаз, відманштетоподібного типу. Така структура є типовою для безперервнолитого металу, характеризується неоднорідною фазовою будовою, різнозернистістю.

Визначено, що причиною появи дефектів - дрібних полон металургійного походження - на зовнішній поверхні труб, є незадовільна якість зовнішньої поверхні трубної заготовки. Після фізичного видалення (обточування) зовнішнього шару металу заготовки, утворення дефектів при прокатці не відбувається.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПРЕСУВАННЯ БІМЕТАЛЕВИХ ШТАБ НА ОСНОВІ AL-MG

**Білецький В. В., керівник проф. Головка О. М.
Національна металургійна академія України**

Біметали і багатошарові метали, що складаються з двох або декількох шарів різних металів або сплавів, представляють особливий клас конструкційних матеріалів з широким комплексом експлуатаційних і технологічних характеристик. Сучасна техніка дозволяє випускати широкий сортамент біметалевих напівфабрикатів у вигляді листів, стрічок, труб, дроту, профілів і т.і. Отримують біметали багатьма способами, такими як: прокатка, протяжка, пресування, волочіння, зварювання, лиття, окунання у розплав, пайка. Процес пресування також різноманітний – пряме, кутове рівноканальне, багатоканальне.

Перспективний напрям – використання біметалевих композицій, в яких зовнішній шар виконано з алюмінієвого сплаву, котрий має добру корозійну стійкість й достатню високу міцність, а внутрішній з магнієвого сплаву. Це дозволить суттєво знизити масу таких прес-виробів порівняно з алюмінієм й підвищити їх корозійну стійкість порівняно з магнієвими сплавами.

На даний час отримали розвиток способи прямого пресування прутків і труб із біметалів на основі Al та Mg. Однак потребують подальшого розвитку технології виробництва біметалевих прямокутних штаб, зокрема із несиметричним розташуванням шарів.

Саме цьому питанню присвячена робота. Розроблено інструмент для пресування із прямим і бічним витіканням, коли шари заготовки розташовані коаксіально або

подача армуючого шару здійснюється перпендикулярно до напрямку руху прес-штемпеля.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОВНЕННЯ КАЛІБРУ МЕТАЛОМ ПРИ ПРОКАТЦІ НА ДОВГІЙ ОПРАВЦІ З МАЛИМИ ОБТИСНЕННЯМИ

Склярова О. Є., керівник доц. Панюшкін М. Є.

Національна металургійна академія України

Теоретичні основи заповнення калібру металом при прокатці на довгій оправці досліджені досить докладно, що дає можливість розраховувати технологічні та енергетичні параметри процесу, з метою отримання продукції, яка відповідає геометричним властивостям.

Процес безперервної оправочної прокатки суттєво відрізняється від інших процесів отримання безшовних труб необхідністю розділення труби та оправки на вихідній стороні прокатного стану. На теперішній час процес розділення труби та оправки може здійснюватися двома способами: в лінії безперервного оправочного стану за допомогою валкового стану-оправковилучувача чи після передачі труби з оправкою на окремий стан-оправковилучувач, як правило цепного типу. Для забезпечення надійного розділення труби та оправки необхідно налаштовувати безперервний оправочний стан таким чином, щоб після виходу металу з валків його останньої кліті між поверхнею оправки та внутрішньою поверхнею труби був створений зазор. Величина цього зазору залежить як від обтиснення по товщині стінки в передостанньої кліті безперервного оправочного стану, так і від обтиснення по діаметру в його останній кліті, при цьому слід мати на увазі що в останній кліті безперервного оправочного стану обтиск по товщині стінки на оправці не повинен відбуватись.

У даній роботі досліджується заповнення калібру металом передостанньої кліті безперервного стану, в якій обтиснення повинно бути таким, щоб з одного боку отримати необхідні геометричні параметри труб по товщині стінки на виході зі стану з мінімально можливою різнотовщинністю, а з другого – забезпечити заповнення калібру металом і отримати необхідний периметр поперечного перерізу труб. Саме забезпечення бажаного периметр поперечного перерізу труб після передостанньої кліті безперервного оправочного стану дозволяє відділити трубу від оправки та задати необхідні геометричні розміри труби в його останній кліті. Встановлення залежності між деформацією по товщині стінки, деформацією по діаметру та периметром поперечного перерізу труб на виході з передостанньої кліті безперервного оправочного стану дозволить зменшити витрати металу, кількість браку та підвищити продуктивність агрегату в цілому.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ КРІПЛЕННЯ АМОРТИЗАТОРІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПЕРАЦІЇ ВИСАДКИ

Корнєв О. О., керівник доц. Ашкелянєць А. В.

Національна металургійна академія України

Головним фактором забезпечення безпечного пересування залізничного транспорту є вдосконалення його складових частин. Одна з таких частин є деталь типу «валик» кріплення, який використовується при кріпленні гідравлічного гасителя коливань у вагонах.

В теперішній час деталь «валик» виробляють методом обточка, це призводить до зменшення коефіцієнту використання металу (КВМ), тривалого часу виготовлення однієї деталі. Найбільш небезпечний перетин даної деталі є перехід від шляпки до стержня. Виготовлення «валика» методом обточка призводить за собою порушення, а саме переріз границь зерен, та як наслідок деталь стає більш піддатлива руйнуванню.

За рахунок використання операції гарячої об'ємної висадки відбувається максимальне наближення форми поковки до заданої деталі, що призводить до збільшення КВМ, забезпечує підвищення механічних властивостей та структури даної деталі.

Для реалізації процесу гарячої висадки видавлюванням було спроектовано універсальний штамп. Наявність штамп та його легка експлуатація - загрузка заготовки та процес деформації дає змогу прискорити процес виготовлення деталі, та отримувати деталь наближену до кінцевих розмірів. Забезпечується зменшення відходів металу та підвищення якості отриманої деталі, що є важливою складовою при виробництві багатопартійних замовлень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМУ ДЕФОРМАЦІЇ НА ФОРМОЗМІНУ МЕТАЛУ ПРИ ПРОКАТЦІ БІМЕТАЛЕВИХ АЛЮМІНІЄВО-МАГНІЄВИХ ШТАБ

**Абрамова К. Ю., керівник проф. Головка О. М.
Національна металургійна академія України**

Запропоновано отримання тришарових композицій Al/Mg/Al для підвищення корозійної стійкості магнію. Також очікується підвищення жорсткості та міцності штаб. Метою роботи є дослідження формозміни штаби та міцності зчеплення шарів при гарячій прокатці пакетів-заготовок Al/Mg/Al, а також встановлення закономірностей зміни товщини шарів при гарячій прокатці цих пакетів-заготовок.

Використовувалися заготовки товщиною 6,0 та 3,0 мм зі співвідношенням товщини шарів 2,0/2,0/2,0 мм та 0,75/1,5/0,75 мм. Матеріал: сплав алюмінію AA6060 (система Al-Mg-Si) та сплав магнію – AZ31 (система Mg-Al-Zn). Експериментальні дослідження виконано на лабораторному стані 200 кафедри ОМТ НМетАУ. Розміри зразків в плані склали 25×150 мм. Прокатку здійснювали при температурі зразків 400 °С зі ступенями деформації 30% та 60%. Візуально оцінювалась наявність дефектів при прокатці. Встановлено закономірності зміни розширення та коефіцієнта витяжки при гарячій прокатці пакетів-заготовок Al/Mg/Al. Після прокатки з кожного пакету було відібрано проби для оцінки товщини шарів за допомогою оптичного мікроскопу. Міцність зчеплення шарів визначали методом нанесення сітки рисок та вигином зразків на заданий кут.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ ДЕФОРМАЦІЇ ТА ПИТОМИХ НАТЯГІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ ШТАБ

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

Режими деформації та натягів є найважливішими параметрами технології виробництва холоднокатаних штаб. Режим деформації визначає продуктивність стана, якість поверхні, точність та властивості готової продукції, завантаженість механічного та електричного обладнання, стійкість інструмента, стабільність процесу та стійкість штаби при холодній прокатці. Натяг надає великий вплив на силові та кінематичні параметри процесу.

Метою роботи є дослідження впливу режимів деформації та питомих натягів на енергетичну ефективність холодної прокатки. Дослідження виконувалися для безперервного стана холодної прокатки 1680 ВАТ «Запоріжсталь» за допомогою математичної моделі, яка була розроблена на кафедрі ОМТ НМетАУ. Отримано кількісні дані про вплив режиму деформації та натягу на енергосилові параметри холодної прокатки. Адекватність моделі перевірено шляхом прокатки штаб на лабораторному стані 200 кафедри ОМТ НМетАУ. Запропоновано режими деформації для зменшення витрат енергії в умовах безперервного стана холодної прокатки 1680 ВАТ «Запоріжсталь».

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМОЗМІНИ МЕТАЛУ У ПРОЦЕСІ ПРЕСУВАННЯ З БІЧНИМ ВИТІКАННЯМ

**Безуглий В. А., керівник доц. Ашкелянець А. В.
Національна металургійна академія України**

Майже всі основні методи пресування в достатній мірі вивчені та досліджені. Кутове пресування дуже схоже на бокове. Про бокове пресування дуже мало інформації, не повністю описано залежності бокового пресування, вплив швидкості, температури, тертя та інших факторів на якість виробу.

За допомогою бокового пресування можливо отримати поліпшену структуру металу, як і при кутовому пресуванні. Але кутове пресування є лише проміжною стадією для отримання прес – виробу, а боковим можливо водночас з поліпшенням структури отримати уже майже готову деталь за один прохід.

Також в планах дослідження чотирьохканального бокового пресування в спеціально розробленому для цього контейнері. Згідно з усім вище сказаним дана тема являється дуже актуальною для дослідження та вивчення, особливо актуально буде вивчення даного процесу при отриманні довгих кінців прес – виробу, який може використовуватись для виготовлення автомобільних та велосипедних коліс, і буде мати більш високі механічні властивості ніж колеса, які виготовляються за допомогою лиття або кування.

З'ЄДНАННЯ ПРОКАТКОЮ ШТАБОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ «АЛЮМІНІЙ – СТАЛЕВА СІТКА – АЛЮМІНІЙ»

**Коваленко В. Д., керівник проф. Фролов Я. В.
Національна металургійна академія України**

В даній роботі виконані експерименти направлені на виявлення технічних характеристик отриманої композиції.

Виконаний аналіз деформації шарів алюмінію та стоншення сталеві сітки. Проведення аналізу на твердість матеріали при використанні даної композиції у машинобудуванні та застосування її. Для отримання картини деформації осередків сітки проведено стравлення алюмінію. Також виконувався контроль якості з'єднання за допомогою світлової мікроскопії.

Після аналізу отриманих результатів, був зроблений висновок про доцільність використання методу з'єднання штабової композиції прокаткою для використання в промисловості.

Перехід до об'ємних задач обробки металів тиском (ОМТ) з урахуванням реальних механічних властивостей металу можливий тільки на основі використання сучасних чисельних методів аналізу.

В даній роботі аналіз напружено-деформованого стану досліджувався за допомогою математичного моделювання.

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛУ ПРИ ПРОКАТЦІ З ЛЕГОВАНИХ МАРОК СТАЛЕЙ НА СТАНАХ ХОЛОДНОЇ ПІЛЬГЕРНОЇ ПРОКАТКИ ТРУБ

**Ящишина Т. С., керівник доц. Бояркін В. В.
Національна металургійна академія України**

Теоретичні основи методу холодної пільгерної прокатки на станах ХПТ розроблені досить докладно, що дає можливість розраховувати технологічні та енергетичні параметри процесу, з метою отримання продукції, яка відповідає геометричним та механічним властивостям.

Розроблені на їх базі методики розрахунку технологічних параметрів не враховують напружено деформований стан металу (НДС) в зоні деформації, що веде в загальному випадку до погіршення механічних властивостей матеріалу готових труб. Використання математичного моделювання, у тому числі методу кінцевих елементів, дозволяє оцінювати НДС по всьому об'єму осередку деформації, визначити зони з максимальним та мінімальним значенням напружень, та на основі отриманих даних корегувати геометричні параметри калібрів при виробництві труб з легованих марок сталей.

В даній роботі показана можливість удосконалення калібровки інструменту на прикладі труби 30×16 мм зі сталі 12Х18Н10Т.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ КУВАННІ НА ЯКІСТЬ ПОКОВОК З ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

**Клемешов Є. С., керівник доц. Чухліб В. Л.
Національна металургійна академія України**

Одним з найрозповсюдженіших процесів вільного кування є протяжка. За допомогою цієї операції отримують поковки гладких валів. Кування вуглецевих сталей є доволі вивченим та дослідженим процесом, тому дослідження проведено на титанових сплавах, які мають іншу кристалічну структуру. Тобто на відміну від аустенітної структури - г.ц.к., досліджуваний титановий сплав ВТ-6 має змішану структуру о.ц.к та г.п., та має деякі відмінності при обробці тиском.

За основу досліджень взято реальний процес кування титанових поволок, і на основі вихідних даних процес кування змодельовано за допомогою програмного забезпечення. На основі аналізу отриманих даних буде визначено основні залежності напружено-деформованого стану від обраних схем кантування та ступенів деформації.

Актуальність цієї роботи в науковому плані полягає у розширенні пізнань в області поведінки титанових сплавів при вільному куванні, а у технологічному плані це дослідження дозволить визначити оптимальні схеми кантування для отримання найбільш сприятливих умов при куванні, та поліпшити механічні властивості.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПРИ ТЕРМІЧНІЙ
ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ ГІДРОРОЗПОДІЛЮВАЧА ЗІ СТАЛІ 40X13**

**Москалець О.О., керівник проф. Дейнеко Л.М.
Національна металургійна академія України**

Деталі гідророзподілювача виконані зі сталі 40X13, працюють в умовах тертя, в результаті чого спостерігається їхній підвищений знос, тому вони повинні бути зносостійкими. До деталей пред'являються також певні вимоги щодо корозійної стійкості, міцності і твердості.

При необхідності зберегти високу твердість, міцність і корозійну стійкість сталей типу X13, то проводять низький (до 400 °C) відпуск для зняття гартувальних напружень. Проводити відпуск в інтервалі температур 400 – 600 °C не рекомендується тому – що різко знижується ударна в'язкість і корозійна стійкість так – як це зона інтенсивного утворення карбідів типу $Me_{23}C_6$.

При відпуску нижче 400 і вище 600 °C інтеркристалітна корозія не виявляється, так – як карбіди хрому нижче 400 °C не виділяються, а при температурі 600 °C хром дифундує з достатньою швидкістю, щоб не дозволити збіднення границь зерен при можливому виділенні хромових карбідів. Відомо також що зі зменшенням величини зерна знижується схильність хромових сталей до міжкристалічної корозії.

Збільшення швидкості нагріву як при гартуванні так і при відпуску призводить до формування мілкодисперсної структури та дозволяє отримати значний вигравш у міцності та корозійній стійкості.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ
ОБСАДНЫХ ТРУБ**

**Болдырева А.А., руководитель доц. Чмелёва В. С.
Національна металургійна академія України**

Обобщая опыт отечественного и зарубежного производства термически упрочнённых труб нефтяного сортамента и проводимые научные исследования в данной области по известной нам литературе, можно прийти к следующим выводам:

1. Исследование закономерности структурообразования в широком диапазоне скоростей охлаждения и температур превращения проведено не для всех, даже широко используемых трубных сталей.
2. В практике термической обработки труб недостаточно используются новые возможности интенсификации охлаждения, даже при наиболее распространённом способе термоупрочнения – закалке с отпуском, не только с точки зрения экономии энергоносителей, а и с точки зрения получения более устойчивого и более высокого комплекса свойств.
3. Разработке режимов и технологии термического упрочнения с использованием прерванного ускоренного охлаждения посвящены лишь единичные исследования.
4. В отечественной практике термического упрочнения труб используется ограниченное число разновидностей спрейеров, как правило, струйного типа.

Исследована кинетика распада переохлажденного аустенита стали 32Г2, применяемой для изготовления высокопрочных обсадных труб, при непрерывном превращении. Для получения более устойчивого и более высокого комплекса свойств предложена конструкция форсуночных спрейеров, обеспечивающих интенсификацию и равномерность охлаждения, а также экономию энергоносителей. Результаты

испытаний опытной партии обсадных труб показали, что трубы соответствуют группе прочности «Л» ГОСТ632-80: $\sigma_{0,2} \geq 657$ МПа и свойства более устойчивы и однородны ($\sigma_{0,2} = 723-740$) МПа при охлаждении форсуночными спреями по сравнению со струйными спреями ($\sigma_{0,2} = 652-690$ МПа).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯМ ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЮ КОЛІСНОЇ СТАЛІ

**Поздєєва В.А., керівник доцент Ключник Ю.О.
Національна металургійна академія України**

Закономірності структуроутворення сталі, призначеної для виготовлення залізничних коліс, при різних швидкостях охолодження в процесі їх термічної обробки дають змогу визначити інтервали формування та кількісні характеристики структурних станів: 4,0-6,5 °C/c – перліт з доевтектоїдним феритом (до 3 %); 6,5-17,0 °C/c – перліт і бейніт (10-14 %); 17,0-24,0 °C/c – бейніт і мартенсит (до 42 %). Це дозволяє обрати оптимальні швидкості охолодження залізничних коліс при термічній обробці, що забезпечують високий рівень їх зносостійкості і контактної міцності.

За результатами проведених досліджень встановлено, що підвищення міцносних властивостей за рахунок термічної обробки та зміни хімічного складу сталі призводить до підвищення зносостійкості і контактної міцності колісної сталі. Формування в сталі цементиту пластинчастої форми є кращим з точки зору зниження зносу, ніж глобулярної. Подрібнення дійсного зерна сталі з 0,60-0,68 % С за рахунок мікролегування ванадієм у кількості 0,08-0,15% позитивно позначається на зв'язках характеристиках її. Найбільша зносостійкість і контактна міцність спостерігається при формуванні структурного стану високодисперсного перліту (середня міжпластинчаста відстань 0,141-0,193 мкм) і невеликої (10-14%) кількості бейніту, з твердістю 325-350 НВ. Отримання зазначеного структурного стану в залізничних колесах дозволяє забезпечувати їм максимальний термін експлуатації.

АНАЛІЗ МІКРОСТРУКТУРИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ НАФТОГАЗОПРОВІДНИХ ТРУБ

**Поздєєва В.А., керівник ас. Кімстач Т.В.
Національна металургійна академія України**

Актуальним завданням на сьогоднішній день є необхідність отримання зварних з'єднань з необхідними механічними властивостями. Це стає можливим при отриманні певної мікроструктури зварного шва, що залежить від різних параметрів термічного циклу зварювання. З аналізу літературних джерел відомо про наявність низки проблем, що відносяться до властивостей зварних з'єднань: зниження в'язкості і зниження міцності ділянок зони термічного впливу (ЗТВ) в результаті формування несприятливих структур.

Для підвищення властивостей ЗТВ, при виборі марки сталі, має враховуватися: зменшення вмісту вуглецю, комплексне мікролегування карбідо- і нітридоутворюючими елементами. Оптимальна структура ЗТВ високоміцної низьколегованої сталі повинна мати: малий розмір зерна; перехід від ферито-перлітної до ферито-бейнітної і повністю бейнітної структури.

На підставі проведених металографічних досліджень і виміру мікротвердості виявлених ділянок ЗТВ встановлено, що при зварюванні труб діаметром 1220 мм і товщиною стінки 28 мм зі сталі 05Г2МФБ (категорії міцності Х80) з погонної енергією 45 кДж/см спостерігається порівняно рівномірний розподіл твердості ЗТВ відповідно і властивостей, без істотного її зниження на ділянці повної перекристалізації, що є

вирішенням ряду проблем: зниження в'язкості і зниження твердості в ЗТВ, що у свою чергу забезпечить надійну працездатність зварного з'єднання.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ І ВЛАСТИВОСТЕЙ БРОНЕ ПЛАСТИН З ЛИСТОВИХ СТАЛЕЙ 60С2А ТА 65Г ПІСЛЯ ЗМІЦНЮЮЧИХ ОБРОБОК

Сіденко В.Г., Самофалова А.О., керівник проф. Дейнеко Л.М.

Національна металургійна академія України

Броня - засіб захисту людей, військової техніки, озброєння і оборонних споруд від впливу снарядів, куль і вражаючих факторів ядерного вибуху.

Одним з компонентів броні, що йде на військові цілі є високоміцна сталь. Стійкість броні досягається шляхом легування, тобто введення до складу сталей спеціальних присадок (кремнію, марганцю, хрому, нікелю, молібдену і ін.) і відповідної термічної обробки. Найважливішими параметрами броньованої сталі є міцність, в'язкість, пластичні властивості сталі, що знаходяться в постійному протиріччі, а саме - підвищення твердості і межі міцності сталі призводить до зниження її в'язкості та пластичності і навпаки.

У кваліфікаційних роботах розглянуті сталі 65Г та 60С2А для виготовлення елементів легкої броні. Стандартної термообробкою для виробів з цих сталей є гарт при нагріванні вище температури $A_{c3} + 30-50^{\circ}\text{C}$ в масло, з подальшим відпуском. Запропоновано для поліпшення властивостей гартування в масло та багатократний відпуск. Також пропонуємо використовувати ВТМО, ТЦО та їхнє поєднання з багатократним відпуском. Застосування запропонованих параметрів технології дозволяє: подрібнити аустенітну структуру (відповідно мартенсит після гарту), збільшити кількість частин другої фази (цементит), при зменшенні розміру цих карбідів та рівномірно розподілити їх по об'єму метала. Лабораторні дослідження довели поліпшення механічних та фізичних властивостей цих сталей після запропонованих термічних обробок.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОГО ПОВЫШЕНИЯ ОБРАЗИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЧАШ И КОНУСОВ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ НА «ПАТ ДНЕПРОТЯЖМАШ»

Рубцов П.Э., руководитель доц. Перчун Г.И.

Национальная металлургическая академия Украины

Засыпной аппарат предназначен для приёма шихты из распределительного устройства доменной печи. Засыпной аппарат состоит из конуса и чаши, которые предназначены для равномерного распределения и шлюзования шихтовых материалов, а также газоплотнения колошника доменной печи. Конус и чаша подвергаются значительному образивному воздействию со стороны шихтовых материалов, поэтому для уменьшения износа контактных поверхностей производится наплавка износостойкого покрытия самозащитной порошковой лентой.

В существующей технологии наплавки защитного покрытия на поверхность конуса и чаши используют порошковую наплавочную ленту марки ПЛАН-101 (твёрдость покрытия 50–56 HRC). Предлагается использовать порошковую ленту марки ПЛАН-Т180 (твёрдость покрытия 58–62 HRC) с целью уменьшения толщины наплавочного слоя на участках:

- защиты в месте ссыпания шихты ($L=200\text{мм}$) – с 8 мм до 4 мм;
- поверхности защиты – с 10 мм до 9 мм;
- боя шихты – с 18 мм до 14 мм.

Применение новой марки порошковой ленты позволит не только уменьшить толщину наплавочного слоя, но и улучшить качество сцепления наплавочного слоя с поверхностью изделия. Кроме того, появляется возможность исключения одной технологической операции промежуточного отпуска для снятия наплавочных напряжений, что позволит значительно снизить энергоёмкость и себестоимость производства изделия.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ПРУЖИН

**Постолюк Ю.О., керівник ас. Кімстач Т.В.
Національна металургійна академія України**

Основною робочою характеристикою пружин є: жорсткість, тобто здатність деформуватися на певну величину при заданих навантаженнях, постійністю робочих характеристик і розмірів, тобто не розтягуватися і не просідати після зняття навантаження.

Для отримання високого комплексу механічних властивостей (твердості, пластичності й в'язкості), а також для підвищення надійності пружини піддають термічній обробці. В якості термічної обробки пружин в основному використовують гартування при нагріванні вище температури $A_{c3} + 30...50^{\circ}C$ в маслі, з подальшим середнім відпуском.

Зараз для нагріву під гартування пружин застосовують камерні печі періодичної дії, або електродні соляні ванни. Для забезпечення підвищення потрібних властивостей пружин доцільно використовувати вакуумну термічну обробку, що створює відповідну технічним вимогам мікроструктуру і забезпечує високу зносостійкість, а також підвищує експлуатаційну стійкість пружинних елементів.

Перехід на вакуумну термічну обробку – один з сучасних і перспективних напрямків в удосконаленні технології термічної обробки, підвищенні якості і надійності виробів. Вакуумна термічна обробка забезпечує збереження чистої, світлої і незабрудненої поверхні деталей, яка до того ж не є зневуглецьованою.

Розробка технології обробки пружин у вакуумній печі вигідна з погляду технологічності процесу термічної обробки, охорони праці, техніки безпеки охорони навколишнього середовища і дозволяє значно знизити собівартість процесу термічної обробки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІСЦЕВОГО НАГРІВУ ПРИ ПРИВАРЦІ І ВИДАЛЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО УПОРУ НА БЛЗ НА СТРУКТУРУ КОЛЕСО- БАНДАЖНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Лунін М.О., керівник ст. викл. Кононенко Г.А.
Національна металургійна академія України**

Перед порізкою мартенівського злитка на колісні заготовки на злиткорозрізному верстаті для запобігання прокручування на донну частину приварювали технологічний упор - платік, який потім видаляється за допомогою газового різачка. У зв'язку з переходом виробництва залізничних коліс на БЛЗ виникла необхідність у встановленні впливу термічної дії при установці і подальшому видаленні платіку на якість металу колесо-бандажної продукції.

В результаті приварювання і видалення платіка відбувається деяка зміна геометрії БЛЗ та утворюються структури гартування, відбувається зростання зерна. За наявними структурними ознаками цей дефект структури можна класифікувати як перегрів. Глибина шару, перегрітого вище критичних температур, ставить близько

2 мм, глибина шару, що має структурні особливості, пов'язані з термічним впливом, ставити близько 60 мм. У гарячекатаний колесах структура в місці нагрівання відрізняється збільшеною кількістю доєвтектоїдного фериту і зміненою морфологією перліту. Загальна глибина шару, що має структурні відмінності, ставить близько 2 мм. У готовому колесі після термічної обробки формується рівномірна дрібнозерниста структура з пластинчастого перлітом, яка має несуттєві відмінності від металу, що не підлягав розігріву. Механічні властивості коліс, виготовлених із заготовок, підданих місцевому термічному впливу при установці і видаленні технологічного упору, відповідають вимогам ГОСТ 10791-2011.

ВПЛИВ СТРУКТУРНОГО СТАНУ ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ І КОНТАКТНУ ВТОМУ ВУГЛЕЦЕВИХ ТА НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

**Філіпов А.О., керівник доц. Бабаченко О.І.
Національна металургійна академія України**

У зв'язку із зростанням швидкостей руху і збільшенням осьових навантажень пасажирських і вантажних залізничних складів, особливої актуальності набуває проблема підвищення стійкості коліс до утворення на поверхні кочення дефектів експлуатаційного походження, важливим з яких є знос. Значна частина відмов цих виробів відбувається не в результаті руйнування, а внаслідок зносу поверхонь, що труться.

У роботі досліджено закономірності зміни зносостійкості і контактної втоми низьколегованої і вуглецевих сталей в залежності від їх структурного стану, обумовленого хімічним складом і режимами термічної обробки цих сталей.

Встановлено, що при одному і тому ж рівні міцності (твердості) конструкційні сталі в залежності від структурного стану можуть мати різну зносостійкість. Встановлено, що для вуглецевих сталей (C = 0,48% - 0,64%) при однаковому рівні твердості структурі з пластинчастою формою фази карбїду відповідає більша зносостійкість, в порівнянні зі структурою з глобулярною формою карбїдів.

Збільшення вмісту вуглецю в сталі в межах 0,48...0,64%, підвищуючи характеристики міцності, позитивно впливає, як на зносостійкість, так і на контактну витривалість. Однак, при підвищенні міцності виробів з вуглецевих сталей необхідно віддавати перевагу їх термічній обробці перед підвищенням вуглецю в сталі.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ТОНКУ СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ МАРТЕНСИТНО-СТАРІЮЧОЇ СТАЛІ Н10Х10К2МТ2Ю

**Лисенко Д.М., керівник – ст. викл. Зайцева Т.О.
Національна металургійна академія України**

Об'єктом дослідження була обрана експериментальна марка мартенситно-старіючої сталі Н10Х10К2МТ2Ю, яка належить до конструкційних сталей спеціального призначення (нержавіюча сталь). Хімічний склад сталі наведений в таблиці.

Вміст легуючих елементів, % (мас.)										
C	Mn	Si	Ni	Cr	Co	Mo	Ti	Al	S	P
0,03	0,1	0,10	9,5–10,5	9,5–10,5	1,5–2,2	0,75	1,9–2,1	0,92	0,01	0,01

Термічну обробку проводили за таким режимом: гартування (1200 °С, 20 хвил., масло); обробка холодом (рідкий азот, – 73 °С); старіння (400...600 °С, дві години).

Про процеси, що відбуваються під час старіння досліджуваної сталі, судили за зміною тонкої структури, параметра кристалічної ґратки та щільності дислокацій. Зйомку зразків проводили на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-2,0 у випромінюванні залізного аноду. Вимірювали також твердість зразків (ТК-2М, алмазний конус, загальне навантаження 150 кгс).

Сталь Н10Х10К2МТ2Ю належить до складнолегованих сплавів, в яких можливо виділення двох або більшої кількості зміцнювальних фаз. В їх утворенні може приймати участь будь-який з елементів, присутніх у сталі.

У метастабільному загартованому стані параметр ґратки твердого розчину (a) сталі Н10Х10К2МТ2Ю дорівнює $2,8804 \cdot 10^{-10}$ м. Старіння в інтервалі температур 400...500 °С приводить до інтенсивного зменшення значень a (від $2,8795 \cdot 10^{-10}$ до $2,8755 \cdot 10^{-10}$ м), що свідчить про виділення з пересиченого твердого розчину дисперсних зміцнювальних фаз різного складу (Ni_3Mo , Fe_2Mo та ін.). При підвищенні температури відпуску до 600 °С параметр ґратки мартенситу заміщення зростає до $2,8778 \cdot 10^{-10}$ м. Такий характер зміни a пов'язаний з появою γ -фази (початком зворотного $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення) і розчиненням деяких інтерметалідів, що виділилися в пересиченому розчині з ОЦК ґраткою.

Утворення сегрегацій домішкових атомів, когерентно пов'язаних з матрицею, створює значні мікронапруження в кристалічній ґратці сталі Н10Х10К2МТ2Ю. Відпуск пересиченого твердого розчину в інтервалі температур 400...500 °С супроводжується збільшенням мікронапружень від $1,09 \cdot 10^{-3}$ до $1,39 \cdot 10^{-3}$. Різде зниження їх величини до значення $1,05 \cdot 10^{-3}$ спостерігається після старіння при температурі 550 °С.

У повній відповідності до зміни мікронапружень знаходиться залежність щільності дислокацій – її максимальне значення ($2,60 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$) відповідає температурі старіння 500 °С. При цій самій температурі зафіксовано також максимальне значення твердості сталі – 55 HRC.

Результати проведених досліджень дозволяють говорити про те, що високі міцнісні властивості експериментальної марки сталі Н10Х10К2МТ2Ю можуть бути забезпечені таким режимом термічної обробки: гартування (1200 °С, 20 хвил., масло) + обробка холодом (рідкий азот, – 73 °С) + старіння (500 °С, дві години). Остаточо визначити оптимальні параметри термічної обробки можна лише після комплексного дослідження сталі Н10Х10К2МТ2Ю з використанням інших, не залежних один від одного, методів (механічних випробувань, електронної мікроскопії, диференціально-термічного аналізу та ін.).

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУР ПРОЦЕСІВ СВС, ТА ДЕФОРМАЦІЇ ЗІ ЗМІЦНЮЮЧОЮ КЕРАМІЧНОЮ ФАЗОЮ ДЛЯ ВИГОТОВ-ЛЕННЯ БУЛЬДОЗЕРНИХ РАМ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

**Свиноренко О.С., керівник асистент Ушаков Ю.М.
Національна металургійна академія України**

Обладнання для самообкопування, як правило, має два положення - робоче і похідне. Обладнання для самообкопування - вбудоване або навісне бульдозерне обладнання танка (або іншої бойової машини), призначене для землерийних робіт з підготовки вогневих позицій (наприклад, «танк в окопі»), уривку окопів та інших укриттів.

Розробка високоякісних полікомпонентних СВС-матеріалов вимагає нових, специфічних, методологічних підходів дослідження. Специфіка полягає як в

особливостях СВС-технологій, так і в з'єднанні в єдине ціле абсолютно різнорідних фаз - металевої матриці і неметалічної зміцнюючої фази. Тому методи структурного аналізу мають бути симбіозом з класичної металографії і класичної петрографії.

Математична і статистична обробка результатів досліджень, моделювання і планування експериментів проводилися на ЕОМ типа Ebm "Pentium" і "Commander" за допомогою стандартних програмних пакетів і авторських розробок.

Розглядаючи процеси руйнування і деструктуруючої деформації СВС-компакт-композитів, необхідно відзначити їх лінійну залежність від морфології структурних інгредієнтів, що сформувалися. Це їх головна відзнака від сталей, сплавів, "стандартних" композитів і порошкових матеріалів, структурних генезис яких зазнає значні зміни під дією наведеної пластичної або кристалізаційної деформації, і, як наслідок, є не головним, а лише одним з превалюючих чинників, визначальне зародження і зростання тріщин.

На підставі вищевикладеного можна зробити висновок про те, що при структуроутворенні в мультіфазних СВС-композитах пластична деформація ініціює всіх можливих типів структурних перетворень, відомих в метастабільних системах.:

- поліморфні переходи (у тому числі і деформаційного типу);
- стимуляцію структурних перетворень (як твердо-, так і жидкофазних);
- накопичення дефектів (дислокації, двійники, дефекти упаковки);
- деформаційно-структурні перебудови (пластична фрагментація зерен, фасетирование і розщеплювання кордонів, межзеренне прослизання).

Всі ці процеси дозволяють сформувати в композиті метастабільну структуру із значним накопиченим енергетичним потенціалом і запасом конструктивної міцності.

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКОВОК СПЕЦПРИЗНАЧЕННЯ ЗІ СТАЛІ 4Х5МФ1С.

**Лисейко А.В., Берелет Д.Ю. керівник асистент Ушаков Ю.М.
Національна металургійна академія України**

Характерною особливістю сталі 4Х5МФ1С є комплексне легування і схильність до дисперсионному твердінню. Високий рівень легування сприятливо впливає на міцність, прокаливаемость, теплостійкість сталі і дає можливість використовувати її для інструментів, розігривається в процесі роботи до 600°C. Дисперсійне твердіння забезпечує гарні ріжучі властивості інструменту.

Після виплавки сталь була піддана гарячій пластичній деформації (куванні). Початок кування за 1160°C, кінець - при 850°C. Охолодження після кування уповільнене. В якості попередньої термічної обробки використовувався отжиг, призначений для подрібнення зерна та отримання низької твердості. Температура відпалу складала 850°C. У стані поставки сталь мала структуру зернистого перліту.

Далі з поковки діаметром 250 мм були вирізані зразки розміром 10 × 10 × 55 мм і піддані остаточній термічній обробці в цехових умовах. Зразки з маркувальними номерами 1, 12, 24, 42, 59 були загартовані в камерній печі на температури 950, 1 000, 1 050, 1 070 і 1 100°C. Охолодження вироблялося в олії. Зразки з номерами 2, 30, 31, 34, 35, 69, 70, 89, 91, 92 загартовані з температури 1070°C і піддані відпуску з різними температурними режимами. Крім того на зразки 30, 89, 91 були нанесені покриття з нітриду і оксинитрида титану.

Дослідження показали, що зі збільшенням температури загартування збільшується твердість, так як аустеніт (мартенсит після охолодження) стає більш легованим за рахунок розчинення карбідів при нагріванні.

Проведені випробування дозволили виявити оптимальні режими гартування та відпуску, які забезпечують не тільки отримання заданих властивостей інструменту, але і дають певний економічний ефект за рахунок зниження виробничих витрат.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АРМУВАННЯ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ ДЛЯ ПІДКРАНОВИХ РЕЙОК ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ

**Шевіньонова В.Д., керівник проф. Хохлова Т.С.
Національна металургійна академія України**

Армування - метод підвищення конструктивної міцності. За допомогою армування сталь –має високу міцність та зносостійкість, яка і потрібна для підкранових рейок. Саме для підкранових рейок найкращу зносостійкість забезпечує отримання однорідної структури тонко пластинчатого сорбіту у робочому шарі, яку ми отримуємо за допомогою армування. Армований метал промислового виробництва при статичному навантаженні поводитьяся як звичайний монолітною, а в умовах ударного навантаження - як багаточаровий, здатний протистояти і крихким, і в'язким лавиноподібним руйнувань.

Проведені дослідження з розробці конструкції армованого вкладиша. Було встановлено, що найбільш технологічною та економічною є конструкція гратчастого вкладиша з армованими елементами круглого січення. Така конструкція вкладиша забезпечує найкращу зварюваність, дозволяє усунути необхідність спеціальної механічної обробки при виготовленні армованих елементів та використовувати готові прутки.

Аналіз мікроструктури показав, що структура матричної сталі К63 – ферито-перлитна з грубою феритною сіткою, структура армованої сталі 6ХС представлена тонкопластинчатим сорбітом, у перехідній зоні з розірваною феритною сіткою. Обидві сталі мають близький інтервал перлітного перетворення, що дозволяє звести до мінімуму внутрішню напругу при охолодженні.

Проведений аналіз показав що, армовані зразки із сталі К63 та 6ХС можуть використовуватися для підкранових рейок важконавантажених ділянок машинобудівних підприємств. Підтверджено, що армування дозволяє підвищити твердість підкранових рейок приблизно у 1,5 рази.

ПІДСЕКЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА РЕЙОК З БЛЗ

**Співакова Т.С., керівник ас. Білан К.С.
Національна металургійна академія України**

Актуальність даної роботи полягає в необхідності удосконалення сучасних технологій виробництва одного з найважливіших видів металопродукції – залізничних рейок та підвищення їх якості.

Стратегія розвитку залізничного транспорту України вимагає покращення якості та підвищення рівня механічних властивостей рейок як основного елемента залізничного шляху. Для підвищення якості і рівня експлуатаційних характеристик рейок необхідно освоєння на металургійних заводах-виробниках рейок нових металургійних технологій та обладнання. Зокрема, освоєння нових технологій виробництва рейок, що забезпечують підвищену ступінь чистоти по домішкам і неметалевим включенням, а також вдосконалення технології прокатки.

Отже, застосування нових технологій в поєднанні з неперервнолитою заготовкою дозволить розширити технологічні можливості рейкобалкових станів та підвищити їх конкурентноздатність.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЦЕСУ ПРОКАТКИ НА НЕРУХОМІЙ
ОПРАВЦІ, ЩО ЗМІЩЕНА ВЗДОВЖ ВІСІ ПРОКАТКИ В РЕДУКЦІЙНОМУ
СТАНІ ТПА5-12 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЦТВА**
Серпіченко С.В., керівник проф. Балакін В. Ф.
Національна металургійна академія України

Актуальність даної роботи полягає в необхідності удосконалення сучасних технологій виробництва одного з найважливіших видів металопродукції – безшовних труб та підвищення їх якості.

Таким чином досить актуальним є дослідження і удосконалення процесу пілігримової прокатки труб, а саме заміна калібрувального стану редукційним станом та встановлення у першу кліть конічної оправки, а у другу кліть – циліндричної. Це вдосконалення надає низку переваг:

- дозволяє прокатувати більш товстостінні труби на пілігримовому стані, що дає значну економію природного газу на нагрів труб перед калібруванням;
- в значній мірі підвищує точність розмірів по діаметру то товщині стінки;
- розширення сортаменту вироблених труб (в першу чергу труб нафтогазового сортаменту).

Отже, застосування нових технологій обробки труб після пілігримової прокатки дозволить розширити технологічні можливості пілігримових станів та підвищити їх конкурентноздатність.

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЛОСКОГО
ПРОКАТУ З БЕЗПЕРЕРВНОЛИТИХ СЛЯБІВ**
Сергєєв А.О., керівник доц. Алпасєв Н.Є.
Національна металургійна академія України

В роботі на підставі аналізу літературних даних проаналізовані способи виробництва смугового прокату, а також технологічні схеми ливарно-прокатних модулів. Розглянуті схеми розташування основного устаткування та сортамент продукції, виконаний аналіз технології виробництва смугового прокату в ливарно-прокатних модулях на підприємстві «ОМК-Сталь».

В роботі виконані розрахунки робочих та опорних валків чистової кліті кварто з використанням комп'ютерних технологій. Також виконано електронні креслення кліті кварто, робочих і опорних валків чотирьохвалкового стану з використанням програми AutoCAD, а також 3D модель ЛПМ.

Розглянуті можливі напрямки вдосконалення технології виробництва виробництва смугового прокату на ливарно-прокатному комплексі у складі електросталеплавильного і прокатного цехів. Запропоновано рекомендації, які дозволять знизити витрати на виробництво, прискорити час виконання виробничих операцій.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ТРУБ ПЕРІОДИЧНОЮ ПРОКАТКОЮ

**Байримов А.О., керівник проф. Балакін В. Ф.
Національна металургійна академія України**

Актуальність даної роботи полягає в необхідності удосконалення сучасних технологій виробництва безшовних труб, покращення механічних властивостей готових виробів.

В наш час, з розвитком технологій та інфраструктури, стає нагальною проблема здешевлення виробів з металу, одночасно з підвищенням їх експлуатаційних характеристик. Одним з найактуальніших методів покращення властивостей труб є застосування інтенсивної пластичної деформації при їх виготовленні. В результаті такого впливу покращується структура металу, збільшується міцність та корозійна стійкість, що дозволяє при менших затратах на матеріалі отримувати більш якісну продукцію.

Отже, застосування інтенсивної пластичної деформації дозволить здешевити безшовні труби, при одночасному підвищенні їх міцності та корозійної стійкості, та розширити області їх застосування.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ТОВСТОГО ГАРЯЧЕКАТАНОГО ЛИСТА

**Басик А.А., керівник доц. Алпаєв Н.Є.
Національна металургійна академія України**

В роботі розглянуто технологічні основи роботи товстолистових станів. В роботі виконана оцінка характеристик гарячекатаної сталі та аналіз станів для її виробництва. Проведений аналіз станів для прокатки товстолистової сталі, які в сучасних умовах використовуються в Україні та за кордоном. Наведений аналіз ринкових умов в секторі листового прокату.

На підставі даних проекту УКРДІПРОМЕЗу розглянуті загальні технічні рішення по товстолистовому стану-5000, представлена схема розташування основного устаткування.

Проаналізовані технологічні пропозиції на підставі технічної літератури, запропоновані ефективні сучасні технічні рішення по товстолистовому стану. За допомогою середовища MS Excel розроблено програмне забезпечення та виконані технологічні розрахунки, виконані креслення в програмі Inventor.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ТРУБ ХОЛОДНОЮ ПІЛЬГЕРНОЮ ПРОКАТКОЮ

**Попов С.О. керівник ст. викл. Николаенко Ю.М.
Національна металургійна академія України**

В сортаменті сталевих труб, що випускаються промисловістю, особливе місце займають холоднодеформовані труби. Це обумовлено підвищеними вимогами, які пред'являються до їх якості і точності геометричних розмірів, і складності технологічного процесу.

В роботі, на підставі проведеного літературного аналізу, визначено перспективи розвитку станів холодної прокатки труб в Україні та за кордоном. Розглянуто технологічну схему виробництва труб холодною прокаткою і створено проект на основі проаналізованої схеми. Розглянуті та проаналізовані методи калібрування робочого

інструменту (методика Я.О. Осади, методика Ю.Ф. Шевакіна, методика НТЗ та методика Mannesmann Demag).

На основі методик була розроблена програма розрахунку змінення товщини стінки прокатки за допомогою програмного середовища MS Excel.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОКАТКИ НА ТПА 5-12 З ЗБІЛЬШЕНОЮ СТІНКОЮ В ПЛІГЕРНОМУ СТАНІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЦТВА

**Степанченко О.М., керівник проф. Балакін В. Ф.
Національна металургійна академія України**

Актуальність даної роботи полягає в необхідності удосконалення сучасної технології виробництва одного з найважливіших видів металопродукції – безшовних труб та підвищення їх якості.

Таким чином, досить актуальним є дослідження та удосконалення існуючої технології виробництва труб на ТПА 5-12 з метою підвищення якості та продуктивності безшовних труб. Основною зміною в існуючій технології виробництва труб на ТПА 5-12 являється пряма прошивка заготовки в стані елонгаторі, що дає значну економію природного газу на нагрів заготовки.

Сучасні умови експлуатації гарячекатаних труб потребують підвищення їх якості, точності розмірів по діаметру та товщині стінки, розширення сортаменту (в першу чергу труби нафтогазового сортаменту).

Отже, застосування нової технології прокатки на ТПА 5-12 дозволить підвищити показники виробництва труб.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТРУБ НА ТПА З АВТОМАТ СТАНОМ

**Долгов В.Д., керівник ас. Білан К.С.
Національна металургійна академія України**

Одним з найбільш поширених способів розкочування гільз, отриманих на прошивному стані, є поздовжня прокатка на автоматичному стані. Діапазон розмірів труб, виготовлених цим способом досить широкий і охоплює основні розміри безшовних гарячекатаних труб. Труби прокочуються із сталей різних марок в тому числі легованих і високолегованих - нержавіючих та інших.

Стани типу «тандем» були створені в прагненні істотно підвищити продуктивність автоматичних станів за рахунок розділення двох проходів чорнової труби в автоматичному стані на окремі операції поздовжньої прокатки на короткій оправці в двох послідовно розташованих дуо-клітях. Але не дивлячись на деяке збільшення продуктивності установки, істотно збузився сортамент, як і за типами розмірів, так і за марками сталі.

В роботі розглянуті способи підвищення продуктивності і розширення сортаменту на установках з автоматичними станами типу «тандем».

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТРУБ З ЗАСТОСУВАННЯМ ПРОЦЕСІВ ВОЛОЧІННЯ

**Грушева К.Ю. керівник ст. викл. Николаенко Ю.М.
Національна металургійна академія України**

В роботі зібрані та проаналізовані матеріали технічної літератури, що стосуються сучасного стану устаткування та технології виробництва труб із застосуванням процесів волочіння. Наведені основні технологічні схеми виробництва холоднотягнутих труб з різних матеріалів.

На основі комплексного аналізу визначено параметри, що характеризують ефективність технологічних рішень та шляхи оптимізації параметрів ефективності технології отримання готової труби (режими деформації, кількість деформаційних переділів).

Технологічні розрахунки виконані за допомогою програмного середовища MS Access. На підставі проведених розрахунків розроблена 3-D модель устаткування за допомогою програми Autodesk Inventor.

АНАЛІЗ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ТА ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ І ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОСТІ УМОВ ПРОШИВКИ ЗАГОТОВКИ У ТПА 30-102

**Мазоха Т.Ю., керівник доц. Соловйова І.А.
Національна металургійна академія України**

Технологічний процес трубопрокатного агрегату включає ряд відомих операцій по підготовці заготовки, її нагріванню, обробці на прокатних станах.

Протягом ряду років технологічний процес удосконалювався - змінювалися режими нагрівання заготовки, розроблялися нові калібровки інструмента станів агрегату. У результаті істотно підвищені якість і точність труб, що прокатують, збільшена продуктивність агрегату, розширений розмірний і марочний сортамент.

Правильно й обґрунтовано розроблена технологія будь-якого прокатного агрегату - гарантія його успішної роботи: одержання необхідної продуктивності, високої якості продукції.

Представлена наукова робота містить у собі аналіз енергосилових та деформаційних умов прошивки у стані гвинтової прокатки, у роботі обґрунтовані оптимальні параметри процесу.

Аналіз існуючої технології дав можливість виявити наявність підвищеної кількості браку труб по внутрішнім пльонам, що утворюються у прошивному стані. Це призводить до підвищення витратного коефіцієнту металу.

Розроблена програма удосконалення технології прошивки заготовок за рахунок підвищення кута подачі валків на прошивному стані та зменшення при цьому числа циклів обтиску, що забезпечує підвищення якості гільз.

МАШИНОБУДУВАННЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОТОРНИХ КОЛІС В ЕСКАВАТОРАХ ЕРШР-1600 (ТК1), ТА КУ-800 (ТК2)

Москальчук Є.А., керівник., проф. Білодіденко С.В.
Національна металургійна академія України

Роторні екскаватор ЕРШР-1600 та КУ-800 призначені для ведення розкривних робіт на родовищах з м'якими покриваючими породами за виключенням особливо м'яких і м'яких ґрунтів, ґрунтів з каменистими включеннями і тріщинуватих ґрунтів, що утворюють при різанні куски більше 600 мм в ребрі.

Були дослідженні умови експлуатації та надійність обох технологічних комплексів. При проектуванні машин і їх експлуатації робочі органи і розрахункові режими їх роботи вибирають такими, щоб опір рухові робочого органу був найменшим, продуктивність процесу – найбільшою, а енергоємність процесу руйнування була б при цьому мінімальною.

При дотриманні цих умов знижується і зношування робочого органу. У ковшових екскаваторів робота відділення стружки супроводжується заповненням ковша (тоді цей процес називається копанням). Чистий процес різання може здійснюватися тільки при робочому органі, несучому виключно функцію відділення ґрунту. Заповнення робочого органу неминуче відбивається на взаємодії сил і як якісному, так і кількісному зміненні характеру процесу.

Для збільшення коефіцієнта готовності запропоновано регулярно перевіряти посадку колеса на валу і підтягувати болти так, щоб тарілчасті пружини були повністю стиснені, рівномірно по всій окружності, щоб окремі сегменти були зміщені не більш ніж на $\pm 0,2$ мм один по відношенню до іншого.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ШПИНДЕЛЬНОГО З'ЄДНАННЯ ГОЛОВНОЇ ЛІНІЇ ПІЛІГРИМОВОГО СТАНУ 5-12”

Буханський С.В., керівник доц. Маліч М.Г.
Національна металургійна академія України

Головна лінія пілігримового стану «5-12” є однією з найбільш навантажених серед привідних прокатних станів. Робота трансмісії загалом та шпindelів, які передають крутний момент валкам особливо, має скрабований динамічний, ударний характер, обумовлений особливістю пілігримової прокатки.

Запроектоване більш ніж 100 років тому, та працююче до сьогодні тріфове з'єднання шпindelів з валками має суттєві недоліки, які обумовлені початковими зазорами між зовнішніми поверхнями тріфових головок шпindelів і валків та внутрішніми поверхнями тріфових муфт. В процесі роботи при ударних навантаженнях зазор розкривається та збільшують удар між контактуючими поверхнями тріфового з'єднання. Це призводить до їх розплющення та зміни геометричних форм, зменшує точність налаштування валків, призводить до зниження якості труби та виводить з ладу шпindelі, тріфові муфти та пільгервалки, які потребують ремонту та додаткових витрат.

Постановка задачі. В данному дослідженні поставлена задача проаналізувати можливість застосування беззазорої трансмісії в головній лінії пілігримового стану.

Основна частина. В дослідженні розглянуті основні конструкції шпindelів, які використовуються у приводі багатьох прокатних клітей, в основному три

видишпинделів: трєфові, зубчастіта універсальні, що конструктивно виробляютьсяна підшипникахковзання, на підшипникахкоченняікульові.

Висновки. Проаналізувавши основні конструкції сучасних шпинделів, їх приклади застосування, приходимо до висновку, що в умовах навантажень головної лінії пілігримового стану найбільш прийнятними з міркувань динамічності навантажень, надійності конструкції та простоти в експлуатації найбільш придатними будуть універсальні шпинделі з шарнірами тертя ковзання на бронзових вкладках.

ОБЛІК ВИТРАТ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ТА ЇХ ТЕРМІН ЕКСПЛУАТАЦІЇ **Клименко Ю.М., керівник проф. Білодіденко С.В.** **Національна металургійна академія України**

Ефективність роботи прокатного стану значною мірою визначається якістю та культурою експлуатації основного робочого інструмента - прокатних валків.

Для вирішення поставленого завдання необхідно мати точну інформацію про те, скільки валків і на які види продукції витрачено. Витрата валків при прокатці різних профілів може відрізнятись в десятки разів. Принаймні, розподілити ці витрати за групами профілів цілком можливо.

Зростання витрат валків необхідно також для розробки раціонального бюджету валків на наступний рік роботи станів.

Підвищення продуктивності прокатних станів залежить не тільки від якості виготовлення і службових властивостей валків і технології прокатки, а й від організації та управління парком валків прокатного стану. Облік валків дозволяє відобразити стан парку валків в будь-який момент, а також мати дані про валки з моменту їх надходження на завод до повного виходу з ладу. Правильно поставлений облік дає надійні статистичні дані для визначення мінімального парку валків, за якими можна робити правильні висновки про їх якість, стан парку валків і т.п.

Питома витрати валків є основним показником організації та ведення валкового господарства.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ **ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ СТРИЖНІВ**

Шийка М.М., кер. доц. Махницький І.Г.
Національна металургійна академія України

У динамічних розрахунках металургійних машин важливо правильно визначати частоти вільних коливань окремих елементів. Одним з методів розрахунків таких частот є енергетичний (формула Релея). Недоліком цього методу є те, що форма коливань заздалегідь невідома і її потрібно задавати. Від удалого вибору цієї функції багато в чому залежить точність результатів.

Підвищити точність результатів пропонується за допомогою способу запропонованим проф. Макушиним В.М. для розв'язку завдань статичної стійкості. При цьому запропоновано задавати рівняння пружної лінії елементів відношенням декількох різних довільних навантажень.. Тоді частота власних коливань зображується у виді

$$\omega^2 = \frac{B}{ml^4} A\varphi(k, m, \dots, n),$$

де B - жорсткість при вигині; m - погонна маса; A - деякий числовий множник; $\varphi(k, m, \dots, n)$ - дрібно-раціональна функція параметрів відносин

навантажень, що має в чисельнику й знаменнику квадратні (відносно k, m, \dots, n) тричлени.

Визначивши мінімум функції $\varphi(k, m, \dots, n)$ можна більш точно знайти частоту вільних коливань досліджуваної системи.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІЖРЕМОНТНОГО ПЕРІОДА МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ З ОБЛІКОМ КІЛЬКОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОЧОЇ СИСТЕМИ

**Поворотній В. В., кер. доц. Махницький І. Г.
Національна металургійна академія України**

В останні десятиліття в Україні на фоні зменшення інтенсивності використання металургійного обладнання відбуваються зміни стратегії його відновлення яке супроводжується різким зниженням інвестицій на введення нових потужностей та ремонт існуючої бази. Застосовуємі в теперешній час методики планування робіт по відновленню роботоспроможності металургійного обладнання не відповідають сучасним вимогам та стану металургії. Хоча відомі ряд українських та закордонних досліджень цієї області, однак проблема далека від свого вирішення.

Пропонується методика визначення міжремонтних періодів металургійного устаткування, яка враховує функцію ймовірності безвідмовності роботи, витрати на проведення планових та аварійних ремонтів. Також розглянуті випадки які враховують кількість елементів в системі та випадки коли відома історія попередніх ремонтів.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ НАТИСКНОГО МЕХАНІЗМУ ЗА КРИТЕРІЄМ МАКСИМАЛЬНОЇ ЖОСКОСТІ ВІДКРИТОЇ ПРОКАТНОЇ КЛІТИ

**Попівніч В.В., кер. доц. Махницький І.Г.
Національна металургійна академія України**

Жоскість відкритої прокатної кліти разом з натискним механізмом впливає на якість продукції. Чим більша її жоскість, тем менше допуски на поперечні розміри прокату. Збільшення розмірів кліти, а одже і її жоскості, веде до її подорожченню і не може вважатися основним шляхом вирішення цієї задачі.

Загальна жоскість прокатної кліти залежить не тільки від розмірів перетинів її стійок та поперечин, але й від розмірів натискної гайки та гвинта. Збільшуючи останні розміри ми збільшуємо жоскість системи «гвинт-гайка», але зменшуємо жоскість станини кліти за рахунок зменшення моменту опору перетину кришки та поперечки. Нами поставлена та решена задача знайти такі оптимальні розміри гайки та гвинта натискного устрою при яких загальна жоскість станини при заданих зовнішніх розмірах з натискним пристроєм була максимальна.

При вирішенні цієї задачі нами використовувались як аналітичні розрахунки по визначенню жоскості передачі «гвинт-гайка» так й чисельні методи, зокрема метод кінцевих різниць для визначення жоскості поперечин. Варійованими параметрами були зовнішні діаметри натискної гайки та гвинта.

Результати рішення такої задачі для кліти формовочного стану «159-529» Новомосковського трубного заводу показали можливість збільшення її жоскості на декілька процентів за рахунок зміни діаметрів натискних гайок та гвинті.

**СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ
ДВИГУНОМ І ТРАНСМІСІЄЮ**

**Власовець В.В., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.
Національна металургійна академія України**

Широкий розвиток електроніки та мікропроцесорної техніки спричинив впровадження її на автомобілі, зокрема, створення електронних систем автоматичного керування двигуном і трансмісією.

Принцип роботи електронної системи керування двигуном полягає в тому, що електронний блок керування (ЕБК) отримує безперервну інформацію про всі параметри роботи систем і механізмів двигуна, а також про довкілля. Миттєво оцінюючи інформацію, ЕБК видає команду на впорскування певної порції палива і подачу високовольтного розряду на електроди свічки запалювання в строго певний момент часу.

Розвиток електроніки дав змогу створити системи автоматичного керування коробкою передач і трансмісією, які полегшують працю водія, підвищують паливну економічність, забезпечують потрібну частоту, відпрацьованих газів, поліпшують тягово-швидкісні та інші експлуатаційні показники автомобіля. Електронні системи керують передачею потужності двигуна на ведучі колеса, враховуючи умови руху автомобіля, щоб зменшити витрату пального та підвищити тягово-швидкісні властивості.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАНУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ В АВТОТРАНСПОРТНИХ
ПІДПРИЄМСТВАХ**

**Псарьов А.І., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.
Національна металургійна академія України**

Основним засобом зменшення інтенсивного зношування деталей і механізмів і запобігання відмов агрегатів або вузлів автомобіля, тобто підтримка його в технічно справному стані, є своєчасне і високоякісне виконання технічного обслуговування та проведення ремонтних робіт. Кожен вид технічного обслуговування включає суворо встановлений перелік (номенклатуру) робіт (операцій), які повинні бути виконані. Для виконання цих вимог в автотранспортних підприємствах проводиться планування експлуатації транспортних засобів. Планування експлуатації КГТЗ передбачає :

- постійне утримання машин в технічно справному стані;
- технічно правильне, ефективне та економічне їх використання;
- своєчасне проведення технічного обслуговування машин, що забезпечують їх високу працездатність, безвідмовність у роботі та збільшення експлуатаційного ресурсу.

Перелік документів для планування експлуатації машин включає:

- річний план експлуатації і ремонту транспортних засобів;
- місячний план експлуатації і ремонту транспортних засобів;
- щоденний наряд на використання КГТЗ.

При правильній організації процесу планування технічного обслуговування та ремонту в автотранспортних підприємствах ефективність експлуатації значно зростає.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ЛЕГКОВОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

**Маньківський Я.І., керівник доц. Скрипочка Т.А.
Національна металургійна академія України**

Розглянуто розрахунок елементів рульового управління легкового автомобіля 2-го класу, зокрема: параметрів зачеплення "шестерня - рейка", тягового розрахунку, в якому визначається зовнішня швидкісна характеристика, баланс потужності, час і шлях розгону, паливна економічність.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

**Кучеренко О.О., керівник доц. Скрипочка Т.А.
Національна металургійна академія України**

Розглянуто загальний розрахунок вантажного автомобіля, в результаті чого отримані основні його параметри. Трансмісія сформована з наступних вузлів: зчеплення одно дискове з діафрагмовим натискним пристроєм, трьох вальна 6-ти ступінчаста КЗП, тришарнірна карданна передача з ШНКШ, головна передача одноступінчаста одинарна гепоїдного типу. Проведено загальний розрахунок КЗП, визначенні параметри зубчастих зачеплень, синхронізаторів, шпонкових і шліцьових з'єднань, зроблено розрахунок на міцність проміжного валу КЗП.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ГАЛЬМІВНОГО УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

**Чумакевич А.О., керівник доц. Скрипочка Т.А.
Національна металургійна академія України**

Було досліджено важливий механізм автомобіля - гальмівну систему Розглядається призначення гальмівної системи та основні вимоги, що пред'являються до неї. Також розглянуті системи гальмування, показники гальмування, їх короткий опис, пристрій, динаміка і розрахунок гальмівних сил. Виділені найбільш перспективні варіанти з них, що відповідають всім сучасним вимогам: виробничим, експлуатаційним, споживчим, а також вимогам безпеки.

ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ КГТЗ. ПРОТИУГІННІ ТА ПРОТИКРАДІЖКОВІ ПРИСТРОЇ.

**Хвостов Р.Ю., керівник ст. викл. Сидоренко В.К.
Національна металургійна академія України**

Протиугінні та протикрадіжкові системи захисту призначені для зменшення вірогідності та можливості попадання в транспортний засіб, а також його пошук в разі викрадення автомобіля. Системи захисту від крадіжок поділяються на механічні та електронні протиугінні системи.

Механічні протиугінні системи представляють собою механічні запираючі пристрої - блокиратори. Широке застосування таких блокираторів на автомобілях у вигляді замка на коробку передач, замок капоту, замок на рульовий вал, блокиратор коліс та інші. Різновидом механічних протиугінних систем є електромеханічні блокиратори.

Найбільш поширеним типом протиугінних систем є електронні протиугінні системи. До цих протикрадіжкових систем відносяться іммобілайзер, супутникові протиугінні системи. GPS – автосигналізація – це найбільш ефективний на сьогоднішній день метод боротьби з крадіжками транспортних засобів. Вона представляє собою високотехнологічну систему контролю за допомогою якої здійснюється спостереження за автомобілем.

"ХОЛОДНЕ" НАПИЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ

Юдіна Ю.В., керівник доц. Каряченко Н.В.
Національна металургійна академія України

У машинобудівній галузі при ремонті деталей машин і верстатів використовують нову технологію з нанесення металевого покриття за рахунок надзвукових ударів металевих частинок на сам виріб. Використання цього методу дозволяє відновити ресурси підшипників машин і уникнути складної процедури по їх заміні. Відновлення посадкового місця підшипника за допомогою спеціального обладнання дає можливість полегшити стандартну технологію проведення ремонту. Технологія дозволяє наносити високоефективні алюмінієві, бабітові, цинкові, нікелеві і мідні покриття зі збільшеною адгезією і зменшеною пористістю будь-якої товщини. Покриття наносять безпосередньо на потрібну поверхню, даний процес уніфікується в силу того, що покриття може наноситися на будь-який метал, з якого виготовлені щити підшипників.

СПЕЦІАЛІЗОВАНА ТРАНСПОРТНА МАШИНА ВИСОКОЇ ПРОХІДНОСТІ

Іванов І.В., керівник професор Назарець В.С.
Національна металургійна академія України

Автомобілі високої прохідності, спеціально сконструйовані для важких дорожніх умов, можуть працювати без зниження продуктивності, незважаючи на перешкоди і важкопрохідні ділянки. Ці автомобілі є специфічними транспортними засобами, що мають свої конструктивні та компоновальні особливості, продиктовані їх призначенням і характером використання.

Розробка конструкції спеціалізованої транспортної машини полягає у патентному пошуку – вивченні існуючих прототипів машин високої прохідності. Конструкція такої машини повинна забезпечувати роботу за екстремальних кліматичних умов, рух по пересічній місцевості, виконувати задачі з транспортування вантажів. Конструктивні можливості спеціалізованої транспортної машини дозволяють транспортування житлового блоку на декілька осіб з можливістю існування до одного тижня, монтаж крана-маніпулятора, встановлення кріплень вантажу (пневматичних, пневмо-гідравлічних, гідравлічних), які працюють з кабіни водія автоматично.

Таким чином спеціалізована транспортна машина високої прохідності має великі перспективи розвитку та удосконалення, що дуже вдало практикується.

ПРИЧИНИ ЗНИЖЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ НАСОСІВ МОДИФІКАЦІЇ НШ-К

Абдуллазаде Н.Х., керівник доц. Мельянцов П.Т.
Національна металургійна академія України

В процесі експлуатації гідравлічних насосів виникають параметричні відкази в їх роботі, це пояснюється тим, що насоси працюють в тяжких умовах. При цьому під дією різних процесів і факторів змінюється в часі їх характеристики. Аналіз

експлуатації автомобілів-самоскидів, оснащених гідравлічними насосами типу НШ-К показує, що близько 30 % всіх відказів машини припадає на вихід з ладу насосу. Аналіз причин, які обумовлюють втрату робото здатності, показує, що вони викликані порушенням технології виготовлення деталей, їх складанням, не своєчасним і не якісним проведенням технічних обслуговувань та порушенням правил експлуатації насосів. Більш детальний аналіз причин відмов свідчить, що конструктивні, ремонтно-технологічні та експлуатаційні фактори складають відповідно – 10 %, 30 % та 60 % відказів.

Так при ремонті насосів не дотримуються розмірних ланцюгів при складанні агрегату та геометричних розмірів при відновленні деталей. Порушується технологія механічної обробки деталей їх притирання та припрацювання, як наслідок збільшується шорсткість поверхонь і після припрацювання деталей в процесі експлуатації насос втрачає робочу рідину через зазори. Мають місце порушення технології після ремонтного випробування та обкатки насосів. Трапляються випадки коли ці операції зовсім не проводяться, що не дає можливості виявити недоліки, що виникли під час проведення ремонтно-відновлювальних робіт деталей та агрегату в цілому. Тому питання проведення досліджень зношень і дефектів деталей, обґрунтування кількості обладнання для ремонту насосів є актуальними і потребує більш детального розгляду.

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Марченко І. Г., керівник. доц. Мельянцов П.Т.
Національна металургійна академія України**

Автомобільний парк автотранспортних підприємств практично не поповнюється новими автомобілями, а автомобілі, які значний час знаходяться в експлуатації потребують більшого об'єму ремонтних дій для підтримання їх робото здатного стану. В першу чергу це стосується двигуна. Проведений аналіз існуючих організації та технології ремонту двигунів на спеціалізованих ремонтних підприємствах показав на низьку якість їх ремонту. Основними причинами, які обумовлюють низьку післяремонтну довговічність двигунів, являється не дотримання виконання основних операцій технологічного процесу та не достатнє їх забезпечення основним технологічним та контрольним обладнанням.

Більш детальний аналіз технологічних процесів з ремонту двигунів показав, що до основних операцій, які обумовлюють якість їх ремонту, слід віднести мийно-очисні, розбирально-складальні, дефектувальні, відновлення деталей, обкатки та випробування.

Нами розроблена універсальна конструкція стенду для контролю технічного стану головки блоку двигуна опресуванням, що дає можливість виявити наявність тріщин в системі охолодження.

Запропонована конструкція стенду дозволяє понизити трудомісткість дефектувальних робіт при ремонті двигунів на 5-10 %. При цьому значно покращуються умови роботи слюсаря та підвищується якість дефектувальних робіт до 5 %, що в цілому підвищує якість ремонту двигунів.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ НАСОСІВ САМОСВАЛЬНОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

**Однорог В. Л., керівник доц. Мельянцов П.Т.
Національна металургійна академія України**

Основним агрегатом гідравлічної системи самосвальної підйомної системи автомобіля-самосвала являються шестеренні насоси модифікації НШ-У та НШ-К. Від їх технічного стану залежить роботоздатність самосвальної установки. До основних причин, які обумовлюють зниження показників надійності шестеренних насосів в умовах експлуатації слід віднести експлуатацію гідравлічних насосів на забруднених робочих рідинах механічними домішками, водою та ін. Детальний аналіз технічного стану шестеренних насосів, які поступають на ремонт, показує, що основним видом зношення являється гідроабразивне спрацювання деталей качаючого вузла: шестерні, платики-замикачі, підшипникова та піджимна обойма. Для відновлення їх технічного стану застосовується спосіб ремонтних розмірів, який характеризується механічною обробкою деталей до ремонтного розміру, відновлюючи їх геометричну форму та залишаючи існуючі фізико-механічні властивості. Як правило, такий спосіб характеризується значною трудомісткістю механічних робіт, якість яких буде обумовлювати післяремонтну довговічність насосів. Для усунення даних недоліків нами рекомендується впровадження технології поточного ремонту гідравлічних насосів, яка характеризується встановленням ремонтної манжети збільшеного розміру для компенсації радіального зазору та притирання платиків-замикачів до видалення зношення для компенсації торцевого зазору в качаючому вузлі насоса.

Впровадження даної технології на 10% знижує трудомісткість ремонту насосів та на 15% збільшує їх післяремонтну довговічність.

НАПРЯМКИ ЗНИЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

**Романенко Є. О., керівник доц. Мельянцов П.Т.
Національна металургійна академія України**

Сучасні автомобільний парк як морально так і фізично застарів. Для підтримання його технічного стану в умовах експлуатації і підвищення коефіцієнту його технічної готовності застосовується система технічного обслуговування, яка передбачена планово-запобіжною системою. Як правило номерні технічні обслуговування проводяться в основному на власній ремонтно-обслуговуючій базі автотранспортних підприємств так як спеціалізовані підприємства (станції технічного обслуговування вантажних автомобілів) припинили своє функціонування в зв'язку з значним зменшенням замовлень. Являється явним, що підприємствам, які експлуатують вантажні автомобілі і одночасно збільшують об'єм ремонтно-обслуговуючих робіт, необхідно проводити технічне переозброєння виробничої бази. Одним із основних заходів, який забезпечить якість проведення обслуговуючих робіт, покращить умови роботи слюсарів, знизить трудомісткість робіт є забезпечення робочих постів основним технологічним обладнанням.

Для досягнення даної мети нами розроблюється універсальний стенд для вивішування автомобіля при проведенні робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту. Конструкція вигідно відрізняється від існуючих піднімачів за рахунок можливості вивішування автомобіля в цілому або окремо передній чи задній

мости автомобіля за рахунок гідрофікованих стійок, які можуть переміщуватися в оглядовій ямі.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Сидоренко С.О., керівник доц. Мельянцов П.Т.

Національна металургійна академія України

В забезпеченні експлуатаційної надійності автомобільного парку та зменшення витрат на його технічне утримання і експлуатацію головна роль належить виробничим підрозділам з ремонту та обслуговування автомобілів. Але останнім часом ці підрозділи ремонтно-обслуговуючої бази не забезпечують висунуті вимоги. В першу чергу це обумовлюється якістю ремонтно-обслуговуючих робіт та їх вартістю. По-друге, існуючий технічний рівень виробництва практично не підвищується, а питання організації та технології технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів потребують вдосконалення. Забезпечення роботоздатного стану автомобільного парку в наш час можливе за рахунок реалізації питань з удосконалення організації та технології їх ремонту. Їх розроблення потребує комплексного вирішення питань, які включають в себе обґрунтування оптимальної програми проведення ремонтно-обслуговуючих робіт, визначення кількості основного обладнання, проектування засобів технічного оснащення, яких не достатньо, технологічного перепланування виробничих підрозділів та інше.

При цьому проведення технологічних планувань основних виробничих підрозділів (агрегатно-механічні відділення, з ремонту двигунів та ін.) необхідно проводити на основі розроблення графіків вантажопотоку, що на 8-12% дасть можливість зменшити трудомісткість ремонтних робіт, покращить основні показники організації ремонту (тривалість знаходження машини в ремонті, фронт ремонту та ін.)

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ РЕМОНТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Шаповал Д. В., керівник доц. Мельянцов П.Т.

Національна металургійна академія України

Проведений аналіз існуючих організації та технології ремонту автомобільних двигунів 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 низьку якість та значну собівартість ремонту двигунів. Основними напрямками зниження показників собівартості є застосування ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують зниження трудомісткості робіт на операціях технологічного процесу та впровадження методів відновлення деталей, які забезпечують необхідну післяремонтну довговічність. При цьому 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 при проведенні ремонтних робіт, покращує умови праці і до 10% знижує трудомісткість розбирально-складальних робіт. За рахунок наявності рухомої стійки на стенді його можна застосовувати для ремонту

двигунів різного розміру, що також зменшує кількість стендів для розбирання та складання двигунів.

СПОСІБ РЕМОНТУ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВИХ ГІДРОМАШИН ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ МОБІЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ УМОВ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Ярошенко С. О., керівник доц. Мельянцов П.Т.
Національна металургійна академія України**

На мобільних машинах широке застосування знайшли гідравлічні трансмісії до складу яких входять аксіально-поршневі гідромашини (насос НП-90 і мотор МП-90). Відновлення роботоздатного стану аксіально-поршневих агрегатів відбувається на спеціалізованих підприємствах. Аналіз технічного стану аксіально-поршневих гідромашин, які поступають до ремонту, показав, що основною причиною, яка обумовлює втрату їх роботоздатного стану є зношення деталей качаючого вузла «розподільник-приставне дно», «п'ята плунжера-опора люльки», «втулка блоку-плунжер». При цьому об'ємні витрати робочої рідини в основному обумовлюються зношенням деталей спряження «розподільник-приставне дно». Для відновлення їх роботоздатного стану застосовується притирання (чернове та чистове) з застосуванням відповідних притирочних паст. Але даний спосіб застосовується для деталей з незначним спрацюванням. Деталі даного спряження, які мають значне зношення, замінюються новими, що значно збільшує собівартість ремонту аксіально-поршневої гідромашини в цілому.

Розроблений спосіб ремонту аксіально-поршневої гідромашини заключається в тому, що у зношеного приставного дна механічною операцією видаляють робочу поверхню на глибину 22,5%, від його дійсної товщини і відновлюють приставне дно методом порошкової металургії в спеціальних прес-формах з наступним об'ємним просочуванням у розплаві міді та механічною обробкою під номінальний або збільшений ремонтний розмір.

СПЛАВ З ОСОБЛИВИМИ ТЕПЛОВИМИ І ПРУЖНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ **Кобзарь О.Р. , керівник доц. Наумова І. Ю.** **Національна металургійна академія України**

Для ряду галузей машинобудування і приладобудування необхідне застосування матеріалів із строго регламентованими значеннями в певних температурних інтервалах експлуатації таких фізичних якостей, як температурні коефіцієнти лінійного розширення(ТКЛР) і модуля нормальної пружності(ТКМУ). Ці коефіцієнти визначають характер зміни розмірів деталі і модуля пружності сплаву при нагріванні. Розглядаються особливості поведінки деяких матеріалів при зміні температури.

СПЛАВ З РЕГЛАМЕНТОВАНИМ ТЕМПЕРАТУРНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ ЛІНІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ **Алпаєв Є. М., керівник доц. Наумова І.Ю.** **Національна металургійна академія України**

Розглядається область використання сплавів із заданим температурним коефіцієнтом лінійного розширення(ТКЛР). Інтерес представляють сплави з мінімальним (ТКЛР). При високому рівні механічних властивостей ці сплави використовуються як конструкційний матеріал для деталей, від яких вимагається

постійність розмірів при змінних температурних умовах експлуатації. Наприклад, мала величина ТКЛР дозволяє зменшити напруження в трубопроводах і запобігти можливості їх руйнування.

СПЛАВ З ПОСТІЙНИМ МОДУЛЕМ ПРУЖНОСТІ

Сінчіна М. О., керівник доц. Наумова І. Ю.
Національна металургійна академія України

Сплави із заданими властивостями пружності, крім низьких значень ТКМУ, повинні володіти високим опором малим пластичним деформаціям і релаксаційній стійкості в умовах статичного і циклічного навантажень. Для чистого залізонікелевого сплаву навіть при невеликих коливаннях концентрації нікелю, неминучих у сталеплавильному виробництві, рівень ТКМУ стає нестабільним і зазнає значних змін. Розглядаються способи отримання сплавів, що володіють модулем пружності, як можна менш залежним від змін температури.

МЕТАЛ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ, МЕХАНІЗМ ЕФЕКТУ І ПАМ'ЯТІ ФОРМИ

Міщенко І.Г., керівник доц. Наумова І.Ю.
Національна металургійна академія України

Довгий час непружну деформацію вважали повністю незворотною. На початку 60-х років ХХ ст. був відкритий великий клас металевих матеріалів, у яких елементарний акт непружної деформації здійснюється за рахунок структурного перетворення. Такі матеріали мають оборотню непружну деформацію. Явище самовільного відновлення форми - ефект пам'яті форми (ЕПФ) - може спостерігатися як в ізотермічних умовах, так і при температурних змінах. При теплосменах такі металеві матеріали можуть багаторазово оборотно деформуватися. Розглядаються області застосування матеріалів, що володіють ефектом пам'яті форми.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СПЛАВІВ З ЕФЕКТОМ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ

Моргун І.О., керівник доц. Наумова І.Ю.
Національна металургійна академія України

Розглядається технологія виплавки нікелідатитану. У рідкому стані він легко поглинає гази і взаємодіє з багатьма речовинами. Тому його виплавка проводиться у вакуумі або атмосфері чистого інертного газу. До злиткам пред'являються високі вимоги по однорідності хімічного складу і чистоті від домішок. Хороша якість металу досягається застосуванням комбінованого способу плавки, при якому спочатку плавка проводиться у вакуумній гарнісажній печі, після чого отриманий електрод вдруге переплавляють в електродугової вакуумної печі в злитки. Далі в результаті ряду операцій досягається стабільний стан структури і форми, які об'єкт «запам'ятовує».

ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВІВ З ЕФЕКТОМ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ

Стрельцов Є.А., керівник доц. Наумова І.Ю.
Національна металургійна академія України

Розглядаються основні властивості сплавів нікелідатитану, способи їх поліпшення. Так для підвищення триботехнічних характеристик (Трибологія (грец.

Ti-6Al-4V - титан) - наукова дисципліна, що займається вивченням титану і зносу деталей машин і механізмів у присутності мастильних матеріалів) проводиться хіміко-термічна обробка, що складається з окиснення і азотування титану. Крім нікелідатитану ЕПФ виявлений у багатьох сплавах. Однак, як показали дослідження, практичне застосування, крім нікелідатитану, мають тільки сплави на основі міді, такі як потрійні сплави Cu - Al - Ni і Cu - Zn - Al. Ці сплави привернули увагу у зв'язку з різким розширенням сфери застосування сплавів з ефектом пам'яті форми і необхідністю забезпечення економічності їх виробництва.

ЗАСТОСУВАННЯ СПЛАВІВ З ЕФЕКТОМ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ

Іванько В.І., керівник доц. Наумова І.Ю.
Національна металургійна академія України

Освоєння ближнього і далекого космосу пов'язано зі створенням орбітальних станцій і великим космічним будівництвом. Необхідно спорудження таких громіздких об'єктів, як сонячні батареї і космічні антени. Антени складаються з листа і стрижня зі сплавом Ti - Ni, які згорнуті у вигляді спіралі і поміщені в поглиблення в штучному супутнику. Після запуску супутника і виведення його на орбіту антена нагрівається за допомогою спеціального нагрівача або тепла сонячного випромінювання, в результаті чого вона виходить у космічний простір. Для розміщення різних технічних об'єктів, житлових і виробничих модулів необхідно будівництво в умовах відкритого космічного простору великих платформ. Доставка у відкритий космос громіздких агрегатів технічно можлива тільки по частинах з подальшими монтажними роботами. Використовувані в масовому виробництві способи з'єднання деталей, такі як зварювання, пайка, склеювання, клепка та інші, непридатні в космічних умовах. Особливі вимоги пред'являються до забезпечення виключно високої техніки безпеки. З урахуванням цих особливостей була створена унікальна технологія з'єднання елементів у відкритому космосі з використанням муфти зі сплавом Ti-1. Ця технологія була успішно використана при збірці конструкції ферми з алюмінієвих сплавів. Ці ж принципи будівництва можуть бути використані для монтажу на великих глибинах великогабаритних морських підводних конструкцій.

ВОЛОКНИСТІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Железнов Д.В., керівник доц. Наумова І.Ю.
Національна металургійна академія України

Дається загальна характеристика та класифікація композитних матеріалів. Більш докладно розглядаються волокнисті композитні матеріали, достоїнства і недоліки різних матеріалів, використовуваних як матриці і волокна а також, використання їх залежно від умов експлуатації. Так, металеві КМ мають ряд переваг перед полімерними. Крім більш високої робочої температури, вони характеризуються кращою ізотропією і більшою стабільністю властивостей в процесі експлуатації, більш високою ерозійною стійкістю. Найбільшого поширення для армування металевих КМ отримали безперервні або дискретні вуглецеві і борні волокна. Наводяться властивості деяких волокон для армування металевих композитних матеріалів.

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ АВТОМАТИЧНОГО СТАНУ ТРУБОПРОКАТНОГО АГРЕГАТУ З УРАХУВАННЯМ ЗАЗОРІВ В З'ЄДНАННЯХ

**Белецька В.І., керівник ст.викл. Рахманов С.Р.
Національна металургійна академія України**

Збільшення продуктивності та подальша інтенсифікація роботи всього трубопрокатного агрегата (ТПА) багато в чому пов'язане з умовами функціонування автоматичного стану. Внаслідок цього виникає необхідність виявлення характеру і причин виходу з ладу деяких вузлів, необхідність виробітку напрямків по дослідженню та модернізації автоматичного стану.

Автоматичний стан необхідно розглядати як високодинамічну машину з урахуванням реального характеру формування і нагруження технологічними силами з боку вогнища деформації, беручи до уваги характеристику головного приводу з урахуванням зазорів і дисипативних властивостей механічної системи.

Відхилення від стабільних режимів на автоматичному стані найчастіше виникають там, де статичні навантаження великі і вплив змінних динамічних циклічних навантажень, крім усього, є однією з основних причин втомлювальних руйнувань деталей.

СТРУКТУРА МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ЯК КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Белецька В.І., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України**

Структура твердих тіл може бути упорядкованою і неупорядкованою (аморфною). Metали та сплави, використовувані як конструкційні матеріали є переважно кристалічними тілами. Матеріалами майбутнього називають аморфні метали через унікальність їх властивостей. Аморфні метали використовують для армування труб високого тиску виготовлення металокорду, накопичувачів кінетичної енергії (маховиків) і ін. виробів з високими властивостями міцності.

ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ І РУЙНУВАННЯ КРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Шумейко Д.С., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України**

Механізм пластичного деформування кристалічних тіл пов'язують переважно з можливістю переміщення дислокацій шляхом ковзання. За певних щільностей дислокацій в місцях їх скупчень перед перешкодою зароджуються первинні мікроскопічні тріщини. Мікроскопічні тріщини, що виникають в результаті блокування руху дислокацій, є причиною відмінності між теоретичною і реальною міцністю кристалів.

РУЙНУВАННЯ АМОРФНИХ КРИСТАЛІВ

**Шпирка В.П., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України**

Вихідна структура аморфного матеріалу обумовлює надзвичайно нерівномірний розподіл внутрішніх зусиль між окремими молекулами. За деякими основне навантаження несе не більше 20% ланцюгових молекул, в той час як частина молекул

зовсім навантажена. В основі руйнування особливо нагужених молекул лежить термофлюктуаційний механізм, коли із зростанням навантаження число актів руйнування перевищує число встановлених (рекомбінацій) і деструкція матеріалу прогресує.

В'ЯЗКЕ ДЕФОРМУВАННЯ І В'ЯЗКОПРУЖНІСТЬ

**Мельник Я.В., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України**

Зв'язок між деформацією і напругою представляється деяким законом миттєвого або в'язкого деформування. Комбінація з послідовного з'єднаних елементів пружного і в'язкого опорів відтворює гіпотетичний матеріал, відомий під назвою середовища Максвелла. Комбінація з паралельного з'єднаних пружного і в'язкого елементів опорів моделює інший гіпотетичний матеріал, званий середовищем Фойгта.

ДІАГРАМИ УПРУГОПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Пустовий Є.М., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України**

Вид кривих розтягування і стиснення зразків металів у загальному випадку залежить від температури і швидкості деформування. Для всіх конструкційних металів існує такі інтервали температур і швидкостей деформування, в яких їх упругопластичні властивості досить стабільні і можуть бути досліджені шляхом випробувань при кімнатній температурі. Ці інтервали спостерігаються для різних металів, але деякі загальні температурні і швидкісні межі можуть бути вказані хоча б орієнтовально.

ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНА ПОВЗУЧИСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ МЕТАЛІВ ПРИ ВЕЛИКИХ ДЕФОРМАЦІЯХ

**Хорошилов І.О., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України**

При деформаціях 10% і більше опис релаксаційних явищ доцільно вести в термінах істинних напружень та істинних деформацій. При цьому під повзучістю розуміється деформування в часі при постійному істинному напруженні. Такі випробування дозволяють виявити дійсні закономірності деформування, необхідні для підбору ефективного рівняння механічного стану.

АНІЗОТРОПІЯ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Шибка М.Г., , керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України**

Вивчення опору руйнуванню матеріалів з анізотропією міцності може здійснюватися двома шляхами. В одному випадку матеріал розглядається як неоднорідний, причому вивчається окремо міцність зв'язувального і армуєчих елементів, після чого дається висновок про міцність їх композиції. В іншому, який вважається кращим, матеріал інтерпретується як квазіоднорідний, але володіє при цьому анізотропією опору руйнуванню.

РУЙНУВАННЯ В ЗОНАХ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ

Глущенко Г.Є., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України

Руйнування в зонах місцевих напружень володіє деякими особливостями, які не впливають із закономірностей граничного опору матеріалів в умовах однорідного напруженого стану. Значну роль відіграє при цьому абсолютний обсяг зони високих напруг. Чим менше зазначена зона, тим, зазвичай, більше опір руйнуванню, як прояв масштабного ефекту.

КОНЦЕНТРАТОРИ НАПРУЖЕНЬ У ВИГЛЯДІ ЩІЛИН ТА ТРІЩИН

Колісник Д. І., керівник проф. Ахундов В.М.
Національна металургійна академія України

Найбільш гострим штучним концентратором є досить вузька плоска щілина. Значення теоретичного коефіцієнта концентрації напружень біля тріщини або вузької щілини може досягати сотень одиниць. Ефективний коефіцієнт, як свідчать експериментальні дані, виявляється у багато разів меншим.

ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Кругляков І.М., керівник асистент Лосіков О.М.
Національна металургійна академія України

Поліпшення екологічних показників двигунів внутрішнього згоряння є однією з основних задач, що стоїть перед провідними спеціалістами у галузі двигунобудування в усіх розвинутих країнах світу. Вимоги до екологічних показників двигунів є загальнообов'язковими, оскільки їх закріплено на законодавчому рівні.

Існують наступні основні напрями поліпшення екологічних показників двигунів внутрішнього згоряння:

- удосконалення конструкції та робочого процесу двигуна;
- очищення відпрацьованих газів у системі випуску;
- використання альтернативних палив;
- активація палива.

Активація палива – це комплекс зовнішніх фізичних чи хімічних впливів (або їх комбінацій) на паливо чи паливо-повітряну суміш, який ставить за мету зміну їх фізико-хімічних властивостей.

Цей напрямок є найбільш перспективним та досягається хімічною - використанням в паливі присадок, добавок, наноматеріалів, або фізичною - інфрачервоним випромінюванням, електромагнітною, термічною, магнітною, акустичною та електричною активацією.

СПОСІБ ОЗДОБЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КОРПУСА ФОРСУНКИ

Гнезділов В.В., керівник асистент Лосіков О.М.
Національна металургійна академія України

Форсунка безпосередньо впливає на процес згоряння в дизельному двигуні, і відповідно на легкість запуску, на потужність, динаміку, витрату палива, а також на рівень шкідливих викидів і шум.

Звичайно, на практиці, форсунка асоціюється з гарним розпиленням палива в камері згоряння двигуна й щільним закриттям після закінчення упорскування. На ці властивості буде впливати якість внутрішньої поверхні корпусу форсунки яку визначає спосіб обробки.

Обробка корпусів форсунок складається з наступних основних операцій фрезерування, зенкування, обточування, загартування, електрополірування й оксидування, шліфування. Для підвищення якості внутрішніх поверхонь отворів форсунки необхідно застосовувати гідроабразивне шліфування, що полягає в подачі гідроабразивної емульсії через центральний отвір у корпусі. У ході гідроабразивного шліфування вибираючи різні режими й умови, такі як тиск і температура гідроабразивної емульсії, подача стисненого повітря, створення кавітаційних явищ. А так само застосуванням різноманітного типу абразивного матеріалу, з різним розміром зерна досягають необхідної якості поверхні.

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ТРУБИ ПО РОЛЬГАНГУ З БІКОНІЧНИМИ РОЛИКАМИ

**Чернов В.М., Пустовий Є.М. керівник: доц. Зданевич С.В.
Національна металургійна академія України**

Виконано огляд конструкцій рольгангів з біконічними роликами, а також аналіз існуючої конструкції рольгангу установки для гідравлічного випробування труб $\varnothing 48..89$ мм, який відрізняється можливістю повороту ролика щодо осі труби для створення не тільки переміщення труби по рольгангу але і її обертання.

Складена схема до розрахунку кінематичних параметрів руху труби. Труба контактує своєю зовнішньою поверхнею з біконічною поверхнею приводного ролика в двох точках. Окружна швидкість точки контакту залежить від кута конічної поверхні ролика і кута повороту осі ролика до напрямку руху труби. Встановлені закони переміщення труби та її обертання від кута настроювання роликів рольгангу.

Визначена схема навантаження вузла приводного ролика рольгангу; встановлена необхідна потужність приводу обертання.

Розглянуті шляхи удосконалення механізму налаштування кута повороту осі ролика до напрямку руху труби.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ОСНОВНОГО МЕХАНІЗМУ ШАЙБОВОГО КАНТУВАЧА ПРОКАТУ

**Ципа М. В., Пустовий Є.М. керівник: доц. Зданевич С.В.
Національна металургійна академія України**

На заготівельних і сортових станах для кантування заготівлі чи профільної смуги на ходу, під час руху її від попередньої кліті до наступної, застосовують кантувачі типу так називаної втулки, що кантує, які встановлюються між роликами рольганга. Розглянуті конструктивні особливості кантувачів заготівельних і сортових станів, виявлені основні переваги та недоліки механізму кантування шайбового кантувача.

Розглянуті шляхи модернізації вузлів важільного механізму шайбового кантувача трубозаготівельного стану 900/750x3.

Одним із недоліків конструкції кантувача є велика чисельність шарнірних вузлів тертя з підшипниками ковзання, як в важільному механізмі кантування, так і в роликівих опорах втулки, що кантує. Спарений важільний механізм кантування має ознаки статично невизначеного механізму, що потребує високої точності виготовлення

та монтажу, і при експлуатації схильний до зносу в шарнірних вузлах зчленування ланок механізму.

У багатьох випадках недостатня надійність металургійних машин, зокрема шайбових кантувачів, буває обумовлена дефектами структури основних механізмів. Складена структурна схема важільного механізму привода шайбового кантувача та виконано аналіз надлишкових зв'язків у механізмі.

Проведені розрахунки передатної функції шарнірного чотирьох ланкового важільного механізму кантувача шайбового та визначені статичні моменти кантування металу.

ПІДСЕКЦІЯ ПРИКЛАНА МЕХАНІКА

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ ПЛОСКОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПАРЫ ЦИЛИНДР–ОСНОВАНИЕ

Циколия А., Новиков Б., Гетьман Е., руководители: д.т.н., доц.: И.В. Добров, асс. А.В. Коптиль

Национальная металлургическая академия Украины

Процесс качения представляет один из наиболее распространенных способов движения в техники, характерной особенностью которого является наличие плеча трения качения в зоне контакта колеса и основания. Вместе с тем при исследованиях кинематических пар в теории механизмов и машин контакт колеса с основанием рассматривают как высшую кинематическую пару, обусловленную линейным контактом поверхности абсолютно твердого цилиндра и абсолютно твердого основания. При этом, такая кинематическая пара в плоскости, перпендикулярной основанию и оси вращения цилиндра, представляет кинематическую пару второго рода и должна иметь две степени свободы т. е. обеспечивать два независимых движения: поступательного перемещения оси вращения цилиндра вдоль поверхности основания и вращения наружной поверхности цилиндра с такой окружной скоростью при которой в точке контакта цилиндра и основания будет относительное проскальзывание. Для определения характера относительного движения абсолютно твердого цилиндра по основанию в условиях точечного контакта с основанием, разработана механическая модель, которая представляет колесную пару, со сменными парами колес с равными моментами инерции, а в качестве опор для этих колес используются параллельные треугольные охватываемые направляющие. В этом случае изменяя нагрузку колесной пары внешним моментом и изменяя скорость перемещения оси вращения колесной пары и окружную скорость вращения колес можно определить условия при которых будет иметь место качение цилиндра по основанию с проскальзыванием, что соответствует условию работы кинематической пары второго рода, буксование цилиндра или его качение без скольжения, что соответствует работе кинематической пары первого рода.

Процесс качения абсолютно твердого цилиндра по абсолютно твердому горизонтальному основанию представляет процесс ускоренного движения цилиндра в высшей кинематической паре, который может быть реализован либо в виде ускоренного плоскопараллельного движения без скольжения при одной степени подвижности кинематической пары, ускоренного плоскопараллельного движения со скольжением при двух степенях подвижности высшей кинематической пары, либо

ускоренного вращения относительно неподвижной оси (буксования) при одной степени подвижности высшей кинематической пары.

Характер нагружения упругой одномассовой механической системы определяет начальные условия процесса свободных колебаний, которые устанавливаются амплитуду колебаний относительно положения статического равновесия упруго-деформированной системы. При этом, если амплитуда колебаний составляет 5 – 10 % длины статически деформированной пружины, имеет место линейные колебания механической системы. С увеличением амплитуды колебаний механической системы колебания тела становятся нелинейными и это объясняется существенными потерями механической энергии на диссипацию внутри упруго-деформированных витков пружины. Проведены теоретические и экспериментальные исследования статического и динамического приложения внешней силы к пружине сжатия на различных участках ее деформации при постоянной жесткости пружины. Экспериментальные исследования выполненные с помощью цифровой фотокамеры с последующим компьютерным анализом фрагментов киносъемки показали неравномерность сжатия витков пружины в процессе ее равномерной деформации. Этот эффект был подтвержден теоретическими исследованиями на основании баланса мощности внешней силы и мощности внутренних сил при деформации витков пружины с различной скоростью. С увеличением величины упругой деформации увеличивается неравномерность сжатия витков пружины, которые в момент прекращения деформации пружины внешней силой восстанавливают равномерное сжатие всех витков пружины при постоянной внешней нагрузке, обеспечивая тем самым частичную диссипацию механической энергии.

УСУНЕННЯ НАДЛИШКОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СХЕМИ МЕХАНІЗМУ СХВАТА МАНІПУЛЯТОРА

**Прохоренко Д, керівник доц. Погребняк Р.П.
Національна металургійна академія України**

Захоплюючи пристрої (схвати) з паралелограмною стрижневий системою застосовують в маніпуляторах з підвищеною вантажопідйомністю. Надійність механізмів схватів істотно залежить від правильності будови механізму, пошуку та усунення шкідливих надлишкових зв'язків. Вони мають певну специфіку і потребують відповідної методики структурного дослідження, безумовно повинні бути такими, що самовстановлюються за рахунок усунення надлишкових зв'язків, яких у спарених механізмах багато. Такі схвати відносять до центруючих, рух губок, встановлених на шатуні - плоскопаралельне. Їх відносять до механізмів змінної структури, з зовнішніми зв'язками, що накладаються деталлю в момент її затиску. Без спеціального профілювання губок об'єктом маніпулювання є призматичні деталі або деталі коробчастої форми.

Структурний аналіз механізму схвата (рис.1, а) виконаний по побудованій структурній схемі плоского зображення механізму по О. Озолу для двох станів механізму: до затиску деталі губками і після затиску заготовки. За відомою формулою Озола у першому стані (контур 6-5-1-9-10 не замкнений) схема має 12 надлишкових зв'язків, які усуваються зниженням класу кінематичних пар.

Для другого стану механізму наявність у схемі крім внутрішніх зв'язків ще і зовнішніх потребують для аналізу застосування узагальненої структурної формули, що дозволяє встановити кількість у схемі внутрішніх і зовнішніх надлишкових зв'язків, яких в схемі 4. Після введення трирухомого розвантажувального з'єднання для компенсації перекосів поверхонь затискаємо деталі і губок схвата, у зовнішньому

контури небезпечних зовнішніх надлишкових зв'язків немає. Представлена просторова модель схвату без надлишкових зв'язків (рис. 1, б).

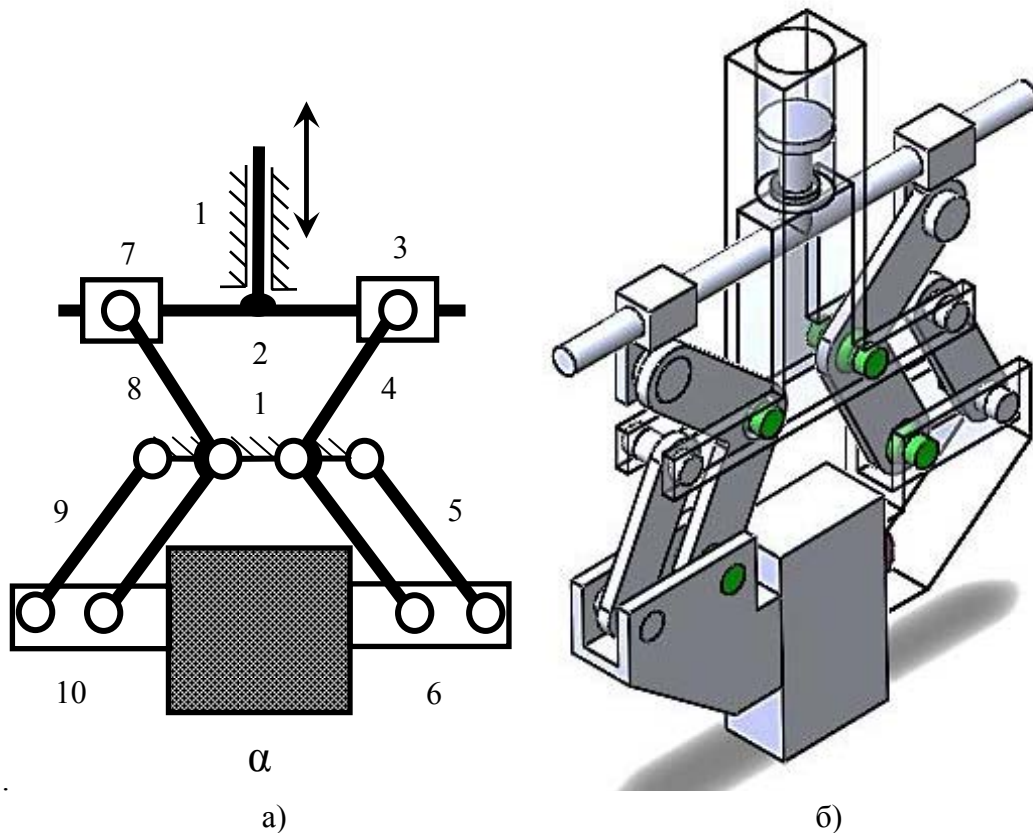


Рис.1. Кінематична схема(а) та конструкційна модель(б) механізму схвату маніпулятора з паралелограмною стрижневий системою

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Гетьман Е.В., руководитель доц. Похилько Л. К.
Национальная металлургическая академия Украины

Плавность хода зубчатой передачи – один из основных показателей качества ее работы. Увеличение плавности хода обычно достигают увеличением коэффициента перекрытия, зависящего от длины активной линии зацепления. Известными методами смещения режущего инструмента можно получить зубчатую передачу с переменной коррекцией по длине зубьев для шестерни, начиная с отрицательного смещения на одном торце и заканчивая положительными – на другом. У колеса знаки смещения начинались и заканчивались обратным путем. Существенное удлинение головок зубьев с одной стороны шестерни и другой на колесе позволяет увеличить активную часть линии зацепления, а, следовательно, и степень перекрытия. Теоретически обоснована возможность увеличения коэффициента перекрытия за счет разносмещенных по длине зубьев головок и ножек зубьев. Определены значения удельных скольжений шестерни 1 и колеса 2 для внешнего зацепления.

$$\eta_{12} = 1 - \frac{V_2^r}{V_1^r} = 1 + \frac{W_2}{W_1} \cdot \frac{R_2}{R_1} = 1 + i_{21} \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

$$\eta_{21} = 1 - \frac{V_1^r}{V_2^r} = 1 + \frac{W_1}{W_2} \cdot \frac{R_1}{R_2} = 1 + i_{12} \frac{R_1}{R_2} \quad (2),$$

где i – передаточные отношения; R_1 и R_2 – радиусы кривизны эвольвент в точке касания зубьев передачи; W_1 и W_2 – угловые скорости колес; V_1^r и V_2^r – касательные составляющие скоростей шестерни 1 и колеса 2.

Анализ формул (1) и (2) показал, что наибольшее удельное скольжение, а, следовательно, и износ зубьев имеет наибольшее значение в области ножки зуба. Изменение геометрических элементов зубчатого колеса, например высоты головки зуба, дает возможность изменить удельное скольжение зубьев зацепления.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ НАГРУЗОЧНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ

Силич А.В., Шибка М.Г., руководители доц. Вышинский В.Т., асп. Поворотный В.В.

Национальная металлургическая академия Украины

В процессе эксплуатации возникает необходимость изменить некоторые исходные данные характеризующие особенности функционирования оборудования (темп работы машины периодического действия, технологические нагрузки, температура среды функционирования и т.п.).

Для решения этих задач с получением информации с высоким уровнем достоверности необходимо провести сложные исследования с применением громоздкого математического аппарата. Современные методы твердотельного моделирования позволяют решать подобные задачи в короткие сроки и с высоким уровнем наглядности. Приведены примеры для деталей ряда машин как металлургического производства так и машин общегоназначения.

АНАЛИЗ ПРОФИЛЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР МАШИН РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Чкалова А., Пиотровский В., руководитель ст.препод. Рубан В.Н.

Национальная металлургическая академия Украины

На железнодорожном транспорте стран СНГ наиболее распространен профиль по ГОСТ 9036-88, который применяется для всех колесных пар тележек грузовых и пассажирских вагонов, а также немоторных вагонов электро- и дизельпоездов, путевых машин и др.

Также применяются криволинейные профили ДМеТИ для электро- и дизельпоездов ДМеТИ ВБ с гребнем толщиной 33 мм и ремонтный профиль ДМеТИ ВР с гребнем толщиной 30 мм. При эксплуатации, колеса с профилем ДМеТИ были эффективнее по различным показателям от 1,4 до 1,9 раз.

Основным профилем локомотивных колес является профиль по ГОСТ 11018-87. По сравнению со стандартным вагонным профилем он отличается на 2 мм большей высотой гребня, у которого угол наклона равен 70°.

Для локомотивных колес также применяются криволинейные профили: ДМеТИ - профиль бандажа освидетельствования колесных пар и выпуске локомотивов с капитальных ремонтов применяются ДМеТИ ЛБс гребнем толщиной 33 мм и профиль бандажа ДМеТИ ЛР с гребнем толщиной 30 мм, Зинюка-Никитского с гребнем толщиной 33 мм и профиль бандажа Зинюка-Никитского с гребнем толщиной 29 мм.

Для бандажа средней колесной пары электровозов ЧС2, ЧС2Т, ЧС4, ЧС4Т до № 263 применяется профиль с подрезанным гребнем толщиной 23 мм

Локомотивостроительные и локомотиворемонтные заводы производят обточку бандажа по ГОСТ 11018-87 с гребнем толщиной 33 мм.

При полном локомотивный профиль по ГОСТ 11018-87. При производстве ТО-8, обточку колесных пар локомотивов производят по профилю ДМеТИ ЛБ с гребнем толщиной 33 мм. При единичной смене колесных пар локомотивов, обточку на технических обслуживаниях ТО-3, ТО-6, ТО-7 производят по профилю ДМеТИ ЛР (ремонтный) с гребнем толщиной 30 мм. При техническом обслуживаниях ТО-4 (обточка без выкатки колесных пар из-под ТПС) локомотивов обточку производить только по профилю ДМеТИ ЛР. При эксплуатации локомотивов допускается наличие под одной секцией колесных пар с разными профилями. Обточка с выкаткой или без выкатки колесных пар из-под ТПС производится на специальных станках.

Рассмотрены некоторые существующие профили поверхности катания колес и бандажей, которые используются для рельсового транспорта различными странами.

СВАРНОВАЛЬЦОВАННЫЕ КАНАТНЫЕ БЛОКИ. КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

**Сафронов Д.С., руководитель ст.препод. Василенко В.Н.
Национальная металлургическая академия Украины**

В полиспастных системах различных грузоподъемных кранов, в том числе и специальных металлургических, применяются канатные блоки с диаметром ручья от 320 мм до 800 мм и более, которые выполняются, в основном, из стального литья. Изготовлением блоков занимаются краностроительные заводы, а также ремонтные службы кранового оборудования. Сложность отливки блоков заключается в плохом заполнении узких каналов формы (обода, диска, спиц). Брак по литью достигает на некоторых заводах 20%. Чтобы его сократить, сталелитейные цехи идут на увеличение толщины диска и, особенно, спиц. Припуск на механическую обработку ручья блока должен обеспечивать полное удаление обезуглероживания слоя металла. Это приводит к увеличению массы блока и большому объему механической обработки. В стружку переводится до 15 % массы заготовки. Разработана конструкция и технология изготовления сварновальцованного канатного блока. По разработанной технологии предусматривается изготовление канатных блоков сварными из вальцованного обода, ступицы и спиц, получаемых из стандартного проката.

Канатные блоки, изготовленные методом сварки, из обода ступицы и спиц имеют ряд преимуществ по сравнению с литыми:

- Легче литых на 20-30%;
- Снижена себестоимость изготовления;
- При вальцовке обода происходит наклеп поверхности, что способствует увеличению долговечности блоков;
- Коэффициент использования металла достигает 95-97% (технология малоотходная), в то время как при изготовлении литых выход годного 50%;
- Механическая обработка минимальная;
- Производствосварновальцованных канатных блоков может быть освоено не только краностроительными заводами, но и ремонтными службами кранового хозяйства, т.к. не требует специального сложного оборудования.

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗДЕЛЬНОГО ПРИВОДА ХОДОВЫХ КОЛЕС В МОСТОВЫХ КРАНАХ

Згонников С. руководитель ст.препод. Василенко В.Н.
Национальная металлургическая академия Украины

Механизмы передвижения крановых мостов и тележек выполняются по различным схемам: с тихоходным трансмиссионным валом, с быстроходным или среднеходным трансмиссионным валом. Анализ конструкций показывает, что наиболее рациональной и современной схемой является выполнение механизма передвижения с раздельным приводом ходовых колес. По этой схеме каждая концевая балка моста приводится в движение своим самостоятельным приводом. Хотя схема механизма с раздельным приводом имеет два двигателя, два тормоза и два редуктора, она получается наиболее легкой и простой в изготовлении. В приводах рационально применение электродвигателя с встроенным тормозом и мотор редуктора вертикальной или горизонтальной конструкции.

ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ РЕМОНТЕ НА СТАНКЕ КЖ20

Король И., Назаров А.,руководитель ст.препод. Рубан В.Н.
Национальная металлургическая академия Украины

Для восстановительного ремонта поверхность катания колесных пар локомотивов и мотор вагонных секций машин рельсового транспорта без выкаткииспользуют станки Краматорскогозаводатяжелогостанкостроения моделей КЖ20, КЖ20М, КЖ20МХ, КЖ20Б, КЖ20ТФ1.

Обработка ведется комплектом сборных фасонных фрез. В зависимости от профиля поверхности катания сборная фасонная фреза имеет от 120 до 130 цилиндрических резца, изготовленных из твердого сплава Т14К8.

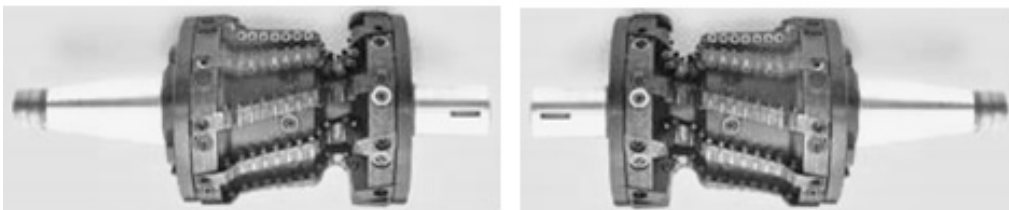


Рис. 1. Комплект фасонных фрез

Сущность математической обработки экспериментальных данных заключается в определении значений показателей степени x , y , z и коэффициентов C_t , C_s , C_v в зависимостях:

$$N = C_t \cdot t^x,$$

$$N = C_s \cdot s^y,$$

$$N = C_v \cdot v^z.$$

Если прологарифмировать то получим выражения:

$$\lg N = \lg C_t + x \cdot \lg t;$$

$$\lg N = \lg C_s + y \cdot \lg s;$$

$$\lg N = \lg C_v + z \cdot \lg v.$$

Частные зависимости можно записать:

$$N = C_t \cdot t^{0,98}, \text{ кВт};$$

$$N = C_s \cdot Sz^{0,67}, \text{ кВт};$$

$$N = C_v \cdot v^{0,89}, \text{ кВт}.$$

Частная зависимость будет иметь вид:

$$N = C \cdot v^{0,89} \cdot Sz^{0,67} \cdot t^{0,98}, \text{ кВт}.$$

По результатам экспериментальных исследований силовых характеристик сборных фасонных фрез получены коэффициенты условий обработки, по результатам построены графики зависимостей.

Данные эксперимента могут быть применены для корректировки техпроцесса по ремонту поверхности катания колесных пар на станках КЖ20.

МЕХАНІЗМ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ З ПЛАНЕТАРНИМ РЕДУКТОРОМ **Кузнецов В.С., керівник ст. викладач Василенко В.М.** **Національна металургійна академія України**

Механізм підйому вантажу використовують для вертикального переміщення вантажів. Найширше використовують канатні лебідки з електроприводом та одним чи двома двигунами. Аналіз конструкцій показує, що найбільш сучасним та раціональним є привод з двома електродвигунами та планетарним редуктором. Механізм підйому дає змогу працювати на чотирьох швидкостях при вмиканні одного або двох двигунів та при обертанні двигунів в одному або протилежному напрямках. Такий механізм використовується в металургійних кранах вантажопідйомністю до 3200 кН.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛУСКОВИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА **ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ПОКРИТТІВ** **Назаренко Р.О., Ходак В.В., керівник ас. Коптілий О.В.** **Національна металургійна академія України**

Дослідження зносостійкості покриттів – складна задача внаслідок багатофакторності сил, що взаємодіють: вібрація, удар, теплове поле, ерозія, зовнішнє середовище (змащення), стирання абразивом полімеру і т.і. Тривале стирання і механічний вплив на покриття викликає розрив полімерного ланцюга і механодеструкцію. Тому дуже важливою є розробка полімерних покриттів з зносостійкими властивостями.

З використанням установки, яка імітує реальні умови експлуатації полімерних покриттів у абразиві, проведені дослідження впливу лускових наповнювачів на зносостійкість покриттів.

За результатами досліджень встановлено, що при наповненні захисних покриттів базальтовою лускою суттєво підвищується їх зносостійкість. Для різних покриттів визначена оптимальна (в межах експерименту) концентрація наповнювача базальтовою лускою, яка забезпечує мінімальний питомий знос.

ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА

TECHNOLOGICAL PROCESS AS TECHNICAL SYSTEM

Kolosova S., head Abramov S.

National Metallurgical Academy of Ukraine

Technological process of production of a detail can be presented in the form of the multilevel, difficult technical system consisting of a formal set of blocks. Basic data for this system are: the detailed drawing, material of detail, value of the processed batch, operating conditions of a detail in knot and machines in general, conditions of production ("Basic data" block). The external block "Preparation" in the course of realization of technological process is exposed to power influence and changes (in geometrical and physical parameters), turning into a ready detail ("Detail" block). Preparation can be received by various methods of plastic deformation, molding, hot extrusion, or a combination of methods. The Preparation block is connected by positive communication with the technological process (TP) of production of a detail: the method of receiving of preparation, its compliance determine structure, the contents and labor input of TP by geometrical and physical parameters of a ready detail. TP is connected with the external block "Basic data" feedback since at realization of TP on concrete production the detail can be non-technological, and there will be a need of updating of the drawing of a detail. The Operating Link – represents technological actions for change of indicators of preparation into detail indicators. One of the main elements of the operating link is the processing method.

In another way, the method of production of a detail decides by ways of formation of the set parameters of their quality on productivity corresponding to the smallest expenses in these conditions of production.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА АБРАЗИВНОЙ СРЕДЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТУ ПОДВИЖНЫХ СОПРЯЖЕНИЙ

Бочкур А.В., руководитель проф. Ткаченко Э.А.

Национальная металлургическая академия Украины

На современном этапе развития промышленного производства задействованы множество машин и механизмов. В сложном процессе горно-металлургической отрасли особое значение имеет применение гусеничной техники. Детали ходовой части работают в чрезвычайно тяжелых условиях: большие удельные нагрузки в узлах сопряжения, ограниченное количество или полное отсутствие смазочного материала между контактными парами, присутствие абразивной и агрессивной сред, значительная амплитуда рабочих температур и тому подобное. В дорожных машинах более в 60% случаев износ имеет абразивный характер.

Проблема повышения долговечности промышленных машин является одной из актуальных задач. Борьба с преждевременным износом деталей оборудования имеет наибольшее значение добывающих и перерабатывающих минеральное сырьё в отраслях промышленности. Сложности создаются ещё и тем, что практически все оборудование промышленных предприятий горно-металлургического комплекса изношено на 75-80% ресурса эксплуатации. Срок службы быстроизнашивающихся деталей определяет рентабельность многих дорогостоящих машин, поэтому исследование абразивной среды, ее гранулометрического состава может решить проблему износа машин, имеющих подвижные сопряжения.

Целью работы является изучение гранулометрического состава абразивной среды для уменьшения износа подвижных сопряжений. Следует провести следующие исследования: разделить на фракции абразивную среду набором контрольных сит, соответственно с ГОСТ Р 52781–2005; исследовать геометрию абразивного зерна с помощью современного бесконтактного интерференционного 3-D профилографа «Micron-alpha»; обработать статистический материал абразивной среды, произвести гранулометрический анализ абразивного зерна.

Выводы При выполнении всех необходимых исследований установлена зависимость между гранулометрическим составом абразивной среды и износа подвижных сопряжений, работающих в этой среде.

Литература: 1. Дж.Сквайрс Практическая физика М.:Москва 1971.245с

2. Никифоров И.П. К вопросу о геометрии абразивного зерна // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2006. № 9. С. 65–68

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ С ВИБРАЦИОННЫМ КОЛЕБАНИЕМ ЗАГОТОВКИ

Моисеенко В.А., руководитель – доц. Криворучко А.М.

Национальная металлургическая академия Украины

Множество деталей в машиностроении поддаются наплавки поверхностного слоя, это делается с целью повышения износостойкости рабочих поверхностей. Также наплавку применяют для восстановления уже изношенных деталей.

В обоих случаях применения данного метода есть существенный недостаток. Он заключается в невозможности получить покрытия с малой шероховатостью, которое исключала бы последующие обработки поверхности. Так как при дальнейшей обработки уменьшается толщина наплавленного слоя.

Целью работы является исследование наплавленной под воздействием вибрации поверхности на предмет снижения шероховатости, увеличения твердости и изменения микроструктуры.

За образец берется проушина трака из гусеничной машины, которая изготавливается из Стали Г13. Испытания образца проводились в лабораторных условиях на профилометре мод. 253, лабораторном твердомере и микроскопе «Mic_alpha_beta_Philips SPZ5000».

Исследования показало что наплавленный под вибрацией слой имеет значительно меньшую шероховатость и большую твердость по сравнению с обыкновенной наплавкой.

ПРОЦЕСИ ТА ЯВИЩА, ЯКІ ЗНИЖУЮТЬ РОБОТУ КОВЗНОГО РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Гайдук К.С.,керівник ,доц.. Маруніч В.О.

Національна металургійна академія України

Класична обробка металів різанням, має ряд недоліків; ті процеси, й явища котрі сприяли руйнації металу у процесі різання з меншими енергетичними затратами, це і є головною задачею моєї дослідницької праці.

Дослід.

Для досягнення поставленої мети, необхідно було вирішити наступні задачі:

-провести аналіз наукових досягнень у суміжних науках й визначити фізичні, механічні й технологічні умови досягнення низькопробних станів металу у контактній зоні інструменту з заготовкою;

- встановити фізичні процеси й явища, які супроводжують ковзне різання, їх послідовність й взаємозв'язок;
- визначити залежність удільної роботи пружної деформації від дії головної складової сили різання P_z ;
- розглянути характер розподілу напруг розтягнення й стиснення, встановити вид напруженого стану при контактній взаємодії інструмента з заготовкою;
- визначити залежність абсолютного здвигу від дії складових сили різання P_z й P_x , його удільну потенційну енергію й роботу, яка здійснюється внутрішньою силою;
- розробити нові методи механічної обробки матеріалів для операцій точіння й фрезерування, які реалізують процес ковзного різання й дозволяють створити перспективи технологічного підвищення довго тривалості й точності деталей машин.

Висновки:

1. Вирішена наукова проблема обробки матеріалів різанням-енергія деформації перетворена у роботу розриву міжатомних чи міжмолекулярних зв'язків на більш ранньому етапі.
2. Сукупність відомих явищ при ковзному різанні: ковзний ударний фретінг; адгезійний знос; процес мікрорізання, котрі виникають як у окремість, так й взаємозв'язано з новим для процесу різання металів розподіленням напруг різного характеру розтягнення й стиснення у контактній зоні інструмента з заготовкою, відкривають не відому до нашого часу закономірність відокремлення зрізаємого шару з меншими енергетичними затратами й створюють перспективи технологічного підвищення довговічності деталей машин.
3. Створені нові методи обробки матеріалів, які реалізують процес ковзного різання: ковзне точіння й ковзне торцеве фрезерування, котрі відкривають перспективи технологічного підвищення довговічності деталей машин. Показано, що отриманий поверхневий шар деталі методом ковзного точіння покращує його геометричні характеристики більш ніж у 2 рази: $R_a=0,2$; $R_z=1,37$; $R_{max}=1,46$; $S_m=26,2$.
4. Визначені основні фізичні процеси у контактній зоні інструмента з заготовкою, які супроводжують ковзне різання металів, їх послідовність, й установлено, що при ковзному різанні має місце плоско напружений стан, який супроводжується чистим зсувом. Виведені залежності удільної потенційної енергії й роботи абсолютного зсуву від складових сили різання P_z й P_x .
5. Вирішена задача по досягненню у контактній зоні інструмента з заготовкою умов, при котрих відбувається всемірне локальне зниження опора оброблюваного металу процесу різання, зародження тріщини й її розвиток у певному напрямі.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА (САРР)

Андрієнко А.М. , керівник Бончук С.В.
Національна металургійна академія України

Метою технологічної підготовки виробництва є створення проекту виробничого процесу та його технологічного забезпечення на основі проекту виробу. Інформація, створювана в інженерних службах ТПП, повинна відповідати на питання - як має виготовлятися виріб, щоб оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства, його випускає. Від якості інформації, створюваної в ТПП і відображається в технологічній документації, значною мірою залежить ефективність виробництва і якість продукції. Є два шляхи вирішення цих задач:

Перша методика заснована на традиційному підході до проектування і до теперішнього часу широко застосовується на підприємствах.

Друга методика передбачає застосування найсучасніших інноваційних рішень в різних сферах виробничої діяльності. При цьому використовується сучасне багатофункціональне і високопродуктивне обладнання спільно з різними системами автоматизованого проектування, що забезпечують підвищення ефективності виробництва.

Класифікацію САПР роблять за використанням, цільовим призначенням, масштабах (комплексності завдань), характером базової підсистеми і т. д.

За використанням найбільш представницькими і широко використовуваними є наступні групи САПР:

- CAD - автоматизація двовимірного й/або тривимірного геометричного проектування, створення конструкторської й/або технологічної документації;
- CAE - автоматизація інженерних розрахунків, аналіз і симуляція фізичних процесів; динамічне моделювання, перевірка й оптимізація виробів;
- CAM - технологічна підготовка виробництва виробів; автоматизація програмування й керування устаткуванням зі ЧПК;
- CAPP (САПР ТП) - автоматизація створення технологічної документації.

Нас цікавлять саме машинобудівні САПР. Є багато різновидів таких програм, які різняться за своїм наповненням, складністю. В залежності від цього САПР системи різняться за своєю вартістю, яка чимала, тому досить важливим є питання обґрунтованого вибору такої системи для власного виробництва.

Метою роботи є обрання такої САПР системи для ремонтно-механічного цеху машинобудівного підприємства.

РОЗМІРНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (CAD), ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ (CAM) ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ (CAPP)»

Адодін А.В., керівник Бончук С.В.

Національна металургійна академія України

Метою технологічної підготовки виробництва є створення проекту виробничого процесу та його технологічного забезпечення на основі проекту виробу. Інформація, створювана в інженерних службах ТПП, повинна відповідати на питання - як має виготовлятися виріб, щоб оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства, його випускає. Від якості інформації, створюваної в ТПП і відображається в технологічній документації, значною мірою залежить ефективність виробництва і якість продукції. Є два шляхи вирішення цих задач:

Перша методика заснована на традиційному підході до проектування і до теперішнього часу широко застосовується на підприємствах.

Друга методика передбачає застосування найсучасніших інноваційних рішень в різних сферах виробничої діяльності. При цьому використовується сучасне багатофункціональне і високопродуктивне обладнання спільно з різними системами автоматизованого проектування, що забезпечують підвищення ефективності виробництва.

Перша методика – проведення розрахунку вручну, що є дуже складним та трудомістким процесом, особливо при проектуванні процесів виготовлення достатньо складних деталей.

Друга методика полягає в залученні сучасних САПР до цього розрахунку.

Метою роботи є обрання такої САПР системи для ремонтно-механічного цеху машинобудівного підприємства, можливості якої дозволять поліпшити працю технолога над проведенням розмірного аналізу.

Безумовно важливим є питання обґрунтованого вибору САПР системи для власного виробництва, але з огляду на поставлене питання виникає дві задачі: перша полягає в створенні та використанні систем, які виконують розмірний аналіз для деталей типу «тіла обертання», а друга - у створенні систем для деталей типу «корпус» та інших деталей, наближених за конфігурацією до корпусних деталей.

Вирішення першої задачі досить просте з огляду на обставини з другою задачею та має свій варіант вирішення, а саме програма KON7 та GRAKON7. Це не самостійні програми, а модулі, які працюють при встановленні на машинобудівну САПР.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (CAD) ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ (CAPP)

Сацький О.В. , керівник доц.. Негруб С.Л.

Національна металургійна академія України

Метою технологічної підготовки виробництва є створення проекту виробничого процесу та його технологічного забезпечення на основі проекту виробу. Інформація, створювана в інженерних службах ТПП, повинна відповідати на питання - як має виготовлятися виріб, щоб оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства, його випускає. Від якості інформації, створюваної в ТПП і відображається в технологічній документації, значною мірою залежить ефективність виробництва і якість продукції. Є два шляхи вирішення цих задач:

Перша методика заснована на традиційному підході до проектування і до теперішнього часу широко застосовується на підприємствах.

Друга методика передбачає застосування найсучасніших інноваційних рішень в різних сферах виробничої діяльності. При цьому використовується сучасне багатофункціональне і високопродуктивне обладнання спільно з різними системами автоматизованого проектування, що забезпечують підвищення ефективності виробництва.

Застосування CAD/CAM/ CAPP - систем можна розглядати на будь-якій стадії проектування. Для розробки заготівельних технологій можна розглянути програмний комплекс Lvmflow, призначений для моделювання й аналізу різних способів лиття й штампування.

Розробка включає кілька етапів:

- створення конструкторської моделі виробу;
- створення технологічної моделі;
- моделювання й аналіз заготівельного процесу в системі Lvmflow — на базі технологічної моделі;
- оформлення й обговорення проміжних і остаточних результатів.

Отримані в результаті чисельного експерименту дані дають багатий матеріал для аналізу конкретної заготівельної технології й прийняття розв'язків по її оптимізації й удосконалюванню.

У нашому випадку проводилося моделювання вже відпрацьованої технології лиття, яка дозволяє уникнути дефектів у тілі деталі — усі дефекти йдуть у ливарний

додаток. Таким чином, має місце повна кореляція результатів чисельного й натурного експериментів.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ (САРР) ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ В РЕМОНТНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ЦЕХАХ

**Чумак Н.М., керівник доц.. Негруб С.Л.
Національна металургійна академія України**

Метою технологічної підготовки виробництва є створення проекту виробничого процесу та його технологічного забезпечення на основі проекту виробу. Інформація, створювана в інженерних службах ТПП, повинна відповідати на питання - як має виготовлятися виріб, щоб оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства, його випускає. Від якості інформації, створюваної в ТПП і відображається в технологічній документації, значною мірою залежить ефективність виробництва і якість продукції. Є два шляхи вирішення цих задач:

Перша методика заснована на традиційному підході до проектування і до теперішнього часу широко застосовується на підприємствах.

Друга методика передбачає застосування найсучасніших інноваційних рішень в різних сферах виробничої діяльності. При цьому використовується сучасне багатофункціональне і високопродуктивне обладнання спільно з різними системами автоматизованого проектування, що забезпечують підвищення ефективності виробництва.

Перша методика – проведення розрахунку вручну, що є дуже складним та трудомістким процесом, особливо при проектуванні процесів виготовлення достатньо складних деталей.

Розробка операцій інноваційного технологічного процесу припускає застосування сучасної САРР-системи Adem 9.0.

Створення технологічного процесу в системі АDEM виконується у два етапи. Перший етап — це введення й накопичення даних, власне сам процес проектування. При цьому інформація вводиться тільки один раз і надалі може потрапляти в різні документи. Залежно від серійності виробництва розробка технологічних процесів обмежується маршрутною технологією або розробляється більш докладна поопераційна технологія. На другому етапі здійснюється формування вихідних документів. Даний етап виконується в пакетному режимі без участі технолога.

При проектуванні й оформленні технологічного процесу більшість параметрів у документації заповнюються автоматично, ґрунтуючись на вхідних даних. При створенні операційних ескізів використовуються моделі й/або креслярські інструменти усередині середовища проектування.

АDEM спрямована на забезпечення технолога сучасним зручним інструментом, який дозволяє підвищити продуктивність його роботи й, як наслідок, скоротити час технологічної підготовки виробництва.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ДІЛЯНОК РЕМОНТНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ЦЕХІВ

**Бобришев П.В., керівник Бончук С.В.
Національна металургійна академія України**

Метою технологічної підготовки виробництва є створення проекту виробничого процесу та його технологічного забезпечення на основі проекту виробу. Інформація, створювана в інженерних службах ТПП, повинна відповідати на питання - як має виготовлятися виріб, щоб оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства, його випускає. Від якості інформації, створюваної в ТПП і відображається в технологічній документації, значною мірою залежить ефективність виробництва і якість продукції. Є два шляхи вирішення цих задач:

Перша методика заснована на традиційному підході до проектування і до теперішнього часу широко застосовується на підприємствах.

Друга методика передбачає застосування найсучасніших інноваційних рішень в різних сферах виробничої діяльності. При цьому використовується сучасне багатофункціональне і високопродуктивне обладнання спільно з різними системами автоматизованого проектування, що забезпечують підвищення ефективності виробництва.

У запропонованій роботі розглянемо Autodesk Factory Design Suite як єдиний комплекс взаємодоповнюючих одна одну програм. Нова розробка компанії Autodesk дозволяє легко перейти від «плоского» планування виробничих ділянок до тривимірного представлення. Очевидно, що додатковий вимір дозволяє інженерам уникати помилок, а також представляти детальну інформацію для установки додаткових одиниць устаткування.

Лінійка програмних продуктів Autodesk поповнилася розв'язком для двох- і тривимірного планування виробничих приміщень Autodesk Factory Design Suite, що дозволяє компонувати й оптимізувати виробниче встаткування, використовуючи цифрову модель усього підприємства або окремих цехів. Autodesk Factory Design Suite — це набагато більше, ніж просто інструмент для розміщення встаткування. Цей засіб, що дозволяє логічно обґрунтувати його розміщення, використовуючи найсучасніші цифрові технології.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ АБО ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ОБРОБКИ (САМ)

**Візір А.Ю., керівник Бончук С.В.
Національна металургійна академія України**

Метою технологічної підготовки виробництва є створення проекту виробничого процесу та його технологічного забезпечення на основі проекту виробу. Інформація, створювана в інженерних службах ТПП, повинна відповідати на питання - як має виготовлятися виріб, щоб оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства, його випускає. Від якості інформації, створюваної в ТПП і відображається в технологічній документації, значною мірою залежить ефективність виробництва і якість продукції. Є два шляхи вирішення цих задач:

Перша методика заснована на традиційному підході до проектування і до теперішнього часу широко застосовується на підприємствах.

Друга методика передбачає застосування найсучасніших інноваційних рішень в різних сферах виробничої діяльності. При цьому використовується сучасне багатофункціональне і високопродуктивне обладнання спільно з різними системами автоматизованого проектування, що забезпечують підвищення ефективності виробництва.

Відмінною рисою проектування інноваційних операцій, є розробка керуючих програм і верифікація обробки. Вихідними матеріалами для розробки керуючих програм є спроектована операція технологічного процесу з обраними методами обробки й режимами різання, а також створена в кожній з CAD-програм геометрична модель. Створення керуючих програм здійснюється з використанням САМ-додатків програм ADEM, Unigraphics NX, Solidworks, T-FLEX і ін. Результатом роботи повинні бути лістинг керуючої програми, а також траєкторії інструмента й візуалізації обробки.

У процесі розробки задаються наступні елементи:

- вибирається метод обробки;
- створюється система координат верстата й система координат деталі;
- задається геометрія оброблюваної деталі, заготовки й пристрій;
- для кожного переходу створюється інструмент, вибираються його геометричні параметри;
- створюються переходи й операція, для цього вибираються необхідні параметри, задається геометрія обробки, параметри різання
- формується перехід і траєкторія руху інструмента
- візуалізація процесу обробки.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (CAD) ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

Наумова О.А., керівник Бончук С.В.

Національна металургійна академія України

Метою технологічної підготовки виробництва є створення проекту виробничого процесу та його технологічного забезпечення на основі проекту виробу. Інформація, створювана в інженерних службах ТПП, повинна відповідати на питання - як має виготовлятися виріб, щоб оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства, його випускає. Від якості інформації, створюваної в ТПП і відображається в технологічній документації, значною мірою залежить ефективність виробництва і якість продукції. Є два шляхи вирішення цих задач:

Перша методика заснована на традиційному підході до проектування і до теперішнього часу широко застосовується на підприємствах.

Друга методика передбачає застосування найсучасніших інноваційних рішень в різних сферах виробничої діяльності. При цьому використовується сучасне багатофункціональне і високопродуктивне обладнання спільно з різними системами автоматизованого проектування, що забезпечують підвищення ефективності виробництва.

Для спроектованого технологічного процесу конструктор проектує спеціальний верстатний пристрій. Конструкція пристрій розробляється з урахуванням особливостей обладнання, для якого пристрій проектується з дотриманням всіх норм техніки безпеки. При цьому необхідно забезпечити необхідну точність виготовлення деталі, найбільшу продуктивність при найменшій вартості пристрій.

Рекомендується наступний порядок проектування пристрою: ознайомлення з конструкціями пристроїв, аналогічних заданому; вибір прототипу і його критичний аналіз з точки зору відповідності встановленим вимогам; пошук шляхів вдосконалення конструкції; складання ескізних варіантів конструкції пристрою та узгодження ескізів з керівником проекту; розрахунок пристрою на точність, економічне обґрунтування обраного варіанту пристрій; розрахунок на надійність закріплення; розробка 3D моделі пристрій; розрахунок елементів пристрій на міцність з використанням системи ANSYS; оформлення креслення загального виду пристрій.

В результаті вивчення прототипів конструктор розробляє власні конструктивні варіанти.

Розрахунок на точність і економічне порівняння варіантів пристроїв дозволяє вибрати найбільш ефективний варіант. Розробка 3-D моделі пристрою виконується за допомогою систем Solidworks, T-FLEX та ін. При цьому необхідно прагнути до максимального використання баз даних стандартизованих і нормалізованих деталей і напівфабрикатів даних систем, що дозволяє скоротити трудомісткість проектування приблизно на 25% і зменшити вартість виготовлення пристрою на 20...30 %.

Для найбільш навантажених деталей пристрою виконується аналіз міцності з використанням системи ANSYS. Необхідні для аналізу 3D-моделі деталей пристрій отримують при розробці 3D-моделі пристрою. Методики і схеми навантаження деталей необхідними зусиллями розглянуті у відповідних додатках опису системи ANSYS.

Моделювання деталей та складання верстаного пристрою здійснюється з використанням CAD-додатків програм Solidworks, T-FLEX і ін. Система комп'ютерного моделювання T-FLEX має найбільш повну бібліотеку стандартних та стандартизованих деталей і елементів верстатних пристроїв, що значно полегшує роботу конструктора та значно скорочує час проектування.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОЛІТНО-ПЛАЗМОВОМУ РОЗРЯДІ ПРИ АНОДНОМУ НАГРІВАННІ

**Володько Е. керівник проф. Тутик В.А.
Національна металургійна академія України**

Електролітно-плазмова обробка (ЕПО) є перспективним методом модифікації поверхневих шарів металевих деталей за порівняно невеликий проміжок часу. Особливістю даного процесу є виникнення пароплазмової оболонки, яка оточує оброблювану деталь і відокремлює її від розчину електроліту. Процес виникнення оболонки, її характеристики у квазістаціонарному стані визначають можливість здійснення того або іншого варіанта ЕПО.

Метою роботи є розробка методики одержання й аналізу коливань сили струму, що проходить через пароплазмову оболонку, в умовах анодного електролітно-плазмового нагрівання.

Для досліджень використовувалася створена експериментальна установка для електролітно плазмової обробки. В процесі досліджень вимірювались: температура анода й електроліту, напруга на оброблювальному зразку. Для виміру й запису коливань сили струму використовувався двоканальний електронний осцилограф.

Експериментально отримані осцилограми сили струму які за допомогою відповідних програмних засобів були перетворені в спектри. Первинний аналіз спектрів коливань сили струму дозволяє зробити наступні висновки:

1. У спектрі присутні коливання мережі змінного струму, а також коливання, породжені двуполуперіодною схемою випрямлення (50 і 100 Гц відповідно).

2. У повному спектрі можливо виділити дві ділянки: низькочастотну – до 1100 Гц і високочастотну 20-60 кГц. Високочастотні коливання представляють на наш погляд дискретні викиди іонів з межфазної границі електроліту в оболонку. Низькочастотні коливання можуть відповідати механічним коливанням товщини парогазової оболонки, що також приводить до зміни сили струму у вигляді зменшення її електричного опору. Аналіз низькочастотних коливань може дати інформацію про особливості теплообміну пароплазмової оболонки й розчину електроліту.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ДЕТАЛЯХ МЕТОДОМ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ

**А.Ю. Тараненко, руководитель С.Ю.Макеев
Национальная металлургическая академия Украины**

В процессе изготовления, эксплуатации и ремонта деталей в них возникают технологические остаточные напряжения. В настоящее время имеется ряд работ, посвященных разработке методов их определения в конструкционных материалах после различных видов механической обработки и длительных сроков эксплуатации. Последнее приводит к разрушению сопряжения деталей и требует замены изношенных узлов. Повысить долговечность и износостойкость сопрягаемых деталей предлагается с помощью наплавки под вибрацией.

Целью данной работы является исследование методов определения присутствующих в детали остаточных напряжений и способов их устранения после наплавки.

В роли исследуемого образца взято звено танкового трака изготовленного из стали Г13. Испытания проводились в лабораторных условиях на установке ЭВ-1000 с инерционным дебалансным вибратором, применяемой для создания колебаний с частотой несколько десятков герц на поверхности стола, сделанного на основе вертикально-сверлильного станка 2Н124Л.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что снятие напряжений путем наложения низкочастотных колебаний является достаточно эффективным методом в сравнении с традиционными видами снятия напряжений (термический и другие). Вибрационный метод позволяет в широком диапазоне управлять режимными параметрами воздействия за счет изменения значений виброскорости и виброускорения.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что предлагаемый метод позволяет качественнее и с меньшими затратами уравнивать сжимающие и растягивающие остаточные напряжения, возникающие в детали при её технологической обработке и в процессе эксплуатации. Кроме того, применение указанного метода позволяет минимизировать возникновение в процессе обработки таких негативных явлений, как поры, несплавления, непровары и шлаковые включения, что значительно повышает качество изделия и ресурс его работы.

ІНЖЕНЕРНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

СТРУКТУРА, ФАЗОВИЙ СОСТАВ І СВОЙСТВА ІЗНОСОСТОЙКИХ ХРОМОМАРГАНЦЕВИХ ЧУГУНОВ В ЛИТОМ СОСТОЯННІ

**Швец П.Ю., керівник проф., д.т.н. Куцова В.З.
Національна металургічна академія України**

Важне місце в переробці сирових і будівельних матеріалів займають операції дроблення, измельчення і розмола, що потребують більше половини всіх енергетических і матеріальних витрат переробляючих підприємств в гірничо-металургічній, сировинній, будівельній і енергетичній галузях промисловості України. При цьому багато деталей обладнання піддаються інтенсивному абразивному і ударно-абразивному зношенню, що призводить до виходу дорогого обладнання з експлуатації.

Поэтому проблема повышения качества материалов для износостойких деталей оборудования при снижении затрат на их производство, является весьма важной и актуальной.

Для деталей, работающих в условиях абразивного и ударно-абразивного износа, широко применяют половинчатые и белые чугуны. Эти чугуны для повышения износостойкости легируют большими количествами хрома, никеля, молибдена, ванадия и других дефицитных и дорогих легирующих элементов, что определяет высокую стоимость таких сплавов.

В настоящее время применение новых методов формирования структуры в экономнолегированных сталях и чугунах позволяет существенно повысить эксплуатационные свойства деталей технологического оборудования из этих сплавов.

Исходя из этого, разработка износостойких чугунов, которые не содержат больших количеств хрома и других дорогих легирующих элементов и методов формирования их структуры и свойств является актуальной задачей современного металловедения, представляющей теоретический и практический интерес. В связи с этим целью настоящей работы является изучение структуры, фазового состава и свойств износостойких хромомарганцевых чугунов.

В работе изучена структура, фазовый состав, свойства и распределение легирующих элементов между фазами и структурными составляющими в экономнолегированных хромомарганцевых чугунах (с содержанием марганца 5 - 15%) в литом состоянии.

Показано, что с целью сокращения затрат на исходные материалы и сохранения уровня механических и эксплуатационных свойств целесообразно использовать экономнолегированные хромомарганцевые чугуны, в которых уменьшено содержание хрома и никеля за счет замены марганцем. Высокие механические и эксплуатационные характеристики хромомарганцевых чугунов обеспечиваются расширением температурного интервала стабильности аустенита.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ БЕЙНІТНОЇ СТАЛІ 14X2ГМР

**Белянська А.О., кер. проф. Погребна Н.Е.
Національна металургічна академія України**

Метою досліджень є вивчення шляхів підвищення механічних властивостей конструкційної будівельної сталі 14X2ГМР за рахунок термодіформувального зміцнення на підставі систематичних досліджень процесу структуроутворення.

Було виявлено що високотемпературна термомеханічна обробка сталі 14X2ГМР призводить до підвищення міцності порівняно з контрольною обробкою (загартуванням від температури аустенізації 940 °С). Пластичність в цьому випадку змінюється незначно, а ударна в'язкість зростає особливо в області змішаних зламів. Збільшення ступеня деформації в процесі ВТМО від 20 до 60% (за три проходи) при 950 і 900 °С призводить до безперервного росту міцності, зниження пластичності і ударної в'язкості в цьому випадку не відбувається. Зниження температури деформації в процесі термомеханічного зміцнення бейнітної сталі від 950 °С в міжкритичний інтервал температур (до 800 °С) викликає зниження міцності, але при цьому зростає пластичність і ударна в'язкість, а також поліпшується холодостійкість.

За допомогою даного виду обробки можна використовувати тепло прокатного нагріву, тобто необхідності в додатковому термічному нагріві немає. Це дозволяє досягнути значної економії енергоресурсів під час виробництва.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАРОК СТАЛЕЙ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ТЕХПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ БАНДАЖІВ ЛОКОМОТИВНИХ КОЛІС

**Красюкова О.О., керівник проф. Узлов К.І.
Національна металургійна академія України**

Залізниця є базовою галуззю економіки України. Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008 – 2020 роки пріоритетом в оновленні рухомого складу встановлене забезпечення залізниць України рухомим складом переважно «нового покоління». Зокрема, «Програмою...» передбачені такі завдання: екіпажна частина тягового рухомого складу повинна забезпечувати пробіг бандажів колісних пар до 1 млн. км., для цього поверхня кочення колеса повинна мати твердість не менше 320 НВ. Сучасні нормативні вимоги до бандажів локомотивів тягового складу залізниць передумовлюють використання високовуглецевих сталей (до 0,68% мас С), які при реалізації прийнятих у виробництві технологічних процесів набувають типової доевтектоїдну ферито - перлітну структуру. Такий структурний стан забезпечує твердість виробу для «Марки 3» 275 НВ у сполученні з тимчасовим опором руйнуванню 1000 - 1200 Н /мм² та ударною в'язкістю 20 Дж/см².

Сполучення мікролегуювання високовуглецевих сталей з розробкою ефективних технологічних режимів термозміцнення, дозволяють створити технологічний процес, який надійно забезпечує досягнення заданих характеристик виробу. Результатами досліджень показано, що при ефективному вмісті мікролегуючої домішки 0,08...0,15 мас.% V та при використанні раціонального режиму термозміцнення бандажна сталь «Марки Т» набуває бейнітну структуру, яка забезпечує бажану твердість ≥ 320 НВ у сполученні з показниками тимчасового опору руйнуванню ≥ 1078 Н /мм² та ударною в'язкістю ≥ 20 Дж/см².

ВЛИЯНИЕ ХРОМА И ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СТРУКТУРУ, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ, СВОЙСТВА И КИНЕТИКУ РАСПАДА ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО АУСТЕНИТА В ВЫСОКОХРОМИСТЫХ СПЛАВАХ
**Палагутина И.В., руководитель доц. Ковзель М.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

В настоящее время белые высокохромистые чугуны (с содержанием хрома ~ 12 – 30 %) применяются для изготовления деталей, работающих в условиях ударно-абразивного износа, в частности, лопаток дробебетных аппаратов, плит бронезащиты,

мелющих шаров, прокатных валков. Причиной выхода указанных деталей из строя является усталостное разрушение поверхностных слоев в результате многократной ударной микропластической деформации. Увеличить срок службы этих изделий возможно формированием матрицы, обладающей более высокой способностью аккомодировать энергию микроудара, но без значительной пластической деформации. Предварительные исследования показали, что такой структурной составляющей является бейнит.

В то же время в литературе мало информации о структурообразовании и кинетике бейнитного превращения в высокохромистых чугунах с высоким содержанием хрома.

В связи с этим целью данной работы является изучение влияния хрома и легирующих элементов на формирование структуры, фазового состава, свойств и кинетику распада переохлажденного аустенита в высокохромистых сплавах.

В работе изучены структура, фазовый состав и свойства высокохромистых чугунов с содержанием хрома 12 и 21% в исходном состоянии и в результате различных режимов термической обработки. Изучена кинетика распада переохлажденного аустенита в исследуемых высокохромистых чугунах. Разработаны оптимальные режимы термической обработки на бейнит чугунов с различным содержанием хрома, обеспечивающие повышенные механические и эксплуатационные свойства, в частности, износостойкость.

Показано, что для получения максимальной твердости и износостойкости изделий из высокохромистых чугунов рекомендуется термическая обработка с изотермической выдержкой в области бейнитного превращения. В качестве оптимального режима термической обработки для чугуна с содержанием хрома 12% рекомендуется: выдержка при температуре аустенитизации 1050°C (время выдержки 1,5 часа) и последующая изотермическая выдержка при температуре 300°C; а для чугуна с содержанием хрома 21% - аустенитизация при температуре 1050°C (время выдержки 1 час) с последующей изотермической выдержкой в промежуточной области температур (350°C).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АЛМАЗА ДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В ЧУГУНЕ

Небрятенко А.Н., рук. проф. Губенко С. И.

Национальная металлургическая академия Украины

Изучена возможность использования серого и высокопрочного чугуна в качестве реакционной среды для получения алмаза динамического синтеза. Для исследования использованы синтетические чугуны с разным типом металлической матрицы. Чугуны подвергали следующим обработкам: динамическое нагружение путем удара металлической пластиной, разогнанной продуктами детонации взрывчатого вещества; горячая деформация ковкой; термоциклическая обработка. Использовали комплексное воздействие ковка+взрывная обработка и взрывная обработка+термоциклирование.

Исследовано влияние всех видов воздействия на структурные изменения и перераспределение элементов в матрице чугунов, влияющие на протекание полиморфного превращения графит→алмаз. Установлено, что этот процесс интенсифицируется при предварительной обработке давлением, приводящей к ориентированному распределению включений графита.

Предложен механизм роста частиц алмаза динамического синтеза при последующем термоциклировании. Показано, что кристаллы алмаза могут расти как в

кинетическом, так и в диффузионном режимах, причем для заданных условий стационарности процесса роста и непересекаемости диффузионных потоков к различным кристаллам можно получить зависимости, описывающие скорости роста кристаллов в различных режимах. Установлено, что предпочтительный рост кристаллов алмаза относительно графита при распаде пересыщенного твердого раствора может быть реализован в кинетическом режиме при определенных условиях. Показана роль взвального активирования чугуновой матрицы на условия образования и роста алмаза.

Исследована структура и кристаллографические особенности алмазных частиц. Установлено, что по показателю светопреломления алмаз динамического синтеза близок к природному алмазу. Метод получения алмаза динамического синтеза путем применения комплексных воздействий является перспективным с точки зрения энерго- и материалоемкости процесса, а также вследствие возможности управления этим процессом. Исследование влияния типа и состава чугуновой матрицы как реакционной среды на наращивание алмаза динамического синтеза показало, что эффективно применять чугун с аустенитной матрицей и пластинчатым графитом.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТУГОПЛАВКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ЛОКАЛЬНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СТАЛИ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Добровольская Я. Г., рук. проф. Губенко С. И.
Национальная металлургическая академия Украины**

Применение лазерной обработки для упрочнения изделий обусловлено ее многими преимуществами. Недостаточно изученным остается вопрос поведения неметаллических включений в стали при лазерном воздействии и их влияние на образование различных дефектов. Целью работы было изучение поведения оксидных, нитридных и силикатных включений при лазерной обработке.

Исследованы дефекты упрочненного слоя, обусловленные присутствием неметаллических включений (микроразрушения, нарушение структурной однородности и геометрии слоя).

Исследование поведения включений различных типов при лазерном воздействии позволило определить их роль в многофакторном микронеоднородном развитии упрочнения стали и влияние на уровень упрочнения стальной матрицы.

Обнаружено явление локальной микросварки включений со стальной матрицей, способствующее изменению состояния межфазных границ и механизма образования микроразрушений вблизи включений при последующей пластической деформации.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ В СТАЛЯХ В СРЕДАХ

**Гречишкина А. А., рук. проф. Губенко С. И.
Национальная металлургическая академия Украины**

Исследован уровень активности неметаллических включений в зарождении коррозионных повреждений в колесной стали, который определяется не только их полупроводниковыми свойствами и величиной электросопротивления, но также знаком термических напряжений и степенью пластичности включений при деформации.

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. Исследована роль межфазных границ включение-матрица в повышении микрохимической гетерогенности колесной стали и развитии адсорбционных и коррозионных процессов.

Исследовано влияние неметаллических включений на склонность колесной стали к коррозионному растрескиванию и усталостную прочность в коррозионных средах. Испытания на склонность колесной стали к коррозионному растрескиванию показали, что неметаллические включения существенно ухудшают механические характеристики. Наиболее чувствительными к воздействию коррозионной среды оказались сопротивление отрыву S_k и показатели пластичности δ и ψ по сравнению с пределом прочности σ_B . В максимальной степени все механические характеристики под действием коррозионной среды ухудшились в опытной плавке с сульфидными включениями. 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. По степени влияния типа неметаллического включения на механические свойства колесной стали в коррозионных средах установлен следующий убывающий ряд: сульфиды $(Fe, Mn)S$, FeS - MnS → корунд и шпинель Al_2O_3 , $MnO \cdot Al_2O_3$ → силикаты SiO_2 , $MnO \cdot SiO_2$, $FeO \cdot SiO_2$ → карбонитрид титана $TiCN$.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СТАЛИ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ОТЖИГЕ

Тимченко Е. А., рук. проф. Губенко С. И.

Национальная металлургическая академия Украины

Исследована спонтанная рекристаллизация стальной матрицы, обусловленная превращениями в неметаллических включениях, которая носит локальный характер. Причиной ее являются объемные эффекты, возникающие вследствие превращений во включениях и приводящие к концентрации напряжений в матрице и локальным пластическим сдвигам. Рассмотренные явления происходят во время нагрева сталей перед горячей деформацией или при термической обработке, а также при охлаждении после деформации или отжига и способствуют формированию неоднородной структуры стали.

Высокотемпературный отжиг стали позволяет уменьшить общую загрязненность включениями, средние их размеры и регулировать их состав, форму и распределение в матрице. В зависимости от типа включений, температуры отжига и продолжительности выдержки происходит частичное или полное растворение включений.

Скорость охлаждения влияет на исследованные параметры. При закалке средние размеры включений больше, чем при медленном охлаждении. Это объясняется выделением при медленном охлаждении дисперсных частиц “сателлитов” вокруг исходных включений.

Характер изменения механизма и параметров образования микроразрушений на границах включение-матрица свидетельствует об увеличении адгезионных связей на этих границах, иными словами, при отжиге происходит локальная диффузионная микросварка несмачиваемых и плохо смачиваемых включений и стальной матрицы.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ И ГРАНИЦ ВКЛЮЧЕНИЕ-МАТРИЦА КАК ИСТОЧНИКОВ И СТОКОВ ДИСЛОКАЦИЙ

Бондарь И. А., рук. проф. Губенко С. И.

Национальная металлургическая академия Украины

Известно, что неметаллические включения являются концентраторами термических и деформационных напряжений в сталях. Определяли изменение упругих термических микронапряжений в матрице при изменении расстояния от включения в условиях охлаждения низкоуглеродистой стали после горячей прокатки. Напряжения в зонах матрицы, прилегающих к включению, превышают предел текучести низкоуглеродистой стали, поэтому должна развиваться пластическая деформация матрицы, способствующая уменьшению напряжений и вокруг включения создается пластическая зона.

Характер распределения дислокаций свидетельствует об их расположении в определенных кристаллографических плоскостях и направлениях.

Источники дислокаций на границе матрица-включение могут возникнуть при пластической деформации или охлаждении стали. Для работы дислокационного источника необходимо, чтобы линейная протяженность упругого поля превышала размеры источника Франка-Рида для стали, иначе он будет деформироваться упруго. Рассмотрены несколько моделей работы дислокационных источников вблизи включений.

При внешних воздействиях в межфазных границах включение-матрица происходят различные перестройки, которые являются не только непосредственной реакцией их структуры на внешние воздействия, но также следствием взаимодействия границ раздела с другими дефектами решетки и приводят к эффекту самоорганизации в этих границах. Обнаружен эффект испускания границами включение-матрица ансамблей сильно взаимодействующих дислокаций и обрывков субграниц, являющийся результатом коллективных перестроек групп атомов и фазовых переходов в дефектном слое сильно возбужденных межфазных границ, сформировавшемся в результате поглощения решеточных дислокаций при деформации и рекристаллизации стали.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГРАНИЦ ВКЛЮЧЕНИЕ-МАТРИЦА СТАЛИ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Дорошенко В. Е., рук. проф. Губенко С. И.

Национальная металлургическая академия Украины

При высоких температурах вдоль межфазных границ включение-матрица стали развивается проскальзывание, которое носит вклад в пластическую деформацию. Проскальзывание вдоль границ включение – матрица наблюдается при температурах 1000-1200°C. Оно проявляется в уширении межфазных границ, появлении рельефа деформации, аналогичного структуре межзеренных границ и подтверждается фактом разрыва рисок вблизи включений. Вблизи включений, как и при более низких температурах, наблюдалась локализация деформации. Следствием увеличения локализации деформации квазивязкого характера является изгиб рисок, предшествующий их разрыву (смещению). Механизмом межфазного проскальзывания является движение собственных дислокаций границ включение-матрица - собственное проскальзывание или внесенных дислокаций, причем последние могут генерироваться источником в самой границе или являться внутризеренными дислокациями, захваченными границей и продиссоциировавшими на граничные – наведенное проскальзывание. Проскальзывание по границам включение-матрица является

самостоятельным микромеханизмом пластической деформации при высоких температурах, поэтому представляет интерес оценить его вклад в развитие деформации стали. При исследовании микронеоднородной деформации сталей вблизи неметаллических включений на межфазных границах обнаружили всплески интенсивности деформации.

ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ І СХЕМИ ХОЛОДНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ 08Ю

Рошка О.В., кер. проф. Погребна Н.Е.

Національна металургійна академія України

Впливи величини і схеми холодної пластичної деформації на структуру і властивості низьковуглецевої сталі було досліджено (у лабораторних і промислових умовах) на автолистовій сталі типу 08Ю.

Для дослідження впливу міри обтискань (до і після проміжного відпалу і сумарного обтискання) були отримані гарячекатані смуги завтовшки 5,2 мм - для обробки за новою технологічною схемою (2-х кратна прокатка) і завтовшки 4,0; 2,7; 2,0 і 1,6 мм - для обробки за старою схемою (одноразова прокатка).

При дослідженні мікроструктури готових листів визначали характер зміни зеренної структури феритної матриці і різницю зерен фериту вздовж і поперек напряму прокатки на стані "2180".

Двократна холодна прокатка з проміжним відпалом призводить до зміни форми і розмірів зерен фериту. Зерна набувають поліедричної форми і їх витягнутість уздовж напряму прокатки зменшується, таким чином вона дозволяє зменшити різнозернистість. Отримані дані показують, що обробка листів із сталі 08пс і 08Ю за новою технологічною схемою з двократною холодною прокаткою і проміжним відпалом значно покращує структуру і підвищує пластичні властивості автомобільного листа.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО КРЕМНИЯ

Ишков С.С., рук. доц. Носко О.А.

Національна металургійна академія України

Актуальность исследования структуры и свойств легированного полупроводникового кремния не представляет сомнений, поскольку это важнейший материал электронной промышленности, который и в XXI веке остается материалом номер один.

Известно, что специфической особенностью полупроводников является их высокая чувствительность к примесям. Причем влияние примесных атомов не ограничивается локальной областью, а распространяется на всю решетку. Основной причиной, приводящей к деградации свойств монокристаллов кремния после нагрева, являются структурные превращения, связанные с частичным преобразованием алмазоподобного кремния в кремний со структурой белого олова. Одним из способов повышения термостабильности полупроводникового кремния является легирование.

Основной задачей легирования является введение таких легирующих элементов в монокристаллический полупроводниковый кремний, которые либо подавляли бы указанные выше превращения, либо сдвигали температурные интервалы структурных превращений в область более высоких температур, и тем самым способствовали бы повышению термостабильности кремния.

Изучена дислокационная микроструктура легированного Cz–Si. Изучена микротвердость Cz–Si при введении легирующих элементов. Показано, что легирование алюминием и оловом практически не изменяют среднюю микротвердость Cz–Si, остальные элементы (B, Cu, Ge, Zr, Hf, B-Sn, B-Mo) повышают ее до значений 7000-7500 МПа. Микротвердость матрицы существенно повышается только при легировании Zr, Hf и B-Sn, B-Mo.

ВПЛИВ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОРШНЕВИХ СПЛАВІВ Al-Si

Бурцев Р.О., керівник доц. Носко О.А.
Національна металургійна академія України

Заевтектичні силуміни широко використовуються для виробництва поршнів двигунів внутрішнього згорання і ряду інших деталей, виготовлених методами фасонного литва або рідкого штампування. Дуже часто використання цих сплавів для виготовлення напівфабрикатів методом безперервного литва ускладнене через формування в структурі грубих первинних кристалів кремнієвого твердого розчину, що знижують технологічність матеріалу при литві і експлуатаційні властивості готових виробів.

Переслідуючи мету поліпшити структуру і властивості поршневиx силумінів, їх піддають модифікуванню. Модифікування є складним процесом фізико-хімічної взаємодії модифікаторів з основними компонентами сплаву – алюмінієм і кремнієм, і його необхідно розглядати із загальних позицій фізико-хімічних основ раціонального легування сталей і сплавів.

У даній роботі вивчено структуру і властивості заевтектичного сплаву системи Al-Si як немодифікованого, так і модифікованого композиціями B+Sn і B+Sn+Sc.

Показано, що

- введення комплексів B-Sn, B-Sn-Sc приводить до зменшення розміру первинних кристалів β -Si твердого розчину (у 2-14 разів) і збільшення кількості евтектичної складової (на 4-13%) в порівнянні з вихідним сплавом;

- найкращі кількісні параметри структури зі всіх досліджених сплавів забезпечує силумін, модифікований комплексом B-Sn: мінімальні розміри первинних кристалів кремнієвого твердого розчину (100 мкм) і максимальний ступінь розгалуження евтектичного кремнієвого твердого розчину ($h=3$ мкм, $l=39,6$ мкм);

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАРОК СТАЛЕЙ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ТЕХПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИСОКОМЦІНИХ ЗЕТОВИХ ПРОФІЛІВ НЕСУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ РАМИ ВАГОНУ

Крилова К.М., кер. проф. Узлов К.І.
Національна металургійна академія України

Річний обсяг перевезень українських залізниць у 3 – 5 разів перевищує відповідний показник розвинених європейських країн. Подальше збільшення перевезень, якого потребує економіка, вимагає формування нового рівня транспортного забезпечення, який повинен базуватися на якісно новому здійсненні всього комплексу технологічних операцій. Тому «Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008 – 2020 роки», пріоритетом в оновленні рухомого складу встановлене застосування при виробництві нових матеріалів з більш високими технічними характеристиками. Для створення та освоєння виробництва вантажного

рухомого складу та його складових частин «Програмою...» були висунуті базові принципи можливості збільшення осьового навантаження до 25,0 тс. Очевидно, що збільшення осьового навантаження є наслідком зростання маси тари брутто, яка безпосередньо розташована на несучих елементах рами вагону. Це обумовлює необхідність пошуку нових матеріалів з підвищеними показниками класу міцності, зокрема для гарячекатаного зетового профілю хребтової балки.

Дослідженнями роботи було встановлено, що основним матеріалом для виготовлення профілю хребтової балки є низьковуглецева доевтектоїдна сталь СтЗсп, яка забезпечує клас міцності матеріалу 255. Додаткове легування сталі марганцем (сталь марки 09Г2) обумовлює зміну термодинамічних параметрів перекристалізації сталі з формуванням ферито-перліто-бейнітної структури, що забезпечує клас міцності 295. Аналіз процесу мікролегування ніобієм у кількості 0,02...0,05 мас % (сталь 10Г2Б) дозволив встановити принциповий вплив цієї домішки на зміну закономірностей структуроутворення з формуванням 100% бейнітної структури, яка сприяє досягненню класу міцності 375.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ
ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ Р6М5**
Михайлова Е.И., рук. доц. Федоркова Н. Н., н.с. Балакин А. А.
Национальная металлургическая академия Украины

Целью данной работы было исследование влияния температуры и изотермической выдержки, а также количества циклов нагрев-охлаждение в области кристаллизации с последующей закалкой на параметры структуры стали Р6М5.

Получение опытных образцов осуществляли на экспериментальной установке для структурно-закалочных исследований. Установка позволяет фиксировать структуру и фазовый состав стали заданной температурной области кристаллизации и перитектического превращения. Экспериментальная часть работы заключалась в том, что после изотермической выдержки при 1570°C образцы подвергали термоциклированию при температурах 1250-1320°C: I образец – 1 цикл; II образец – 2 цикла и III – 3 цикла с охлаждением до 1250°C с последующей закалкой.

Качественный и количественный металлографические анализы структуры проводили с помощью оптического микроскопа OPTON AXIOMAT (Германия) при увеличениях 50, 100, 250, 500 и 1000 крат.

Как показали исследования микроструктуры, она отражала процессы, происходящие в стали при перитектическом превращении и состояла из зерен δ-феррита, окантованных жидкой прослойкой и кристаллов аустенита видманштеттовой морфологии, рост которых идет от жидкости вглубь зерен δ-феррита. При затвердевании жидкие прослойки кристаллизуются в твердую фазу с выделением большого количества тонкодифференцированных карбидов разной морфологии и образуют аустенито-карбидные эвтектики разной формы и размеров, что объясняется присутствием в стали сильных карбидообразующих элементов: Cr, W, V, Mo.

Показано, что повышение температуры закалки из твердо-жидкого состояния способствует получению мелкозернистой структуры стали, а увеличение количества циклов, а значит, и увеличение продолжительности изотермической выдержки, способствует растворению вторичных мелкодисперсных карбидов, расположенных в центре дендритов, а также некоторому измельчению самих ветвей δ-феррита и утонению жидких прослоек в междендритной области в целом способствуя получению мелкодисперсной структуры стали с равномерным распределением всех структурных составляющих в ней.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАКАЛКИ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В СТАЛИ Р6М5

**Ежов А. Ю., рук. доц. Федоркова Н.Н., н.с. Балакин А.А.
Национальная металлургическая академия Украины**

Для изучения процессов структурообразования в быстрорежущей стали Р6М5 при температурах ликвидус-солидус и в области перитектического превращения, необходимо было зафиксировать структуру, существующую при выбранных температурах твердо-жидкого состояния. Для этого была использована экспериментальная установка для структурно-закалочных исследований.

Режим выплавки образцов заключался в их нагреве до температуры 1470°C (температура выше ликвидус) с выдержкой 10 минут, последующем охлаждении до температур 1320, 1280 и 1250°C, которые соответствуют области перитектического превращения, и после выдержки в течение 2 минут при указанных температурах – закалке до 0°C с целью фиксации структуры заданных температур.

При 1320°C мы наблюдаем начало перитектического превращения, когда начинается выделение аустенита от жидких прослоек вглубь зерен δ-феррита. Продолжение перитектической реакции мы видим в структуре, зафиксированной от 1280°C, где дендритные ветви стали крупнее, толщина жидких прослоек уменьшилась, но увеличилось количество аустенита с видманштеттовой морфологией. Причем выделение зерен аустенита происходит не только от жидкости, но и в центре зерен δ-феррита. Дальнейшее снижение температуры демонстрирует нам окончание перитектического превращения, когда произошло полное полиморфное превращение δ-феррита в аустенит с формированием в местах расположения жидких прослоек сплошной сетки тонкодифференцированной аустенито-карбидной эвтектики сложного состава и морфологии.

В процессе исследований была определена скорость охлаждения при закалке. С повышением температуры орт 1230 до 1320°C скорость охлаждения изменялась от 0,1 до 100К/с, что явилось причиной измельчения структуры.

Таким образом, результаты исследований показали, что определяющими факторами получения однородной и мелкодисперсной структуры являются температура нагрева для изотермической выдержки, температура нагрева перед быстрым охлаждением из твердо-жидкого состояния и скорость охлаждения. Варьирование данных факторов позволит контролировать процессы затвердевания металла в области перитектического превращения и достигать однородного состава и структуры при высокой степени дисперсности, что приведет к повышению уровня механических и эксплуатационных характеристик быстрорежущих инструментальных сталей.

СТРУКТУРА І ВЛАСТИВОСТІ ГАРЯЧКАТАНОЇ ЛИСТОВОЇ СТАЛІ 01ЮТ Плохотніченко В.О., кер. доц. Котова Т.В. Національна металургійна академія України

В роботі проведено дослідження структури і властивостей листової сталі 01ЮТ, деформованої за один та два проходи в аустенітній та феритній температурних областях з метою підвищення комплексу механічних властивостей та здатності до витяжки тонколистового прокату.

Виявлено закономірності формування мікроструктури деформованої сталі 01ЮТ, особливості рекристалізації, природи границь зерен, а також встановлено вплив цих факторів на механічні властивості металопродукату.

Отримані дані по визначенню розподілу границь зерен за кутами розорієнтувань, вмісту та номенклатурі спеціальних границь дозволили встановити, що здатність до витяжки зразків сталі 01ЮТ після прокатки в аустенітному стані за один прохід можна пояснити більшим вмістом малокутових границь і більш високою концентрацією спеціальних границь в їх структурі, ніж в зразках цієї ж сталі після прокатки за два проходи.

Показано, що для отримання рівномірної структури сталі 01ЮТ необхідно коригування режимів деформаційної обробки для визначення раціональних параметрів обробки та забезпечення необхідного рівня властивостей металу.

К ВОПРОСУ О МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВОВ СИЛУМИНОВ ОДНОПОЛЯРНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Третьяков А.И., рук. доц. Петров С.С.

Национальная металлургическая академия Украины

Обработку расплавов осуществляли двумя способами: однополярным импульсным и периодическим (циклическим) электрическим током. Объектами исследований служили доэвтектические силумины Al-8%Si-0,7%...1,2%Fe.

В результате обработки в расплавов однополярным импульсным электрическим током изменяется фазовый состав сплава в твердом состоянии. В продуктах распада жидкости обнаружен α -интерметаллид, возникновение которого связано с осуществлением перитектического превращения $Ж + Fe_3Al \rightarrow \alpha-Al + \alpha-Fe_2SiAl_8 + \beta-FeSiAl_5$. В результате наблюдали уменьшение линейных размеров структурных составляющих (~ 10 раз (рис. 1 а,б)). После обработки периодическим (циклическим) однополярным импульсным электрическим током линейные размеры структурных составляющих уменьшаются в сотни раз (см. рис. 1 в)

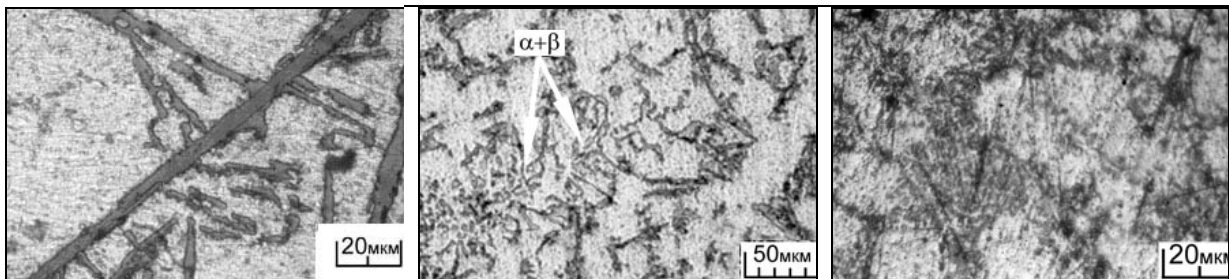


Рис. 1 Микроструктура сплаву Al-8%Si-0,9%Fe (Скорость охлаждения 0,3 К/с): а- исходное состояние; б- после обработки однополярным импульсным электрическим током; в- после обработки циклическим однополярным импульсным электрическим током

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ВІДЦЕНТРОВО-ЛИТИХ ТРУБ З ЖАРОМІЦНИХ ХРОМОНІКЕЛЕВИХ СПЛАВІВ

Сигнаевський Р.Ю., кер. доц. Беспалько В. М.

Національна металургійна академія України

У роботі досліджували вплив технологічних параметрів на структуру та властивості тонкостінних жароміцних труб з хромонікелевої сталі 40X25H20C2 та сплавів ХН35С, ХН48В для електротехнічної промисловості.

Тонкостінні труби з хромонікелевих сталей та сплавів ідуть на виробництво радіантних нагрівачів та інших виробів електрохімічного устаткування. Тонкостінні труби виготовляли прошивкою суцільної заготовки та їх подальшою "доводкою" до потрібних розмірів з допомогою гарячої деформації. Така технологія приводила до того, що отримували багато залишків металу через обробку обточкою та розточкою для видалення поверхневих дефектів. Була розроблена технологія виготовлення тонкостінних труб шляхом відцентрового лиття полої заготовки та її подальша гаряча деформація пресуванням. Така технологія значно здешевлює процес виробництва радіантних нагрівачів та інших трубних виробів, так як дозволяє отримати литу трубку заготовки, що не потребує механічну обробку. Недоліком цієї технології є те, що пресування з відносним ступенем деформації, $\epsilon = 80 - 90 \%$, приводить до розвитку рекристалізації, подрібненню структури та, як наслідок, зниженню ресурсу тривалої міцності. Була запропонована технологія, яка містить в собі відцентрове лиття трубних заготовок та гарячу деформацію шляхом роздачі парою з відносною деформацією менше 20%.

Дослідження показали, що найважливішою операцією при виробництві гарячедеформованих труб з хромонікелевих сплавів, яка визначає їх якість, є пресування гарячою роздачею парою литою трубної заготовки зі ступенем деформації менше 20%. У роботі були проведені дослідження, які дозволили визначити вплив основних параметрів структури вихідної трубної заготовки та структури, що формується при гарячій деформації на властивості сталей та сплавів. Гаряча деформація роздачею парою зі ступенем деформації менше 20 % приводить до збереженню крупнозернистої структури, характерної для литого стану, до формування однорідної полігонізованої структури та виділенню надлишкових фаз у вигляді дисперсних часток, рівномірно розподілених в матриці.

Проведенні дослідження показали, що властивості тонкостінних відцентроволитих труб, які отримані за технологічною схемою, що передбачає відцентрову вилівку трубної заготовки, а потім гарячу роздачу парою литої заготовки зі ступенем деформації менше 20%, у 1,5 - 2,0 рази вище, ніж для радіантних труб, які отриманні гарячим пресуванням.

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ В ДОВЕТЕКТИЧНИХ БІЛИХ ЧАВУНАХ, ЛЕГОВАНИХ КАРБІДОУТВОРЮЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ.

**Дем'янчук С.С., кер. проф. Миронова Т.М.
Національна металургійна академія України**

Структура доевтектичних білих чавунів складається з первинного аустеніту та ледебуритних колоній навколо гілок дендритів. Саме такі сплави застосовують для виготовлення зносостійких деталей. Високу твердість і здатність спротиву до зносу ці сплави мають завдяки великій кількості карбідної фази. Однак особливості будови ледебуритних колоній, в яких твердий, але крихкий карбід заліза є матричною фазою, обумовлюють низький рівень ударної міцності. При легування чавуну карбідоутворюючими елементами під час кристалізації можуть утворюватися евтектики на базі хрому, ванадію, титану, молібдену вольфраму. Докорінною відмінністю таких евтектик від ледебуриту є зміна матричної фази в їх будові, тобто матричною фазою стає більш пластичний твердий розчин аустеніту.

У роботі досліджували доевтектичні чавуни, що вміщували 2,6...3,2%С, 4...9 % Cr, 0,5...4,5 V%, та Ti - 1,2 і 0,7 %.

В досліджуваних чавунах замість крихких колоній ледебуриту в структурі утворюються евтектики на базі спеціальних карбідів Cr₇C₃, VC та TiC.

Визначено, що хром, ванадій і титан мають подібний вплив на механізм і послідовність фазових перетворень при кристалізації, а саме приводять до появи евтектико-перитектичного перетворення. Утворення ледебуриту з рідини і евтектик на базі карбідів хрому, ванадію або титану відповідно є завершальним етапом цієї складної реакції. На ступінь завершеності евтектико-перитектичного перетворення суттєво впливає швидкість охолодження під час твердіння та вміст карбідоутворюючих елементів. При збільшенні швидкості охолодження зростає ступінь незавершеності перетворення. Евтектики на базі спецкарбідів, що виникають на першому етапі реакції, не встигають розчинитися та взаємодіяти з рідиною. Це призводить до того, що в структурі чавуну збільшується частка евтектичних карбідів хрому, ванадію або титану.

Заміна в структурі чавуну ледебуриту на евтектичні колонії на базі карбідів хрому ванадію або титану сприяє підвищенню міцності, ударної в'язкості і високим показникам твердості.

ВПЛИВ ЕВТЕКТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ НА ПЛАСТИЧНІСТЬ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

Соболь А.С., кер. проф. Миронова Т.М.

Національна металургійна академія України

При температурах гарячої деформації структура швидкорізальних сталей складається з дендритів аустеніту з диспергованими в ньому частинками вторинних карбідів і евтектики, що утворює замкнуту сітку навколо аустенітних гілок.

Під впливом прикладених напруг першим починає деформуватися аустеніт, а на евтектичні карбіди діють стискаючі і розтягуючі напруги, що призводять до руйнування або пластичної деформації карбідів. Однак, якщо пластичність металевієї основи висока, то дрібнення карбідів не приводить до макроруйнування, так як мікронесуцільності, що утворилися в карбідах, заповнюються аустенітом.

В ході кування або прокатки злитків на блюмінгу евтектичні карбіди всіх морфологічних типів евтектики швидкорізальних сталей: $M_{2}C$, $M_{6}C$ і MC , - можуть як пластично деформуватися, так і механічно руйнуватися.

Мікроструктурний аналіз зразків сталі Р6М5 після випробувань на гаряче кручення дозволяє стверджувати, що пластичність швидкорізальних сталей залежить від:

- морфології евтектики, причому найбільш високу пластичність забезпечує стрижнева евтектика, а найбільш низьку – «скелетна»;
- ступеня карбідного перетворення: наявність у карбідах $M_{2}C$ суцільних серцевин погіршує пластичність сталі;
- субструктури карбідів: чим більше створюється мереж меж і субмеж в карбідах, тим вище пластичність;
- розміру аустенітного зерна: чим дрібніше зерно, тим вище пластичність;
- величини і розподілу вторинних карбідів: більшу пластичність повинна мати сталь з дрібними, рівномірно диспергованими карбідами.

Керування структурою швидкорізальної сталі можливе при застосуванні попередньої термічної обробки, а також модифікування.

При застосуванні модифікування можна сприяти утворенню однотипної евтектики.

Так, при застосуванні в якості модифікатора Са, в сталі Р6М5 утворюється майже 100% стрижнева евтектика і така сталь найбільш пластична.

ЭНЕРГЕТИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО СЖИГАНИЯ

Дубовик Е.А., руководитель ас. Шарабура Т.А.

Национальная металлургическая академия Украины

Перспективным направлением применения низкосортного угля и отходов углеобогащения является получение на их основе водоугольного топлива, содержащего 60...70% угля. Реализация известных технологий использования водоугольного топлива для высокосольных украинских углей и отходов углеобогащения затруднена, что приводит к нестабильности процесса воспламенения и горения и, как следствие, к снижению эффективности сжигания. Одним из путей решения этой проблемы является предварительное термическое воздействие на водоугольное топливо, что приводит к изменению структуры органического вещества топлива с образованием горючих соединений для улучшения показателей его воспламенения и повышения эффективности горения при его дальнейшей термической переработке.

Важными показателями, влияющими на процесс горения водоугольного топлива, являются его влажность, зольность и размер угольных частиц топлива. Проведенные экспериментальные исследования термического воздействия на водоугольное топливо из углей разных марок в диапазоне температур 50 – 200°С показали, что при повышении влажности топлива на 10% выход парогазовой фазы увеличивается на 30%, а при повышении зольности топлива на 10% количество парогазовых компонентов уменьшается на 5%. Также из полученных данных видно, что выход парогазовой фазы при подогреве водоугольного топлива, содержащего угольные частицы размером менее 250 мкм, в среднем на 10% выше, чем при размере угольных частиц 2 – 3 мм в исследуемом диапазоне температур.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ И ГОРЕНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

Карпенко А. Д., руководитель: доц. Пинчук В. А.

Национальная металлургическая академия Украины

Для эффективного сжигания водоугольного топлива, полученного из украинских углей, и проектирования топочных устройств энергетических и котельных агрегатов, работающих на водоугольном топливе, необходимо детальное исследование закономерностей воспламенения и горения этого топлива.

Для исследования закономерностей горения водоугольного топлива разработана экспериментальная установка для исследования воспламенения и горения водоугольного топлива, полученного из различных марок углей с различными характеристиками. Установка состоит из электропечи типа СНОЛ–2.2.1,5/12 с регулирующим прибором РТЭ-4.1М-10–220, необходимым для автоматического контроля и поддержания заданной температуры рабочего пространства печи; устройства для ввода капель водоугольного топлива с системой хромель-алюмелевых термопар; системы регистрирующих приборов для непрерывной регистрации изменения температур в режиме реального времени. Ввод капли в камеру осуществляется через направляющую трубку. В зоне исследования устанавливалось три термопары: одна, на которую подвешивается капля водоугольного топлива, для измерения температуры капли, и две других, распложенные на различном расстоянии для измерения температур вокруг капли. Точность измерения температур составляла

$\pm 0,1$ °С. Измерения проводились с частотой 10 с^{-1} . Исследования проводились в воздушной среде при температурах 550-800 °С.

Экспериментальные исследования проводились для водоугольных топлив, полученных из углей разной стадии метаморфизма, отличающихся повышенным содержанием минеральных примесей. Проведены исследования влияния температуры рабочего пространства печи, марки угля, содержания минеральных примесей, соотношения твердой и водной фазы в топливе, на основные стадии и закономерности горения водоугольного топлива.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ ГРАФІТУ

**Селезньов І.Г., науковий керівник доц. Федоров С.С.
Національна металургійна академія України**

Вироби з вуглецю знайшли широке застосування в промисловості, однак наявність шкідливих домішок, таких як сірка та органічні сполуки, погіршують якість готового продукту. Для обробки вуглецевмісної сировини використовують електротермічні печі киплячого шару. Принцип роботи таких агрегатів полягає у перетворенні електричної енергії у джоулеву теплоту, коли струм проходить крізь шар від центрального електроду до бічної графітової футеровки.

Метою даної роботи було дослідження електричного опору псевдозрідженого шару графіту марки ГТ-1: впливу аеродинамічного режиму, глибини занурення електродів та орієнтації їх струмопровідних частин. Для вирішення поставлених задач була створена «холодна» фізична модель електротермічного киплячого шару. Електричний опір вимірювався опосередковано осцилографом за падінням напруги.

Серед отриманих результатів відзначається зменшення радіального електричного опору за висотою киплячого шару, негативний вплив торцю центрального електроду на сталість процесу. Підтверджено, що перебудова структури шару відбувається у діапазоні чисел псевдозрідження $W = 0,8-1,2$.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОМУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

**Аманкулова В.А., керівник доц. Федоров С.С.
Національна металургійна академія України**

В умовах зростання попиту на високочисті вуглецеві матеріали та накопичення вуглецевмісних промислових відходів (відпрацьованих літій-іонних акумуляторів, електродів електролізерів алюмінієвого виробництва тощо) актуальною задачею є розвинування енергоефективних технологій з виробництва графітованих матеріалів. Перспективною технологією виробництва графіту є термічна переробка вуглецевмісної сировини у високотемпературних електротермічних печах псевдозрідженого шару при температурах 2000-3000°С. Ключовим параметром при розрахунку таких агрегатів є питомий електричний опір, з яким безпосередньо пов'язані процеси теплообміну. Цей показник залежить від низки факторів, серед яких – температура, хімічний та фракційний склад матеріалу, щільність струму, форма та орієнтація електродів тощо.

На основі математичного моделювання просторової потенційної задачі проведенні теоретичні дослідження впливу структури киплячого шару (розподілу та розмірі пузирів) на його електричну провідність. Вивчено взаємозв'язок геометрії робочого простору з розподілом теплової потужності між активною зоною нагрівання і ділянкою під центральним електродом. Розроблені рекомендації щодо удосконалення

конструкції електротермічних печей псевдозрідженого шару.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ НАГРІВУ ВУГЛЕЦЕВМІСНОЇ СИРОВИНИ В ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПЕЧАХ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ

**Тищенко Т.О., керівник к.т.н., доц. Федоров С.С.
Національна металургійна академія України**

Важливу роль в роботі електротермічних печей псевдозрідженого шару відіграють процеси нагріву вуглецевмісної сировини, тому їх дослідження є актуальною задачею. Аналіз основних механізмів теплообміну показав, що нагрів дисперсних часток діаметром 0,1-2 мм відбувається переважно випромінюванням. Оцінка на основі критерія подоби Старка для прожареного нафтового коксу та графіту дозволила розглядати частки зазначеного розміру термічно тонкими тілами.

За результатами математичного моделювання нестационарної задачі нагріву частки визначено, що тривалість процесу в умовах печі продуктивністю 1 т/год складає близько декількох секунд. Таким чином технологічний час термічної обробки у 20 хв пов'язаний із кінетичними закономірностями випаровування хімічних домішок, перебудовою атомарної структури вуглецю, динамікою стохастичного виходу та можливим проскакуванням матеріалу.

З метою підвищення якості термообробки в електротермічній печі псевдозрідженого шару запропонована дискретна подача сировини. Спосіб полягає в розділенні середнього часу термообробки на окремі операційні цикли, кожен з яких включає стадію завантаження, витримки і вивантаження. Таке технічне рішення дозволяє збільшити час гарантованого перебування матеріалу у печі, а отже й якісні показники готової продукції.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ГОТОВОГО ПРОДУКТУ ПЕЧЕЙ З ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИМ КИПЛЯЧИМ ШАРОМ

**Товстопят О.О., керівник проф. Губинський М.В.
Національна металургійна академія України**

Вдосконалення теплового процесу обробки вуглецевого матеріалу у електротермічній печі резистивного нагрівання можливо за рахунок теплоти, що витрачається при охолодженні обробленого матеріалу (від 2000 С до 300 С). За попередніми розрахунками це складає 45 - 60 % підведеної теплової енергії. Після нагрівання у печі замість холодильника використаємо теплообмінник із киплячим шаром, за рахунок інертного газу, що рухається вгору і створює киплячий шар, у теплообмінному пристрої відберемо теплоту від обробленого матеріалу. Повернути в цикл теплоту можливо за рахунок аналогічного теплообмінного пристрою, у який будуть подавати сировину перед термообробкою у печі.

Для технічної реалізації такого циклу особливу увагу слід звернути на методи транспортування нагрітого матеріалу. При потраплянні нагрітого вуглецю у окислювальну середу існує ризик спалаху. Використання струминних насосів, що використовують інертний газ як транспортний агент, дозволяють переміщати за допомогою трубопроводу нагрітий матеріал у інертному середовищі.

Комбінація теплообмінних пристроїв таким чином дозволить повернути теплоту до циклу термічної обробки. А транспортування матеріалу у інертному середовищі збереже якість обробленого матеріалу після термічної обробки і при охолодженні.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПЕЧЕЙ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

**Сенченко І.А., керівник проф. Губинський М.В.
Національна металургійна академія України**

Удосконалення системи очищення газів забезпечить зниження: енерговитрат на виробництво продукту, капітальних та експлуатаційних втрат, що припадають на систему; підвищення ефективності уловлювання оксидів сірки, азоту, пилу.

При високотемпературній обробці вуглецевих матеріалів (2500-2700 °С) виникає завдання ефективного очищення високотемпературних газів від оксидів сірки, азоту, пилу вуглецевих і золених частинок, а також дрібно дисперсного пилу, отриманого з возгонів металів і їх оксидів та водню. Наявність останнього призводить до необхідності допалювання пічних газів. При допалюванні високотемпературних газів об'єм продуктів згоряння збільшується, що призводить до збільшення об'ємів обладнання та капітальних затрат. Якщо пічні гази спочатку охолодити, то їх об'єм перед допалюванням не надто зміниться, що призведе до економії. Охолоджені гази (300°С) піддаються очищенню від твердих частинок і оксидів сірки у послідовно встановлених апаратах: циклоні та рукавному фільтрі. Далі направляються у блок каталітичного низькотемпературного допалювання органічних складових, після чого – видаляються в атмосферу.

Інтенсифікація процесу теплообміну між діатермічним інертним газом виконується за рахунок штучного запилення частками графіту. Вони виконують три функції: знижують температуру потоку за рахунок нагріву часток, інтенсифікують радіаційний і конвективний теплообмін між дисперсним середовищем та поверхнею теплообміну і являються штучними зародками при десублімації возгонів, що видаляються з печі.

Для визначення оптимального значення запиленості потоку проведені дослідження характеристик випромінювання запиленого газового середовища в залежності від концентрації часток. Оцінка радіаційного теплового потоку від дисперсного середовища до теплообмінної поверхні здійснена на основі залежностей для топків парових котлів за Блохом А.Г.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ СУМІСНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВУГІЛЛЯ ТА БІОМАСИ НА ЕКОЛОГІЧНУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ

**Лугова Ю.М., керівник доц. Шишко Ю.В.
Національна металургійна академія України**

Вичерпання сировинної бази викопних палив, а також, тенденції до інтенсифікації процесів енергоспоживання, стали причиною пошуку нових альтернативних джерел енергії та способів підвищення ефективності їх використання. Одним з перспективних напрямів є часткова заміна викопних палив біомасою. При використанні паливної суміші з вугілля та біомаси спостерігається істотне скорочення емісії парникового газу, оксидів сірки та азоту в навколишнє середовище.

Для визначення впливу режимних параметрів спільної термічної обробки бурого вугілля та біомаси на економічну та екологічну ефективність процесів була проведена низка розрахункових досліджень, метою яких було виявлення ступеня впливу визначальних факторів на інтенсивність утворення забруднюючих і токсичних речовин. У ході розрахунку варіювали наступними режимними параметрами: коефіцієнтом витрати повітря, локальними температурами в камері згоряння, рівнем концентрації

кисню, температурою повітря на вході в камеру згоряння, часткою рециркуляції димових газів в зону горіння, температурою димових газів на виході з котлоагрегатів. Були визначені масові частки викидів забруднюючих речовин при спалюванні генераторного газу та паливної суміші з вугілля та біомаси, значення яких становить: для бенз-а-пірену $4,36 \cdot 10^{-8}$ г/с та $5,04 \cdot 10^{-8}$ г/с, для оксидів азоту 0,058 г/с та 4,06 г/с за тих же умов, викид оксидів сірки при спалюванні генераторного газу за результатами розрахунків відсутній.

Аналіз результатів розрахунку масових викидів забруднюючих речовин показав, що крім вирішення економічних задач енергетики спільна термічна переробка біомаси та бурого вугілля справляє позитивний екологічний ефект.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИПАЛУ ВАПНЯКУ ВІДХІДНИМ ГАЗОМ СТАЛЕПЛАВИЛЬНИХ КОНВЕРТОРІВ

**Запотоцька А.Ю., керівник проф. Гічов Ю.О.
Національна металургійна академія України**

Розроблена математична модель процесу випалу вапняку конверторним газом, яка описує газодинаміку і тепломасообмін при випалюванні, а також включає визначення швидкостей і траєкторій трубок струму газу, обчислення температурних полів і розподіл ступеня випалу при багаторазовій продувці шару вапняку в умовах, що змінюються витрата газу, теплофізичні властивості матеріалу і газу і з урахуванням що виділяється в процесі випалу діоксид вуглецю. Отримано і використано в математичній моделі рішення задачі тепломасообміну, що забезпечує коригування температурних полів і розподілів ступеня випалу внаслідок дисоціації вапняку і теплопровідності шару при його адіабатній витримці в міжпродувочні періоди. Дослідження з використанням математичної моделі виконано для умов випалу вапняку в нерухомому шарі. Встановлені закономірності та бажані режими випалу вапняку конверторним газом. За результатами дослідження представлена компоновка реактора в цеху і отриманий вихід вапна при використанні фізичної, хімічної та загальної енергії конверторного газу.

Шляхом порівняння отриманих від математичного моделювання результатів з експериментними даними показана адекватність розробленої математичної моделі реальному процесу випалу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ТЕПЛООБМІНУ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЕЛЕКТРОДІ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЇ ПЕЧІ КИПЛЯЧОГО ШАРУ

**Чернієвська П.О., керівник к.т.н., доц. Федоров С.С.
Національна металургійна академія України**

В електротермічних печах псевдозрідженого шару при робочих температурах до 3000°C мають місце значні теплові втрати через центральний графітовий електрод. Особливо їх вплив в загальній картині теплового балансу проявляється у невеликих агрегатах продуктивністю 50-100 кг/год, чим ускладнює підтримку відповідного температурного режиму. В той же час конструкція електроду передбачає наявність вертикальних каналів для завантаження сировини, що забезпечує повернення певної кількості у робочий простір разом із нагрітим матеріалом. Рухаючись уздовж таких каналів сировина нагрівається та знижує температуру електроду. Таким чином, практичне значення має дослідження температурних умов роботи центрального електроду з урахуванням особливостей завантаження матеріалу.

Відповідно до характеру наведених фізичних процесів теплообмін у центральному електроді описаний системою диференціальних рівнянь нестационарної

теплопровідності, теплообміну у рухомому потоці матеріалу та зовнішнього променевого теплообміну. Розроблена математична модель буде використана у подальших дослідженнях з метою оптимізації конструкції центрального електроду.

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

**Біліченко І.І., керівник доц. Федоров С.С.
Національна металургійна академія України**

Актуальною проблемою для значної частини науково-дослідних космічних зондів є забезпечення функціонування електронних систем за допомогою автономних гальванічних елементів живлення в умовах дефіциту сонячного випромінювання. Такі апарати виконують переважно короточасні місії, пов'язані із аналізом метеорологічних умов об'єкту, параметрів хімічного складу атмосфери і ґрунту, фото та відеозйомкою. При цьому кількість зібраної інформації пропорційна «тривалості життя» джерела живлення.

Ефективність роботи батареї забезпечується питомою ємністю, відповідним температурним режимом елементів та графіком навантаження (розрядження). Вирішення цих задач можливе у декількох напрямках: шляхом удосконалення елементів живлення та оптимізації дизайну батареї в цілому. Останній – полягає у зменшенні зовнішньої поверхні, використанні сучасних теплоізоляційних матеріалів та системи термостатування.

Метою проведеної роботи була мінімізація поверхні гальванічного джерела живлення напругою 24В, який складається з 14 елементів ($\varnothing 32 \times 68$ мм; 2,4В) за схемою 10 / 4: 10 – для забезпечення електронних систем зонду; 4 – для системи підтримки сталої температури. Рішення задачі оптимізації показало, що мінімальну поверхню забезпечує дворівневе концентричне компонування елементів. На основі дослідження теплового балансу запропонованої конструкції визначено тривалість роботи батареї в залежності від режиму експлуатації та зовнішнього теплообміну.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ «ЗАВАЛОК» ПОТУЖНИХ ДСП НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ТЕПЛОВОЇ РОБОТИ

**Гамаза А.С., керівник доц. Лівітан М.В.
Національна металургійна академія України**

Як впливає з практики експлуатації потужних дугових сталеплавильних печей (ДСП), завантаження в них металобрухту і шихти (завалка) відбувається в декілька прийомів з наступним їх послідовним розплавленням. При цьому маса кожної завалки, як правило, не пов'язується з масою наявного в печі «болота» - кількості рідкої фази в ній на момент чергової завалки. При виконанні даної роботи проаналізовано вплив параметрів завалок ДСП-190, що експлуатується на ПАТ «Інтерпайп-сталь», на показники ефективності її теплової роботи. Завантаження печі здійснюється в два прийоми. Характерна маса першої завалки складає близько 100 тон, другої - 80 тон. Перехідна маса «болота» - близько 30 тон.

Показано, що завелика маса першої завалки призводить до істотного охолодження печі. Середня температура печі складе близько 430 °С. Після ж другого завантаження середня температура в печі складе вже 960 °С. Порівняння цих температур показує, що співвідношення мас завалок істотно впливає на коливання температури в печі в процесі плавки. Теплове перевантаження печі з першою завалкою призводить до надмірного застигання «болота», невиправданому переохолодженню

футеровки. Ускладнюється також робота електродів та, в решті решт, збільшується загальний час плавки.

Для зменшення амплітуди коливань температури в печі в ході плавки запропоновано пов'язати маси окремих завалок з поточною кількістю з-акумуляованої нею теплової енергії. Рекомендовані співвідношення величин завалок можуть бути отримані з наведеного в роботі виразу. При цьому розплавлення всього металобрухту буде відбуватися приблизно при однакових температурних умовах. Це мінімізує термічне руйнування футерування та буде сприяти зменшенню загального часу плавки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЦИКЛОННОЇ ПЕЧІ ДЛЯ ВИПАЛУ ВАПНЯКУ

Ауні Таха, керівник доц. Шишко Ю.В.

Національна металургійна академія України

Аналіз наукової інформації з питань виробництва вапна для металургійних підприємств показав, що одним з перспективних напрямів є використання дрібнодисперсного вапна з циклонних випалювальних печей. Результати досліджень показують, що схема без утилізації теплоти готового продукту і димових газів, що включає в себе тільки реактор для декарбонізації вапняку і осаджувач, має найнижчу теплову ефективність роботи - всього 28%. У той же час, ця схема має досить високий тепловий потенціал, так як температура димових газів і вапна на виході з установки становить 1000 °С.

Для утилізації теплоти готового продукту і димових газів доцільно встановлювати циклонні теплообмінники змішувального типу, розташовуючи їх за принципом протитечії. Можлива установка підігрівачів вапняку, що використовують тепло відхідних газів, і охолоджувачів вапна, що підігрівають повітря, що йде на горіння, причому, кількість підігрівачів і охолоджувачів не обов'язково має бути однаковою. За одноступінчастою схемою теплова ефективність роботи установки досягає 39%, проте, температура вапна, що буде одержано, занадто висока (273 °С), що ускладнює його вивантаження з печі і подальше транспортування. Використання двоступеневої схеми дозволяє підвищити ефективність роботи печі до 50%, знизити питому витрату палива до 0,075 м³ на 1 кг вихідного матеріалу і отримати досить високу температуру повітря (556 °С), проте температура вапна на виході з установки також залишається високою - 329 °С. Зі збільшенням числа теплообмінників збільшується теплова ефективність роботи установки. Важливим фактором є баланс між економією, яку може дати додатковий підігрів вапняку та охолодження вапна, і капітальними вкладеннями на придбання та встановлення теплообмінників.

Наведені результати дозволяють зробити висновок про те, що із запропонованих варіантів комплектації найбільш прийнятною є схем з двома підігрівниками вапняку і двома охолоджувачами вапна, проте необхідні подальші дослідження варіантів з метою отримання більш низькою (120 - 150 °С) температури готового вапна.

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПРОЦЕСА СПЕКАННЯ НА КАЧЕСТВЕННІЕ ПОКАЗАТЕЛИ АГЛОМЕРАТА доц. Мных А.С.

Запорожская государственная инженерная академия

Високий виход мелочи агломерата при грохочении спека, по сравнению с зарубежными аглофабриками, вызван неудовлетворительной подготовкой шихты, нарушениями при ее укладке на паллеты агломашины, что влечет за собой отсутствие

либо недостаточную сегрегацию материала по высоте слоя, тем самым обуславливая неравномерность теплового режима по сечению пирога. Полученный в результате недостаток в верхних и переизбыток тепла в нижних горизонтах значительно снижают производительность агломашины.

С целью стабилизации теплового режима процесса спекания агломерата, автором, расчетным путем, получено оптимальное распределение твердого топлива и фракционного состава полидисперсной шихты по горизонтам слоя. Так же, предложено использование усовершенствованного узла загрузки материала в виде составного загрузочного лотка. Последнее, по результатам моделирования распределения фракционного состава шихты по высоте слоя, позволит максимально приблизиться к условиям требуемой сегрегации фракций шихты и твердого топлива.

Анализ эффективности предложенных мероприятий по усилению сегрегационных процессов в слое загружаемого материала, за счет использования загрузочного лотка предложенной конструкции, проведен методом активного эксперимента, на «Опытной установке аглоцефа для спекания агломерата» МК «Запорожсталь».

Агломерационная шихта, увлажнялась до 8,5% и окомковывалась в лабораторном окомкователе, диаметром 0,8 м. Окомкованная шихта рассеивалась на фракции +12 мм, 12-8 мм, 8-5 мм, 5-3 мм, 3-1 мм, -1 мм, которыми в определенной последовательности, заполнялась спекательная чаша. Общее содержание топлива в шихте составляло 3,3%, и закономерность его распределения максимально приближена к результатам теоретического расчета оптимального распределения твердого топлива по горизонтам слоя.

Высота слоя загружаемого материала составляла 500 мм, зажигание шихты производилось в течении одной минуты, температура зажигания шихты составляла примерно 1250-1300° С. Во время спекания шихты непрерывно производилась регистрация температуры отходящих газов и разрежение под спекаемым слоем. После окончания процесса спекания, готовый агломерат проверялся на прочность и соответствие стандартам качества предприятия, согласно СТП 8.2-05-03.

Результаты экспериментов, позволили сделать вывод, что при использовании загрузочного лотка предложенной конструкции, улучшаются сегрегационные процессы в слое, количество фракции -3 мм в верхних горизонтах слоя (0-100 мм) увеличилось с 54,3% до 59,6% по сравнению с действующей на предприятии схемой загрузки. Среднее содержание топлива на этих горизонтах возросло с 3,8-4,4 %, до 4,76 %, при условии сокращения общего содержания твердого топлива в шихте с 3,6-3,8 % до 3,3 %.

Результаты испытаний свидетельствуют, что стабилизация теплового режима процесса спекания, позволила повысить механическую прочность и выход годного на 4,22 %. Полученное сокращение потребления коксика, при сохранении качественных показателей процесса спекания, потенциально позволит экономить до 216 тыс. грн. в год с одной агломашины, для условий аглофабрики предприятия.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО
ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК**

**Витер Т.О., руководитель доц. Бровкин В.Л.
Национальная металлургическая академия Украины**

Последние годы на Украине наметились тенденции по всесторонней модернизации сталеплавильного комплекса. Ориентируясь на передовой мировой опыт одними из основных путей эффективного перевооружения отрасли могут быть внедрение передовых схем внепечной обработки стали и установок непрерывной разливки. Доля стали, разливаемой на МНЛЗ, составляет более 50% и с каждым годом увеличивается.

Работа посвящена увеличению производительности сортовой МНЛЗ, за счет применения установки локального обжата в конце зоны вторичного охлаждения (ЗВО).

Для исследования влияния различных технологических параметров МНЛЗ разработана математическая модель теплообмена на основе численного решения двухмерного дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях 3 рода. При помощи математической модели затвердевания непрерывно литого слитка проведено исследование влияния марки стали, скорости разливки и параметров ЗВО на производительность МНЛЗ. Полученные результаты можно использовать на практике при усовершенствовании существующих МНЛЗ разных типов.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО
ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРИ
ЭЛЕКТРОШЛАКОВОМ ПОДОГРЕВЕ МЕТАЛЛА**

**Прокопенко И.В., руководитель доц. Сибирь А.В.
Национальная металлургическая академия Украины**

Целью настоящей работы является исследование особенностей процесса затвердевания углеродистой стали и факторов, влияющих на качество поверхности слитков круглого сечения при использовании электрошлакового подогрева жидкой стали.

Для решения поставленной задачи была использована математическая модель процесса затвердевания непрерывного слитка, основанная на численном решении ДУТ с учетом фазового превращения и условий теплообмена на различных участках кристаллизатора МНЛЗ.

Показано влияние производительности МНЛЗ, условий электрошлакового подогрева зеркала металла на толщину затвердевшей корочки на выходе из кристаллизатора и дальнейшем охлаждении в ЗВО.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГЕНЕРАТИВНОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ В СЕКЦІЙНИХ ПЕЧАХ

**Легкодух К.В., керівник проф. Єрємін О.О.
Национальная металлургическая академия Украины**

Об'єктом дослідження є секційна піч. У роботі здійснена заміна існуючих пальників типу ПНП на сучасні регенеративні пальники з кульковою корундовою насадкою. На кожен секцію печі встановлено по 2 пальника. Вони розташовані на різному рівні, один відносно одного, та працюють поперемінно, через встановлений проміжок часу. Змінність здійснюється у випадку досягнення максимально припустимої температури димових газів за регенератором, або за допомогою реле часу. Використання регенеративної системи опалення, дозволяє економити паливо, за рахунок повернення в робочий простір печі до 90% теплоти, яка втрачалася з продуктами горіння; зменшити температуру димових газів, що підвищує надійність та довговічність установки; вирівнювати температурні та теплові поля в робочому просторі, що поліпшує якість нагрівання металу; зменшити кількість NO_x і пилу, які викидаються в навколишнє середовище.

Здійснений розрахунок поверхні та розмірів насадки регенеративних пальників, кількість пальників на піч, розрахована економія палива, яку вдалося досягти після встановлення регенеративних пальників

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАГРІВАННЯ МЕТАЛУ В КІЛЬЦЕВИХ ПЕЧАХ ТПЦ-4 ПАТ «ІНТЕРПАЙП – НТЗ»

**Іршенко І.М., керівник доцент Гупало О.В.
Национальная металлургическая академия Украины**

Трубопрокатний цех № 4 призначено для виробництва безшовних гарячекатаних труб діаметром 140 - 350 мм, з товщиною стінки 6 - 30 мм. Для нагрівання зливків перед прошивним пресом цех обладнано двома кільцевими печами. Аналіз науково-технічної літератури показав, що перспективними напрямками зниження питомих витрат природного газу на нагрівання металу є збільшення глибини утилізації теплоти димових газів, що відходять з печі. Димові гази можуть бути використані: 1) для підігрівання повітря, що подається на спалювання палива; 2) для підігрівання металу. Реалізація першого варіанту передбачає збільшення кількості зварювальних зон за рахунок методичної зони та відведення димових газів через загальний димовий борів на початку печі, або окремо із кожної опалювальної зони. Другий варіант реалізується шляхом збільшення довжин методичних зон кожної печі, або шляхом переведення ділянки печей на роботу за схемою «підігрівання - нагрівання». Така схема роботи передбачає, що метал послідовно нагрівається спочатку в першій (підігрівальній), а потім в другій (нагрівальній) печі. При цьому перша піч не опалюється, а підігрівання металу в ній здійснюється димовими газами, що відходять з другої (нагрівальної) печі. В роботі досліджено обидва запропоновані варіанти та визначено, що найбільша енергоефективність ділянки нагрівання металу забезпечується при переведенні печей на роботу за схемою «підігрівання - нагрівання». Впровадження цього заходу не потребує значних інвестицій та забезпечує економію природного газу $11,48 \text{ м}^3/\text{т}$.

ЕКОНОМІЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРИ НАГРІВАННІ МЕТАЛУ В КІЛЬЦЕВІЙ ПЕЧІ

**Яшний В.В., керівник доц., Гупало О.В.
Національна металургійна академія України**

У трубопрокатних цехах ПАТ «Інтерпайп НТЗ» для нагрівання трубних заготовок перед обробкою тиском експлуатуються кільцеві печі, що опалюються природним газом. Дані агрегати мають високі показники енергоспоживання, що пов'язано з недостатньо високою температурою підігріву повітря горіння, недосконалістю режимів нагрівання, зносом футерівки та іншими організаційними та технічними недоліками. З теплового балансу печей випливає, що основним джерелом теплових втрат в них є втрати теплоти з димовими газами, які можливо будуть знижені шляхом збагачення повітря, що подається на спалювання палива, технологічним киснем.

У роботі досліджено нагрівання металу в кільцевій печі, що працює за існуючим температурним режимом, та визначені основні техніко-економічні показники її роботи. Проаналізовано зміни техніко-економічних показників печі залежно від ступеня збагачення повітря горіння киснем і визначено максимальну ціну технологічного кисню, що забезпечує економічну доцільність його застосування в кільцевих печах. Встановлено, що при заданій витраті технологічного кисню 650 тис.м³/місяць економія природного газу від його використання складає 6 – 12 % в залежності від ступеня збагачення киснем повітря та продуктивності печі.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ПЕЧИ С ШАГАЮЩИМ ПОДОМ

**Гаркуша И.О. , руководитель доц. Бровкин В.Л.
Национальная металлургическая академия Украины**

Целью работы является сокращение расхода топлива при нагреве стальных заготовок в печи с шагающим подом перед прокаткой.

Был выполнен теплотехнический расчет печи с шагающим подом и плоскопламенным отоплением конструкции Siemens VAI. В основе расчета положена методика, предложенная профессором Ольшанским В.М. В данную методику были внесены изменения, связанные с уточнением закона распределения тепловых потоков на границе сварочной и томильной зон, а также с учетом тепловых потерь.

С использованием модифицированной методики расчета было проведено исследование влияния температуры поверхности в конце нагрева на расход топлива в печи и получено, что при увеличении температуры поверхности на 100 °С относительно базовой температуры (1150 °С) расход топлива возрастает на 18%, а при уменьшении относительно базовой температуры расход температуры на 100 °С - уменьшается на 13%. Сделан вывод, что для экономии топлива в данной печи, нужно уменьшать температуру поверхности в конце нагрева.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАГРІВАЛЬНОЮ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ПІЧЧЮ

**Кузюков В.О., керівник доц. Єгоров О.П.
Національна металургійна академія України**

Останнім часом нагрівальні електричні печі знаходять все більше застосування у всіх галузях промисловості, оскільки вони дозволяють досягати високих температур і великих швидкостей нагріву, високої точності і рівномірності нагріву внаслідок легкості регулювання електричного і температурного режимів. Єдиним недоліком є відносна дороговизна електричної енергії.

Тому є важливим раціональне управління нагрівальної піччю, що сприяє підвищенню техніко-економічних показників роботи печі, в першу чергу зниження витрат енергоносіїв на одиницю нагрівається продукції.

Для досягнення цих цілей необхідно підтримувати оптимальний електричний і температурний режим за рахунок впровадження системи управління.

Була розроблена система управління нагрівальної електричної піччю, досліджена за допомогою імітаційного моделювання в пакеті Matlab і проведені випробування на реальному об'єкті.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА DELTA

**Дунаєв О.А., керівник доц. Зінченко М.Д.
Національна металургійна академія України**

Регулювання виробничих процесів здійснюється з застосуванням ПЛК в якості регулюючого органу.

Для вивчення устрою та програмування ПЛК був розроблений лабораторний комплекс, який складається з: ПЛК Delta DVP20SX2, панелі оператора Delta B04S211, блока завдання дискретних та аналогових сигналів, частотного перетворювача Altivar 28, асинхронного двигуна АОЛ 0-4 №R4876 та фотоімпульсного перетворювача кутових переміщень ПДФ-3.

Даний комплекс дозволяє розробляти програми для ПЛК за допомогою програмного забезпечення WPLSoft і програми для панелі оператора за допомогою пакету DOPSoft.

На цьому лабораторному комплексі студенти зможуть вивчати принципи дії ПЛК та панелі оператора та засоби їх програмування з дисципліни «Технічні засоби автоматизації».

Як об'єкт автоматизованого регулювання був взятий асинхронний двигун з частотним перетворювачем для розробки систем регулювання швидкості та переміщення механізмів.

Лабораторний комплекс розроблений у рамках магістерської роботи для проведення дослідження роботи ПІД-регуляторів програмованих логічних контролерів.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА SIMATIC

**Ладан Р.С., керівник доц. Зінченко М.Д.
Національна металургійна академія України**

Регулювання виробничих процесів здійснюється з застосуванням ПЛК в якості регулюючого органу.

Для вивчення устрою та програмування ПЛК був розроблений лабораторний комплекс, який складається з: ПЛК, панелі оператора, блоку завдання дискретних та аналогових сигналів, блоку декадного завдання, перетворювача інтерфейсу ADAM-4520 та електричної трубчастої печі з симисторним регулятором управління температурою печі.

Даний комплекс дозволяє розробляти програми для ПЛК SIMATIC S7-200 CPU226 за допомогою програмного забезпечення MicroWin STEP7 і програми для панелі оператора Eaton XV-200 за допомогою пакету Galileo.

На цьому лабораторному комплексі студенти зможуть вивчати принципи дії ПЛК та панелі оператора та засоби їх програмування з дисципліни «Технічні засоби автоматизації».

Як об'єкт автоматизованого регулювання була взята електрична трубчаста піч з симисторним регулятором.

Лабораторний комплекс розроблений у рамках дипломної роботи, яка спрямована на розробку системи регулювання тепловими процесами за допомогою ПЛК.

РОЗРОБКА САР ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОТЛОАГРЕГАТУ ПК-14-2М В УМОВАХ ТЕЦ-2 ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»

**Ковальчук О.О., керівник доц. Тригуб І.Г.
Національна металургійна академія України**

Однією з найбільш актуальних проблем у чорній металургії є підвищення енергоефективності та екологічності виробництва на металургійних підприємствах.

ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» є підприємством з повним металургійним циклом, що виробляє широкий спектр енергоємної продукції (чавун, сталь тощо), тому потребує значної кількості паливно-енергетичних ресурсів. За допомогою теплоелектроцентралі (ТЕЦ-2), яка розташована неподалік доменного цеху, компенсуються потреби меткомбінату в енергетичних ресурсах.

Тому є важливим раціональне управління витратою паливних ресурсів ТЕЦ-2, що дозволить підвищити техніко-економічні показники роботи котлоагрегату, в першу чергу знизити витрати енергоносіїв.

Для досягнення якісного управління процесом вироблення пари необхідно підтримувати стабільне навантаження котлоагрегату ПК-14-2М теплоелектроцентралі, що сприятиме раціональній витраті дорогоцінних паливних ресурсів.

Було розроблено систему автоматичного регулювання теплового навантаження котлоагрегату та досліджено її роботу на моделі в пакеті імітаційного моделювання Simulink/Matlab.

САУ РЕКУПЕРАТОРОМ КІЛЬЦЕВОЇ ПЕЧІ

**Полякова О.Г., керівник доц. Михайловський М.В.
Національна металургійна академія України**

Нагрівальні і термічні печі металургійної та машинобудівної промисловості є одними з основних споживачів палива в країні, причому в них витрачають найбільш цінні сорти палива: мазут і газ. У більшості випадків промислові печі працюють з дуже низьким термічним коефіцієнтом корисної дії, що обумовлено великими втратами тепла з відхідними димовими газами, які досягають 50...60% від кількості тепла, підведеного у піч.

Найкращим методом підвищення термічного к.к.д. печей і, отже, економії палива є повернення в піч частини тепла, що міститься в димових газах, за рахунок підігріву в рекуператорах газоподібного палива і повітря, використуваного для його горіння. Для цього застосовуються петльові рекуператори з гладких прямих труб, перевагою яких є самокомпенсації температурного розширення. Підвищення ефективності утилізації тепла димових газів вимагає управління температурним режимом роботи рекуператора при зміні теплового навантаження.

В нашій роботі запропоновані технічні рішення з утилізації теплоти димових газів і розроблена система автоматичного управління рекуператорною установкою кільцевої печі ПАТ «Дніпропетровський трубний завод».

НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛОВОЙ АНАЛИЗ В ANSYS

**Мурдрий В.Ю., руководитель доц. Бейцун С.В.
Национальная металлургическая академия Украины**

Программная система ANSYS предназначена для конечно-элементных решений линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твердого тела и механики конструкций, задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей.

В программе ANSYS реализованы расчетные средства для трех видов теплообмена: кондуктивного, конвективного (свободного и вынужденного) и радиационного. Эти средства используются при проведении стационарного, нестационарного, линейного или нелинейного теплового анализа.

Нестационарный тепловой анализ используется для получения распределения температуры в конструкции как функции времени и для определения тепловых потоков при передаче и аккумулировании тепла в системе. Можно задавать такие «нагрузки», как конвективная теплоотдача с поверхности, тепловые потоки, плотность тепловых потоков, мощность тепловых источников и заданные температуры. Для расчета аккумулируемого в системе тепла используется удельная теплоемкость, которая вводится как свойство материала.

В ANSYS проведение теплового анализа можно разделить на три основных этапа.

На первом этапе осуществляется построение геометрической модели, задаются теплофизические свойства материала объекта. Для получения численного решения выполняется разбиение геометрической модели конечно-элементной сеткой, которая является основой для составления и решения системы уравнений в матричном виде. Также определяются начальные и граничные условия.

На втором этапе, когда модель уже подготовлена для численного решения, происходит настройка решателя – определяются параметры, обеспечивающие

сходимость итерационного процесса. Конечным результатом этого этапа является численное решение, полученное с заданной точностью.

На третьем этапе производится обработка результатов – полученное численное решение визуализируется в виде распределения температуры в объеме объекта. Итоговым результатом является набор графиков, массивов значений, представляющих результаты решения задачи.

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАБОРОМ ПАКЕТА СМУГ НА ХОЛОДИЛЬНИКУ ПЕРЕД НОЖИЦЯМИ ДРІБНОСОРТНОГО СТАНА

Прятко О.В., керівник проф. Потап О.Ю.

Національна металургійна академія України

Під час виробництва дрібносортного прокату необхідно забезпечити такий порядок робіт, при якому в пачках прутків виключається присутність прокату різних плавок і різних партій. Ця вимога базується на тому, що хімічний склад двох різних плавок може відрізнитися. А хімічний склад виплавленого металу обумовлює його механічні та інші властивості. Також при формуванні пакету для порізки на стаціонарних ножицях виникає необхідність задавати кількість смуг у пакеті. Максимальне число смуг у пакеті обумовлене міцністю матеріалу ножів стаціонарної порізки. Перевищення гранично припустимої кількості смуг може призвести до поломки ножів.

Крім того кількість смуг у пакеті обмежена й знизу через те, що занадто «легкі» пакети погано транспортуються рольгангом, що підводить їх до стаціонарних ножиців. Проблеми, які виникають при транспортуванні «легких» пакетів, обумовлені сковзанням між смугами та поверхнею роликів рольгангу. Це сковзання унеможливує точний підвід пакету під ножі і спричиняє необхідність багатокрокового пересування пакету, що значно збільшує час на його розрізання. До цього ж можливими є удари пакету в упор з подальшим підскакуванням від нього або з вигином смуг у пакеті. Це зменшує точність порізки «легкого» пакету на мірні довжини і призводить до появи немірних пачок.

У зв'язку з цими вимогами було розроблено систему автоматичного регулювання із алгоритмом формування пакетів, та розрахунком їх кількості з урахуванням обурюючих впливів.

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АСР РІВНЯ ЖИВИЛЬНОЇ ВОДИ В БАРАБАНИ КОТЛА ТП-90

Шелковський Д.В., керівники: доц. Кірсанов В.В., ас. Радченко В.П.

Національна металургійна академія України

До АСР рівня води в барабані котла пред'являються підвищені вимоги до показників якості перехідних процесів регулювання. Показано, що такі показники забезпечуються тільки комбінованою системою – як основою побудови інваріантних систем.

За допомогою аналітичного конструювання оптимальних регуляторів (АКОР), маючи передаткову функцію об'єкту, визначена структура і параметри автоматичного регулятора рівня. Також отримано умови абсолютної інваріантності рівня відносно основних збурюючих впливів, таких як витрати живильної води та пари. Виконано моделювання системи і аналіз перехідних процесів регулювання рівня.

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА МОДУЛЮ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ БАНКУ ЧЕРЕЗ ІНТЕРНЕТ

Макарчук С.В. , керівник ст. викл. Водолазький Ю.О.

Національна металургійна академія України

Стрімко розвиваються комп'ютерні технології які змінили спосіб життя мільйонів людей, а світова комп'ютерна мережа Internet завоювала популярність у всьому світі.

У зв'язку з попитом на техніку і засоби зв'язку з'являються організації здатні задовольнити потребу в товарах, і з кожним днем подібних організацій стає все більше і більше. Тому я вважаю, що клієнт-банк - область досить цікава і актуальна у всі часи.

Практично всі види послуг, які, так чи інакше, пов'язані з передачею інформації, можна надавати через Інтернет. Серед них: юридичні, різні консалтингові, банківські, фінансові, новинні, туристичні, медичні, психологічні та ін. Крім інформаційних послуг, в Інтернет опиняються комунікативні послуги: спілкування через електронну пошту, гостьові книги, чат, ICQ, форми зворотнього зв'язку, Інтернет - телефонія, відео-конференції та ін.

Інтернет є базою для всього, в тому числі і для клієнтських сайтів, таких як бронювання готелів, автомобілів та багато чого іншого. До числа таких сайтів можна віднести і сайти банків, використовувані клієнтами при оплаті послуг або операцій.

Цілями даної роботи є залучення більшої кількості клієнтів, отримання додаткової корисної інформації. І головним завданням для досягнення цих цілей є створення автоматизованої системи обслуговування клієнтів банку через Інтернет.

РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ НАДБУДОВИ MS EXCEL ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Радченко К. В. керівник доц. Дорош Н.Л.

Національна металургійна академія України

Виконано розробку надбудови Excel (XLA), яка може бути використана для аналізу даних в електронних таблицях MS Excel.

Актуальність розробки такого програмного засобу обумовлена, з одного боку, широким розповсюдженням пакету MS Excel і зручністю його використання, а з другого - відсутністю низки вбудованих функцій, які необхідні для вирішення такого класу задач.

Створений Dll-бібліотечний файл і підключений до Excel через VBA, використані правила створення й підключення стандартної DLL[1].

Проведено тестування роботи надбудови Excel стосовно до часового ряду. Тестовий часовий ряд характеризує потік пасажирів, які використовували повітряний транспорт з січня 1949 року по грудень 1961 року (за 12 років щомісячно) у США. Дані представлені у вигляді стовпця чисел і показують кількість тисяч пасажирів на місяць. Усього 144 числа. Дані взяті з файлу airpass.dat [2].

Дані часового ряду повинні бути внесені в комірки Excel, а потім обрані у вікні надбудови. Модулі надбудови надають можливість перегляду даних, експоненціального згладжування, нелінійного перетворення Бокса-Кокса та згладжування даних з використанням алгоритмів цифрової фільтрації. Методи реалізовані в окремих вікнах і мають зручний інтерфейс. Наприклад, метод експоненціального згладжування може бути реалізований при будь-якому коефіцієнті

згладжування. Можлива зміна коефіцієнта згладжування за допомогою перетаскування бігунка у вікні програми.

За допомогою функцій надбудови перетворені (згладжені) дані часового ряду експортуються до комірок Excel..

Таким чином, надбудова Excel, яку розроблено, дозволяє виконати обробку та аналіз часових рядів з використанням методів згладжування та експортувати результати до листу Excel.

Література

1 Гайдьшев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. –СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 512с.

2 Peter J. Brockwell, Richard A. Davis. ITSM for Windows. A User's Guide to Time Series Modelling and Forecasting. – Springer-Verlag New York, Ins., 1994.

КОМПЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕРОЗІЇ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ **Гимбіль Р. В. керівник доц. Деревянко О.І.** **Національна металургійна академія України**

Ерозією - руйнування поверхні металу, викликане корозійно-механічним впливом рухомого зовнішнього середовища [1].

Об'єктом досліджень є фізичний процес механічної ерозії поверхні металу.

Мета роботи: створення імітаційної моделі процесу ерозії поверхні металу та прогноз впливу зовнішнього середовища на поверхню металевих сплавів.

Актуальність розробки такої моделі обумовлена можливістю здійснювати прогноз стану поверхонь труб під впливом механічної ерозії [2].

Метод дослідження: створення імітаційної моделі процесу ерозії поверхні металу та дослідження показників максимального руйнування поверхні на основі моделювання.

Висновки: за допомогою створеної імітаційної моделі можна спостерігати процес руйнування кристалічної решітки металу, як наслідок дії ерозії, оцінити ступінь пошкоджень та спрогнозувати критичний стан поверхні металу.

Література

1 Борисов С.Ф., Межфазная граница газ-твердое тело: структура, модели, методы исследования. – Екатеринбург:Наука, 2001, 205с.

2 Трофименко В.А. Комп'ютерне моделювання процесу ерозії поверхні металу// Матеріали конференції "ІУС та КМ-2010". – Донецьк , 2010. - Т. II. - сс. 262-265.

ЗАХИСТ ДАНИХ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ МЕТОДОМ **СТЕГАНОГРАФІЇ**

Степанишев С.М. керівник доц. Деревянко О.І.
Національна металургійна академія України

Стеганографія розробляє прийоми обміну інформацією, що приховується сам факт існування зв'язку. Вона не замінює криптографію (шифрування даних), а доповнює її ще одним рівнем безпеки. При обробці даних стеганографічними методами відбувається маскування передаваної інформації в інших об'єктах (файлах, дисках) [1].

Об'єктом досліджень є методи маскування інформації у аудіо файлах стандартної структури..

Мета роботи: створення програми маскування загальної інформації у файлах-контейнерах MP3.

Актуальність розробки такої програми обумовлена вимогами підвищення рівня захисту інформації [2].

В роботі досліджено залежність криптостійкості від потенційного розміру файлу-контейнера. Отримана оцінка криптостійкості від наявності аудіо включень.

Висновки: розроблено алгоритм маскування даних в аудіофайлах формату mp3 та відповідне програмне забезпечення, що дозволяє маскувати комп'ютерну інформацію в mp3 файлах..

Література

- 1 Коначович Г. "Цифрова стеганографія". «МК-Пресс». Київ. 2006, 205с.
- 2 Аграновский А., Репалов С., Рутковский Н., Хади Р. "СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В АУДИО-СООБЩЕНИЯ". Ростов-на-Дону. 2002

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ МАНІПУЛЯЦІЙНОГО РОБОТУ

**Левченко Д.О., керівники доц. Дмитрієва І.С.
Національна металургійна академія України**

Кінематика маніпулятора вивчає геометрію руху маніпулятора щодо заданої абсолютної системи координат, не розглядаючи сили і моменти, які породжують цей рух. Таким чином, її предметом є опис просторового положення маніпулятора як функції часу, і, зокрема, співвідношення між простором приєднаних змінних маніпулятора - узагальненими координатами, положенням і орієнтацією схвата.

Розташування та орієнтація захватного пристрою є результатами спільної дії обертання і перенесення кожного зчленування ланцюга ланок робота-маніпулятора. Основним питанням при розгляді маніпулювання є здатність помістити схват в певну точку з необхідною орієнтацією в заданий час.

Для постановки і вирішення завдань кінематики складають кінематичну модель маніпулятора в основу якої мають бути покладені передбачувані або наявні геометричні розміри ланок, а також типи, кількість і розподіл кінематичних пар.

Маніпулятор зазвичай являє собою відкритий кінематичний ланцюг, елементи які з'єднані один з одним за допомогою кінематичних пар. Як правило, це однорухливі кінематичні пари п'ятого класу - обертальні або поступальні. Найпростіші маніпулятори мають 2-3 ступеня рухливості. Універсальні, а також деякі спеціальні маніпулятори можуть мати 6-8 ступенів рухливості.

Література

1. Накано Э. Введение в робототехнику / Э. Накано. - М: Мир, 1988. – 334 с.
2. Шахинпур М. Курс робототехники / М.Шахинпур. - М.: Мир, 1990. - 564 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ СЦЕН МАНІПУЛЯТОРУ

**Гаращенко С. А., керівники доц. Дмитрієва І.С.
Національна металургійна академія України**

Захватні пристрої призначені для того, щоб брати об'єкт, утримувати його в процесі маніпулювання і звільнити після закінчення цього процесу. Існують основні типи захватних пристроїв: механічні, пневматичні і електромагнітні. Крім того, в зв'язку з великою різноманітністю об'єктів маніпулювання, розроблено велику кількість різних комбінацій цих типів захватних пристроїв і безліч спеціальних захватних пристроїв, заснованих на різних оригінальних принципах дії.

Схвати - це механічні захватні пристрої, аналог кисті руки людини. Найпростіші двопальцеві схвати нагадують звичайні плоскогубці, але забезпечені приводом. На рисунку 1 представлена конструкція подібного схвату з пневмоприводом. Залежно від об'єктів маніпулювання застосовують схвати з трьома, чотирма і значно рідше з великим числом пальців.

В роботі необхідно дослідити модель плоского горизонтального дволанкового робота-маніпулятора при умові зміни сцен руху по прямій. Для лінеаризації рівнянь, що описують поведінку робота-маніпулятора при малих змінах координат елементів механізму, диференціюють за часом координати положення ланок у складному механізмі, описуваних нелінійними залежностями [1].

Література

1. Ямпільський Л. С. Промислова робототехніка / Л. С. Ямпільський, В. А. Яхимович. - К.: Техніка, 1984 - 264с.

2. Бурдаков С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов / С.Ф. Бурдаков, В.А. Дьяченко, А.Н. Тимофеев. - М.: Высшая школа, 1986. - 256 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ Иванов Ф. Н., руководитель доц. Дмитриева И.С. Национальная металлургическая академия Украины

Характерной особенностью современного развития техники является широкое внедрение методов и средств автоматизации и телемеханики, вызванное переходом на автоматизированное и автоматическое управление различными производственными и технологическими процессами, создание гибких производственных модулей, систем, комплексов и тому подобное.

Недостаточная надежность технических систем приводит к увеличению доли эксплуатационных затрат по сравнению с общими затратами на проектирование, производство и применение этих систем. При этом стоимость эксплуатации технических систем может во много раз превзойти стоимость их разработки и изготовления.

Еще одной причиной, требующей повышения надежности, является возрастание сложности технических систем, аппаратуры их обслуживания, жесткости условий их эксплуатации и ответственности задач, которые на них возлагаются.

Все это говорит об актуальности исследования расчета показателей надежности по статистическим данным. Одними из таких методов являются графические

Графические методы применимы для некоторых семейств $F(t, \alpha, \beta)$, содержащих два неизвестных параметра α, β . График функции распределения $F(t, \alpha, \beta)$ можно представить в виде совокупности точек (t, p) на плоскости, где $p=F(t, \alpha, \beta)$. Основная идея графического метода состоит в том, что подбирается такая непрерывная замена координат $t'=h(t), p'=\varphi(p)$, что при этом график функции распределения (t', p') , где $p'=\varphi(F(t, \alpha, \beta))$, становится прямой линией $p'=\psi(\alpha, \beta)t'+\chi(\alpha, \beta)$.

Литература

1. Основы теории надежности автоматических систем управления: учеб. пособие для ВУЗов / Л.П. Глазунов и др. – Л.: Энергоатомиздат, ленингр. отд-ние, 1984. – 208с.

2. Матвеевский В.Р. Надежность технических средств управления: учеб. пособие / В.Р. Матвеевский. – М.: МГИЭМ, 1993. – 92с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ AES

**Шаповал С.С., керівник доц. Островська К.Ю.
Національна металургійна академія України**

Інформаційна безпека, як і захист інформації, завдання комплексне, спрямована на забезпечення безпеки, реалізована впровадженням системи безпеки. Проблема захисту інформації є багатоплановою і комплексною і охоплює ряд важливих завдань.

Для сучасної криптографії характерне використання відкритих алгоритмів шифрування, що припускають використання обчислювальних засобів. Відомо більше десятка перевірених алгоритмів шифрування, які, при використанні ключа достатньої довжини і коректної реалізації алгоритму, роблять шифрований текст недоступним для криптоаналізу.

На сьогоднішній день сформульовано три базові принципи, які повинна забезпечувати інформаційна безпека:

- цілісність даних - захист від збоїв, що ведуть до втрати інформації, а також захист від неавторизованого створення або знищення даних;
- конфіденційність інформації;
- доступність інформації для всіх авторизованих користувачів.

Advanced Encryption Standard (AES), також известный как Rijndael - симетричний алгоритм блочного шифрування (розмір блоку 128 біт, ключ 128/192/256 біт), прийнятий в якості стандарту шифрування урядом США за результатами конкурсу AES. Цей алгоритм добре проаналізований і зараз широко використовується, як це було з його попередником DES. Національний інститут стандартів і технологій США після п'ятирічного періоду, AES був оголошений стандартом шифрування. Станом на 2009 рік AES є одним з найпоширеніших алгоритмів симетричного шифрування.

AES є стандартом, заснованим на алгоритмі Rijndael. Для AES довжина Input (блоку вхідних даних) і State (стану) постійна і дорівнює 128 біт, а довжина шіфрключа K становить 128, 192, або 256 біт. При цьому, вихідний алгоритм Rijndael допускає довжину ключа і розмір блоку від 128 до 256 біт з кроком в 32 біта. Для позначення обраних довжин Input, State і Cipher Key в 32-бітових словах використовується нотація $N_b = 4$ для Input та State, $N_k = 4, 6, 8$ для Cipher Key відповідно для різних довжин ключів.

НАЛАГОДЖЕННЯ ПРОЗОРОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ REDMINE В ДОМЕНІ MSACTIVE DIRECTORY З ВИКОРИСТАНИХ НАДБУДОВИ - ПЛАГІНУ SSO

**Ємельянов С.І., керівник доц. Островська К.Ю.
Національна металургійна академія України**

Будь-яка людина, що читає ці слова, проходить процеси аутентифікації та авторизації, швидше за все, щодня і, більше того, неодноразово. Деякі навіть не здогадуються про це, інші не бачать різниці між цими словами, треті знають, що це принципово різні поняття.

Для більшості комп'ютерних користувачів авторизація та аутентифікація означають одне: вхід в систему (наприклад, на сайт електронної пошти або свою сторінку в соціальних мережах тощо). Між тим, це різні поняття, які якщо і здаються тотожними, то лише тому, що завжди супроводжують один одного.

Отже, аутентифікація - це, власне, і є знайомий кожному процес входу в закриту систему, процес упізнання користувача. Ця процедура схожа, припустимо, з

перевіркою на КПП, коли вахтер порівнює ваше обличчя з фотографією в пропуску, встановлюючи вашу особистість.

Далі відбувається авторизація (від authorize - «давати авторитет, вплив, влада») - привласнення прав користувачеві на вчинення будь-яких дій в системі. У випадку з вахтером це означає його рішення пропустити вас і як далеко пропустити: може, тільки постояти у фойє.

Вочевидь, що без першого не може бути друга, так само як і навпаки. Тобто маючи дозвіл на вхід, ви не зможете опинитися всередині без пред'явлення пропуску (розглядаємо ідеальний випадок без корупції або недбалості вахтера), так само як немає сенсу в демонстрації пропуску, якщо ви не плануєте йти далі прохідної.

Ми використовуємо Redmine, як єдине інформаційне середовище, в якій працюють всі співробітники компанії. Вводити один і той же пароль двічі - це завжди незручно. В Redmine є прекрасна можливість авторизації через LDAP. Тому, ми налаштували прозору аутентифікацію через домен.

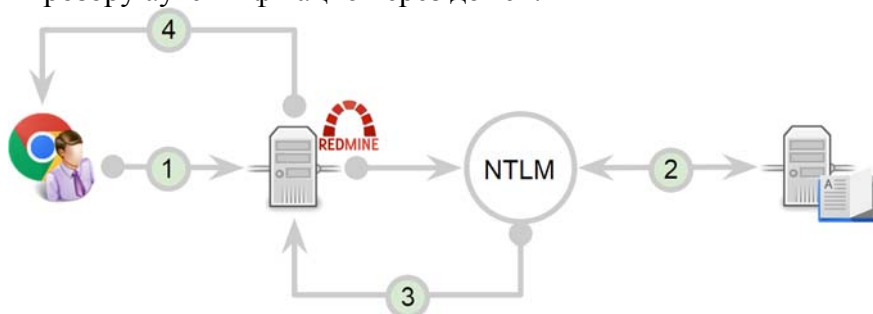


Рисунок 1 - Налаштування прозорої аутентифікацію через домен

Цілями даної роботи є налагодження прозорої аутентифікації користувачів Redmine в домені MSActive Directory з використаних надбудови - плагіну SSO.

РОЗРОБКА МОДУЛЯ КОНВЕРТУВАННЯ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА МЕЛОДІЙ НА ПРИКЛАДІ NOKIA COMPOSER 3 ВИКОРИСТАННЯМ PYTHON 2.7

Ренсков С.П., керівник доц. Островська К.Ю.

Національна металургійна академія України

Рано чи пізно, розробникам електронної апаратури і програмістам доводиться стикатися з аудіо даними, які потрібно зберігати, обробляти, стискати і відтворювати на персональному комп'ютері типу IBM PC.

Найпростішим і часто використовуваним форматом є - Waveform Audio (Wave), який розроблений корпораціями Microsoft і IBM для зберігання незжатої, цифровий звуковий (аудіо-) інформації. При подальшій обробці з 8-ми бітних або 16-ти бітних даних (звітів) Wave-формату, формуються інші формати звуку, які в більшості випадків є - стислими форматами звуку - ADPCM, MP3, OGG, Дельта-модуляція та інші. А іноді, потрібно зворотне перетворення зі стислих аудіо- даних отримати стиснені аудіо- дані. При цьому, завжди треба враховувати, що будь-яке стиск аудіо- даних вносить спотворення до форми аудіо- сигналу.

Nokia Composer був вбудований в цілу купу телефонів, подібних Nokia 3310. Крім 7-ми нот, він дозволяв записати 5 дізів, вказати октаву і тривалість у частинах. А ще були ноти, які не звучали - паузи. Тобто «нота» в Composer'e була дійсно нотою.

Сама запис ноти для Composer'a представлена на рисунку 1.

16 . #C 2

Рисунок 1 - Запис ноти для Composer'a

Тобто, на початку йде тривалість (у частинах від цілої), потім могла бути присутнім точка, що подовжує звучання в півтора рази, сама нота в буквеному позначенні, і октава. При цьому після паузи октава не вказується, а тривалість вказується рівно так само, як і для нормальної ноти.

Цілями даної роботи є розробка модуля конвертування для генератора мелодій на прикладі Nokia Composer з використанням Python 2.7.

РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНОЇ СХЕМИ КОМБІНУВАННЯ ВАРІАНТІВ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ НА ОСНОВІ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ

**Дьоміна А.О., керівники доц. Кузнецов В.І., ас. Євтушенко Г.Л.
Національна металургійна академія України**

Методи багатокритеріального аналізу універсальні, адаптуються під конкретну предметну область. Для моделювання комплексних систем розробляються модифікації різних методів БКА. Одним з найвідоміших і найбільш часто модифікуємих методів БКА є метод аналізу ієрархій (МАІ).

Модифікують МАІ, в основному, за двома напрямками: 1) нові способи синтезу локальних пріоритетів порівнюваних об'єктів (нові алгоритми заповнення та обробки матриць парних порівнянь); 2) вирішення проблеми використання у задачі великої кількості критеріїв та альтернатив.

На базі морфологічного аналізу виділено чотири вузлові точки МАІ: задання структури проблеми, визначення пріоритетів критеріїв, визначення локальних пріоритетів альтернатив, синтез глобальних пріоритетів альтернатив.

В СППР NooTron реалізовані чотири варіанти МАІ: класичний, МАІ в абсолютних вимірюваннях (вирішує проблему використання в задачі великої кількості альтернатив), інтегрований метод МАІ + ММР (визначення пріоритетів альтернатив на базі матриці корисностей), інтегрований метод МЗС + МАІ (для вирішення БКА задач зі складною ієрархічною структурою критеріїв).

У роботі пропонується загальна схема комбінування варіантів методу аналізу ієрархій, розглянуто алгоритм методу зі шкалою відносних ваг і максимінною формулою згортки для поповнення бібліотеки методів СППР NooTron.

РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНОЇ СХЕМИ КОМБІНУВАННЯ ВАРІАНТІВ МЕТОДУ ЗВАЖЕНИХ СУМ НА ОСНОВІ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ

**Ткаченко А.А., керівники доц. Кузнецов В.І., ас. Євтушенко Г.Л.
Національна металургійна академія України**

Розвиток методів багатокритеріального аналізу дозволяє вирішувати все більш комплексні задачі прийняття рішення, складання рейтингів, оцінки ефективності, проектування і т.д. Перевагою методу зважених сум (МЗС) є можливість врахування великої кількості альтернатив і критеріїв складної ієрархічної структури. Даний метод знайшов широке застосування при вирішенні багатокритеріальних задач.

Недоліками МЗС є: 1) складність узгодженого визначення ваг критеріїв; 2) різномірність критеріїв.

Морфологічний аналіз МЗС показав, що даний метод має такі вузлові точки: задання структури проблеми, визначення ваг критеріїв, оцінка альтернатив, синтез глобальних оцінок альтернатив (згортка приватних оцінок).

В СППР NooTron реалізовані чотири варіанти вузла «визначення ваг критеріїв»: вручну, автоматичне завдання рівних ваг (метод простої суми), визначення ваг в кожній

групі критеріїв за допомогою методу аналізу ієрархій (МЗС + МАІ), визначення ваг за законами розподілу в кожній групі ранжируваних критеріїв (метод ранжируваних ваг критеріїв).

У роботі пропонується доповнити реалізацію МЗС в СППР NooTron у вузлах «оцінка альтернатив» і «синтез глобальних оцінок альтернатив». У першому розробляється обробка натуральних шкал, у другому – можливість вибору варіантів згорток (лінійна, декількох варіантів нелінійних).

На практиці частіше використовують лінійні згортки, нелінійні згортки в ряді випадків можуть виявитися кращими за наявності обмежень.

У доповіді проведено аналіз вузлових точок МЗС, розглянуті варіанти згорток приватних оцінок і алгоритм методу з нелінійними згортками для поповнення бібліотеки методів СППР NooTron.

РОЗРОБКА МОДУЛЯ ІС КОНТРОЛЮ ВІДПОВІДНОСТІ КОНФІГУРАЦІЙ ОСНОВНОГО ТА РЕЗЕРВНОГО МАРШРУТИЗАТОРІВ У ВУЗЛАХ МЕРЕЖІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

**Дубцов К.Ю., керівник ст. викл. Фененко Т.М.
Національна металургійна академія України**

На даний час на Придніпровській залізниці налічується 122 вузли мережі передачі даних, на 82 з них встановлено подвійний комплект обладнання, що складається з основного та резервного маршрутизаторів, які обслуговуються інженерами відділу ІОЦМПД. Підключення нових абонентів до мережі, керування доступом до ресурсів мережі, зміна ІР-адрес та інші роботи пов'язані зі зміною конфігурації маршрутизаторів виконується інженерним персоналом декілька разів на тиждень.

Після внесення змін у конфігурацію основного маршрутизатора, аналогічні зміни також мають бути внесені в конфігурацію резервного маршрутизатора для забезпечення сталої роботи мережі під час переходу на резервний комплект обладнання. Цю операцію не можливо виконати простим копіюванням конфігурації вцілому, вона потребує значного часу, зосередженості, уваги та високого професіоналізму інженерів відділу.

Доволі часто виникає ситуація, коли немає часу на внесення таких змін або через напруженість зміни вносяться з помилками. Це не впливає на роботу через основний комплект обладнання, але призводить до проблем у роботі, навіть до неможливості роботи, після переходу на резервний комплект обладнання.

Саме тому періодично виникає необхідність у порівнянні конфігурацій основного та резервного маршрутизаторів та їх синхронізації. Ця робота зараз виконується шляхом візуального порівняння двох конфігурацій. Типова конфігурація містить від 400 до 900 рядків у текстовому вигляді. Під час аналізу такої кількості текстової інформації неминуче виникають помилки, а частина змін залишаються непоміченими. До того ж процес порівняння займає багато часу та вимагає високої концентрації уваги.

Пропонується змінити технологію контролю відповідності конфігурацій основного та резервного маршрутизаторів у вузлах мережі передачі даних шляхом впровадження програми, яка буде щодобово порівнювати конфігурації маршрутизаторів та видавати їх відмінності у наглядному вигляді.

РОЗРОБКА КОМПЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ WiMAX

**Пахомов С.О., керівник ст. викл. Фененко Т.М.
Національна металургійна академія України**

Стремление производителей к стандартизации подходов при разработке систем беспроводного доступа с целью придания им новых потребительских свойств, в том числе совместимости изделий для снижения стоимости абонентских устройств (CPE) за счет их массового выпуска, ярко выразилось в создании консорциума WiMAX.

Технологии WiMAX, хотя и не являются единственными технологиями беспроводной связи, впитали в себя все лучшее, что есть в пограничных технологиях 3G, IEEE 802.11, DVB, DAB и другие. И поэтому, именно эта технология является наилучшим решением для обеспечения жителей Земли мобильным широкополосным доступом, как в развивающихся, так и в развитых странах. Технологии WiMAX позволяют быстро прогрессировать, как мобильным, так и фиксированным операторам, в том числе - новым операторам, начинающим свою деятельность с чистого листа. Сегодня уже развернуто 475 WiMAX сетей в 140 странах.

По данным маркетинговых исследований, широкополосные беспроводные сети на базе технологий сотовой связи третьего поколения, а также технологий Wi-Fi и WiMAX обладают сегодня исключительными преимуществами по оперативности развертывания, охвату территории, мобильности, предоставляя во многих случаях не только наиболее эффективное, но иногда и единственно возможное экономически оправданное решение.

Одним из значительных преимуществ передовых беспроводных систем, таких как WiMAX является увеличение спектральной эффективности. Например, 802.16-2004 (фиксированный) имеет спектральную эффективность 3,7 (бит / с) / Hertz, а другие 3,5-4G беспроводных систем предлагают спектральной эффективности, которые схожи с точностью до десятых долей процента. Заметным преимуществом WiMAX исходит от объединения SOFDMA со смарт-технологии антенны. Это увеличивает спектральную эффективность за счет многократного использования и смарт-топологиях развертывания сети. Прямое использование частот организация домена облегчает проекты с использованием MIMO-AAS по сравнению с CDMA / WCDMA методами, в результате чего более эффективных систем.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФРАКТАЛЬНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

**Музиря О. І. керівник доц. Журба А.О.
Національна металургійна академія України**

Часовий ряд представляє послідовність значень досліджуваної величини виміряні в послідовні моменти часу - зазвичай через рівні проміжки. Як правило, часовими рядами видаються випадкові зміни величин, найбільш популярними прикладами яких є часові зміни економічних показників (наприклад, коливання обмінних курсів валют); часові характеристики метеорологічних даних (виміри температури повітря, кількості опадів, швидкості вітру та ін.); стохастичні процеси в медицині (електрокардіограма серця), хімії, фізиці і соціології.

Аналіз часових рядів є основою розробки і верифікації макроскопічних моделей, що дозволяють послідовно представити еволюцію складних систем на основі мікроскопічних даних [1]. Такий аналіз зводиться до обчислення кореляційних функцій векторів станів - часових послідовностей величин, що характеризують систему.

Традиційні розділи статистики займаються аналізом тимчасових рядів, що є стаціонарні випадкові, дифузійні або точкові процеси.

Найбільш поширені методи використовують кореляційний і спектральний аналізи, згладжування і фільтрацію даних, моделі авто регресії і прогнозування [2]. У більшості випадків статистичний аналіз ґрунтований на припущенні що система, що вивчається, є випадковою, тобто причинний процес, що створив часовий ряд, має багато складових частин або ступенів свободи. Взаємодія цих компонентів настільки комплексна, що детерміністичне пояснення неможливе. Об'єктом розгляду є клас моделей гармонійного осцилятора, що відповідають випадку випадкового процесу гауса. Проте багато реальних часових рядів характеризуються інваріантністю відносно масштабних перетворень, у зв'язку з чим стандартна статистика гауса виявляється неспроможною і проблема дослідження часових рядів зводиться до аналізу стохастичних самоподібних процесів, які можуть бути описані фрактальними множинами [2].

Тому в межах роботи розроблено програмне забезпечення для дослідження характеристик фрактальних часових рядів різними методами.

Література

1. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фрактали і мультифрактали. Іжевськ: НИЦЬ «Регулярна і хаотична динаміка», 2001. - 128с.
2. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. –254- 262 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ФРАКТАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Калюжний Є. М., Шестаков Д.Ю., Проданець В.М. керівник доц. Журба А.О.
Національна металургійна академія України**

Стандартних засобів графічної обробки і сучасної Евклідової геометрії недостатньо, щоб задовольнити потреби людей у натуральності і живості віртуального світу. Тому в останні роки значний розвиток отримали фрактальна геометрія та моделювання фрактальних об'єктів.

Роль фракталів в машинній графіці сьогодні досить велика. Вони приходять на допомогу, наприклад, коли потрібно, за допомогою декількох коефіцієнтів, задати лінії і поверхні дуже складної форми. З точки зору машинної графіки, фрактальна геометрія незамінна при створенні штучних хмар, гір, поверхні моря. Фактично знайдений спосіб легкого подання складних неевклідових об'єктів, образи яких дуже схожі на природні [1].

Для моделювання фракталів застосовують ряд методів та алгоритмів, таких як, геометрична побудова з використанням рекурсії, L-системи, системи ітерованих функцій та ін. Кожен з цих методів використовується для генерації певного класу фракталів. Але в деяких випадках ці методи можна вважати альтернативними наближеннями, тому що при використанні принципово різних способів побудови, в більшості випадків, вони породжують однакові фрактальні об'єкти [2].

В межах роботи розроблено програмне забезпечення для побудови фрактальних об'єктів наступними методами:

1. рекурсивні алгоритми;
2. терл-графіка та L-системи;
3. системи ітерованих функцій.

За допомогою кожного із зазначених вище методів було побудовано ряд фрактальних об'єктів з різними параметрами для подальшого дослідження їх фрактальних характеристик.

Література

1. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. — М.: Техносфера, 2006. — 488 с.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — Ижевск: ИКИ, 2010. — 656 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ФРАКТАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ЇХ РОЗМІРНІСТЬ

**Матюк Р.О. керівник доц. Журба А.О.
Національна металургійна академія України**

Робота присвячена дослідженню основних характеристик фрактальних об'єктів. Фрактал являє собою структуру, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні до цілого. Об'єкт називають самоподібним, коли збільшені частини об'єкту схожі на сам об'єкт і один на одного.

У багатьох роботах самоподібність фракталів використовується як визначальна властивість. Згідно Бенуа Мандельброту, фрактали повинні визначатися в термінах фрактальної (дробової) розмірності.

Під терміном фрактальної розмірності розуміють різні величини: розмірність самоподібності, розмірність Мінковського, розмірність Хаусдорфа-Безиковича. Ці величини відрізняються алгоритмом обчислення, але для математичних фракталів є еквівалентними [1].

У данній роботі під «фрактальною розмірністю» матиметься на увазі розмірність Хаусдорфа-Безиковича (виходячи з визначення фрактала по Б.Мандельброту).

Робота передбачає створення програмного продукту для побудови різноманітних фрактальних об'єктів з використанням різних алгоритмів генерації фракталів і для визначення їх фрактальної розмірності. Програмна реалізація передбачає можливість побудови фрактальних об'єктів з різними параметрами і обчислення фрактальної розмірності побудованих фрактальних об'єктів з метою подальшого їх дослідження.

Фрактальні об'єкти, що аналізуються, побудовані за допомогою рекурсивних алгоритмів, терл-графіки, систем ітерованих функцій з різним порядком. Для аналізу фрактальної розмірності використовується метод Box Counting, який дозволяє оцінити фрактальні розмірність будь-яких об'єктів та поверхонь.

Література

1. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. — М.: Техносфера, 2006. — 488 с.

РОЗРОБКА WEB-САЙТУ ПОВНОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З ВИКОРИСТАННЯМ МОВИ PHP

**Бугрієнко Б.О. керівник доц. Журба А.О.
Національна металургійна академія України**

Сьогодні розробка інтернет-магазину є актуальним питанням, оскільки мільйони людей щодня, не виходячи з дому, купують різні товари в електронних магазинах. В світі величезними темпами росте кількість користувачів Інтернет і, як наслідок, кількість "інтернет-покупців".

Інтернет дає можливість зреагувати на будь-яку подію практично ментально, і не має відстаней. А інтернет-магазини істотно зменшують витрати виробника, заощадивши на утриманні звичайного магазину, розширюють ринки збуту, так само як

і розширює можливість покупця - купувати будь-який товар у будь-який час в будь-якій країні, в будь-якому місті, у будь-який час доби. Це дає Інтернет-магазинам перевагу перед звичайними магазинами [1].

В розробленому електронному магазині вдало поєднується інтерфейс магазину з його функціональністю і простотою використання.

Розроблена максимально зручна і доступна робота потенційного клієнта, доступні і зрозумілі діалогові вікна. Розбиті по категоріях товари, що мають докладний опис з ілюстраціями, гнучка можливість пошуку за різними критеріями, перегляд «новинок» і найбільш продаваних товарів залишають у клієнта приємне враження. На будь-який товар покупець зможе залишити свій відгук, формуючи тим самим, додаткову рекламу товару.

Література

1. Леонтьев Б. PHP 5.0 для начинающих, или как создать динамичный web-сайт. - 2-е изд., дополненное и исправленное. - Новый издательский дом, - 2006.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ НЕЧІТКОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

**Павліна К.Д. керівник доц. Журба А.О.
Національна металургійна академія України**

Функціональні покриття застосовуються для вирішення великої кількості технічних задач. Прикладом функціональних покриттів є композитна структура в сталі, що утворюється у результаті хіміко-термічної обробки, аншліфи гібридної сировини, поверхні газарів, поверхні неметалічних включень в сталі та ін. Всі наведені приклади проявляють фрактальні властивості. У зв'язку з цим є доцільним дослідження цих покриттів фрактальними методами [1].

Основною кількісною фрактальною характеристикою є розмірність. В роботі запропоновано розробити програмне забезпечення для обчислення фрактальної розмірності методом Box Counting, що дозволяє визначати розмірність не строго само подібних об'єктів. За допомогою розробленого програмного засобу було обчислено фрактальні розмірності ряду зображень функціональних поверхонь. На основі отриманих значень програмно реалізовано нечітку математичну модель для оцінювання фрактальної розмірності.

Література

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — Ижевск: ИКИ, 2010. — 656 с.

ЕКОНОМІКА І ПІДПРИЄМНИЦТВО

ОЦІНКА ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» ТА ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ЩОДО ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

**Оляніна О.О. керівник проф. Довбня С. Б.
Національна металургійна академія України**

Умовою і гарантією виживання і розвитку будь-якого підприємства, є його фінансова стійкість. Фінансово стійке підприємство в стані «витримати» несподівані зміни на ринку і не опинитися на краю банкрутства.

Під фінансовою стійкістю розуміємо комплексну характеристику підприємства, яка відображає рівень платоспроможності, фінансову незалежність, ефективність функціонування, за рахунок чого забезпечується своєчасне виконання фінансових зобов'язань повністю.

Виходячи з визначеної сутності фінансової стійкості, обґрунтовано необхідність використання таких напрямків оцінки: оцінка фінансової незалежності; аналіз платоспроможності; аналіз ділової активності; аналіз рентабельності і т.п.

Для оцінки фінансової незалежності запропоновано використовувати такі показники: коефіцієнт автономії (платоспроможності); коефіцієнт маневреності власних коштів; коефіцієнт фінансового ризику; коефіцієнт довгострокової заборгованості та ін.

Аналіз платоспроможності здійснюється на основі характеристики ліквідності поточних активів та проводиться за допомогою таких показників ліквідності: коефіцієнт покриття; коефіцієнт поточної ліквідності; коефіцієнт абсолютної ліквідності; коефіцієнт Бівера.

Аналіз ділової активності підприємства здійснюється шляхом розрахунку таких коефіцієнтів оборотності: активів; дебіторської заборгованості; кредиторської заборгованості; матеріальних запасів; основних засобів; власного капіталу.

Аналіз рентабельності підприємства дозволяє визначити ефективність вкладення коштів у підприємство та раціональність їх використання. Аналіз рентабельності підприємства здійснюється шляхом розрахунку таких показників (коефіцієнтів): коефіцієнта рентабельності активів; коефіцієнта рентабельності власного капіталу; коефіцієнта рентабельності продукції та ін.

Таким чином, врахування вищезазначених показників дозволяє проаналізувати фінансову стійкість і фінансовий стан підприємства, визначити причини проблем. Це послужить надалі основою для планування дій, спрямованих на розвиток підприємства та запобігання виникнення кризи.

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

Чубенко Н.А., керівник Семенова Т.В.

Національна металургійна академія України

Металургійна промисловість – основна експортна галузь України й головне джерело надходження іноземної валюти в країну, що дозволяє Національному банку України накопичувати валютні резерви, а уряду – виконувати зовнішні боргові зобов'язання. Україна залишається ледве не єдиною країною, яка продовжує виплавляти сталь у мартенівських печах. Сьогодні цим методом виробляється близько 47% вітчизняного металу, собівартість якого на 5-10% вище, ніж у конверторах чи електродугових агрегатах. Металургійний комплекс України містить у собі більш 400 підприємств, причому велику частину складає чорна металургія.

Перший з напрямків підвищення ефективності діяльності підприємств — ресурсний — відображає першочергову необхідність аналізу ефективності використання наявної матеріальної бази виробництва та живої праці. При цьому слід враховувати рівень завантаження обладнання в часі, структуру собівартості продукції, що виготовляється, з точки зору співвідношення в ній часток амортизації, матеріальних витрат, витрат на оплату праці. Зазначені показники слід розглянути в динаміці, а також по можливості порівняти з показниками найближчих конкурентів.

У межах другого, тобто організаційного, напрямку здійснюється пошук можливостей підвищення ефективності тих процесів, що відбуваються на підприємстві. При цьому насамперед увага звертається на ефективність управління.

Наступний напрямком пошуку можливостей підвищення ефективності є технологічний. Вирішення проблеми технологічного відставання особливо актуальне для українських металургійних підприємств. Причому проблема ця є комплексною і має, принаймні, два компоненти: матеріальний та нематеріальний. Перший з них — це удосконалення технічної бази, а другий ~ організаційно-правові проблеми. Подолання технічного і технологічного відставання потребує не просто переходу на сучасні технології, а впровадження комплексу відносин, що називається корпоративною культурою. Така культура має запозичуватись, звичайно, у найпередовіших компаній з тривалим досвідом роботи в ринковому середовищі.

НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ

**Гучіна О.В., керівник ст. викл. Проха Л.М.
Національна металургійна академія України**

Удосконалення механізму управління оборотними коштами підприємства є одним з головних чинників підвищення економічної ефективності виробництва на сучасному етапі розвитку економіки. В умовах соціально-економічної нестабільності важливе місце займає управління оборотними коштами.

Раціональне використання оборотних коштів є одним з пріоритетних напрямків діяльності підприємств, в основі якого правильне керування оборотними коштами і запасами; розробка і впровадження заходів, що сприяють зниженню матеріалоємності продукції і прискоренню руху оборотних коштів. Підприємства у випадку ефективного управління оборотними коштами і запасами досягатимуть випереджального економічного стану, збалансованого по ліквідності і прибутковості.

У сучасних умовах господарювання, економічне значення заощадження оборотних фондів є однією з важливих проблем підприємства, і одним із напрямків її вирішення є економія матеріальних ресурсів та пошук резервів їх кращого використання.

Основними джерелами економії сировини та матеріалів повинно стати: зниження ваги виробів; зменшення питомих витрат матеріалів; скорочення відходів і витрат сировини та матеріалів; використання відходів; використання вторинної сировини.

Головним напрямком економії матеріальних ресурсів на підприємстві є збільшення виходу кінцевої продукції з однієї і тієї самої кількості сировини і матеріалів, що залежить від технічного рівня виробництва, рівня кваліфікації, майстерності робітників, що виготовляють продукцію, раціональної організації матеріально-технічного забезпечення, норм витрат і запасів матеріальних ресурсів.

Важливим напрямком економії матеріальних ресурсів є скорочення витрат у виробничому процесі. Для цього потрібно забезпечити необхідні умови зберігання, перевезення як матеріальних ресурсів, так і готової продукції; раціонально готувати паливо, сировину, застосовувати ефективну, дійову систему економічного стимулювання працівників.

Таким чином, економія матеріальних ресурсів, характеризуватиметься зниженням абсолютної та питомої витрати окремих видів ресурсів, та дасть змогу з такої самої кількості сировини й матеріалів виготовляти більше продукції без

додаткових затрат суспільної праці, підвищувати ефективність виробництва в цілому на підприємстві.

СУТНІСТЬ ТА НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Зеленська Ю. А., керівник ст. викл. Проха Л.М.

Національна металургійна академія України

Проблема підвищення ефективності діяльності підприємства завжди посідала важливе місце серед актуальних проблем економічної науки. До основних напрямків підвищення ефективності діяльності підприємства можна віднести наступні.

Перший – це ресурсний напрямок. Цей напрямок відображає першочергову необхідність аналізу ефективності використання наявної матеріальної бази виробництва та живої праці. При цьому слід враховувати рівень завантаження обладнання в часі, структуру собівартості продукції, що виготовляється, з точки зору співвідношення в ній часток амортизації, матеріальних витрат, витрат на оплату праці. Зазначені показники слід розглянути в динаміці, а також по можливості порівняти з показниками найближчих конкурентів. Для оборотних фондів найважливішим показником є швидкість їх обороту. Отже, слід проаналізувати чинники її збільшення.

Крім того, слід звернути увагу і на інші напрямки раціоналізації використання матеріальних ресурсів: проаналізувати основні причини втрат та нераціонального використання ресурсів; організувати використання вторинних ресурсів; створити систему заохочення з економією сировини, енергії та матеріалів.

Що стосується аналізу ефективності використання трудового потенціалу підприємства, то тут слід зосередити увагу на таких аспектах як: рівень використання засобів механізації, автоматизації праці та комп'ютерної техніки; визначення професійно-кваліфікаційної структури працюючих, втрати робочого часу внаслідок плинності кадрів; аналіз системи стимулювання працюючих.

Значним резервом підвищення ефективності діяльності підприємства є організація виробничого процесу (другий напрямок). Тому, необхідно на підприємстві проаналізувати всі аспекти, що визначають ефективність організації робіт. Для виробничих підприємств, особливу увагу треба звернути на можливості застосування більш ефективних типів виробництва.

І, нарешті, останнім напрямком підвищення ефективності діяльності підприємства є технологічний, який включає удосконалення технічної бази та вирішення організаційно-правових проблем.

Отже, для вирішення питань підвищення ефективності діяльності підприємства слід застосовувати комплексний підхід, що включає всі три напрями і досліджує всі підрозділи, служби та процеси на підприємстві.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Барщинська В.В., керівник – доц. Кирилюк В.С.

Національна металургійна академія України

Із поступовим розвитком ринкових відносин все більш актуальною постає проблема визначення конкурентоспроможності підприємства, і окремою складовою цього питання є саме вибір оптимальної методики оцінки конкурентоспроможності.

В умовах вітчизняної економіки конкурентоспроможність підприємства можна визначити як сукупність властивостей та особливостей, що дають змогу підприємству

отримати перевагу (економічну, фінансову, кадрову, іміджеву, інвестиційну тощо) у конкурентній боротьбі.

Якщо оцінювати конкурентоспроможність промислового підприємства, слід врахувати часовий період (при тактичному, оперативному та стратегічному плануванні), територіальний масштаб (в межах певного регіону країни, цілої економіки, або в міжнародних масштабах), та, безперечно - цільове призначення показника конкурентоспроможності (наприклад, визначення конкурентоспроможності послуг, що надаються певним підприємством, або ж визначення його інвестиційної привабливості для інвесторів).

Від цього залежатиме вибір методу та методики оцінки конкурентоспроможності (його складність та грошові і часові витрати на проведення даного аналізу). Важливість адекватної отриманої інформації щодо конкурентоспроможності зумовила велике різноманіття методів її оцінки (розрахункових, графічних, розрахунково-графічних). Існує багато критеріїв групування даних методів (наприклад, методи на основі конкурентоспроможності продукції; матричні методи; розрахункові методи, які включають у себе специфічні і комплексні методи).

Кожен з методів та конкретних методик має певне цільове призначення і, також, низку особливостей та недоліків. Оскільки в сучасні економічні умови існування вітчизняних підприємств вимагають від їх керівництв отримання інформації щодо оцінки життєздатності та перспектив існування у майбутньому, доцільним буде оцінювати конкурентоспроможність підприємства за комплексними методами (метод, заснований на теорії ефективної конкуренції; інтегральний метод; метод самооцінки діяльності та інші).

ПРОБЛЕМИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ УКРАЇНСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ НА МІЖНАРОДНОМУ РИНКУ, НАПРЯМКИ ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

Сущенко Г.О., керівник ас. Хитько М.М.
Національна металургійна академія України

Конкурентоспроможність продукції є одним з головних чинників, який визначає успіх ринкової діяльності товаровиробників. Конкурентоспроможність – це комплексна порівняльна характеристика, яка відбиває ступінь переваг над конкурентами по сукупності оціночних показників діяльності на певних ринках, за певний проміжок часу. Конкурентоспроможність є вагомим критерієм доцільності виходу підприємств на міжнародний ринок.

Від випуску конкурентоздатної продукції залежить ефективний та стабільний розвиток економіки. Цей показник характеризує не лише окремі підприємства, а й економіку країни загалом.

В умовах ринкової економіки держава не наділена функцією безпосереднього управління конкурентоспроможністю, але впливає на неї за допомогою різних заходів регулювання – законодавчих та підзаконних актів, урядових постанов, економічних та інших важелів. Головне завдання держави полягає в тому, щоб створювати сприятливі умови для зміцнення конкурентоспроможності економіки в цілому та її складових частин: галузей і окремих виробників.

Не зважаючи на величезний експортний потенціал багатьох галузей української економіки, конкурентоспроможність української продукції залишається на досить низькому рівні. Українська продукція не відповідає основним критеріям міжнародних стандартів, тому лише близько 1% українських товарів та послуг визнані конкурентоздатними на світовому ринку.

Якщо розглядати сучасну діяльність українських підприємств на міжнародному ринку, то можна стверджувати про велику обмеженість експортної номенклатури українських товарів: наша продукція більшою мірою представлена на ринках із переважно ціною конкуренцією, тобто ринках сировинної продукції і стандартизованих масових готових виробів.

Після зниження на 11 щаблів минулого року Україна відновила вісім позицій в Індексі глобальної конкурентоспроможності за версією World Economic Forum. За підсумками 2013-2014 років країна зайняла 76-е місце серед 144 країн світу. Головними точками зростання стало покращення довіри до суспільних інститутів і підвищення ефективності вітчизняних ринків.

Основними шляхами підвищення конкурентоздатності української продукції на міжнародному ринку є:

- 1) Поліпшення стандартизації, як головного інструменту фіксації та забезпечення заданого рівня якості на підприємствах.
- 2) Створення умов для поліпшення розвитку інноваційної діяльності, запровадження у виробництво новітніх технологій, запобігання витоку талановитих розробників.
- 3) Запобігання диспаритетності між цінами на внутрішньому ринку України та світовими цінами, а також впровадження сучасного інструментарію захисту внутрішнього ринку та відстоювання інтересів національних виробників.

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Колпилова П.Г., керівник доц. Кирилюк В.С.
Національна металургійна академія України**

Аналіз ресурсного забезпечення є невід'ємною складовою аналізу ефективності діяльності промислових підприємств. Він сприяє дослідженню поточного стану ресурсів, визначенню ступеня ефективності їх використання, виявленню резервів з метою підвищення результативності, отримання прибутку і визначенню майбутньої долі підприємства.

Методичною основою аналізу ресурсного забезпечення підприємства є відповідна методика, що дозволяє оцінити використання виробничих, трудових та фінансових ресурсів, виявити резерви найбільш ефективного їх споживання, досліджувати можливості подальшого поліпшення діяльності та розкриття перспектив розвитку.

Для аналізу ефективності використання виробничих ресурсів використовують показники обсягу, динаміки та структури основних засобів, стану та ефективності їх використання, що представлені коефіцієнтами фондоддачі, фондомісткості, фондоозброєності, зносу, оновлення, придатності, рентабельності основних засобів та ін.

Аналіз трудових ресурсів здійснюють для оцінки існуючого трудового потенціалу та його відповідності існуючій стратегії і тактиці діяльності підприємства.

Отже, аналізують чисельність та структуру персоналу; рух персоналу (з розрахунком коефіцієнтів обороту за прийманням та звільненням, загального обороту, плинності кадрів та динаміки чисельності складу); аналіз використання робочого часу; аналіз продуктивності праці і трудомісткості (розрахунок показників продуктивності праці і трудомісткості); аналіз оплати праці (аналіз фонду заробітної плати та показників зарплатоємності, зарплатовіддачі, рентабельності заробітної плати).

До показників, що характеризують фінансовий стан підприємства, відносяться такі групи коефіцієнтів: коефіцієнти ліквідності (загальної, поточної та абсолютної), показники фінансової стійкості (коефіцієнти автономії, маневровості, ефективності використання фінансових ресурсів), коефіцієнти ділової активності (оборотності активів, основних засобів, кредиторської та дебіторської заборгованостей) і коефіцієнти рентабельності активів, власного капіталу та діяльності підприємства.

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА ВИРОБНИЦТВОТА ЗБУТ ПРОДУКЦІЇ ПАТ «ІНТЕРПАЙП НМТЗ»

Малина Г.М., керівник доц. Малюк О.С.

Національна металургійна академія України

Основною метою діяльності кожного промислового підприємства є отримання прибутку. На шляху до цієї мети підприємство розглядає різні варіанти зниження витрат на виробництво та збут продукції.

Витрати на виробництво та збут продукції знаходять своє відображення в показника, що характеризують собівартості продукції. Проблема зниження собівартості продукції дуже актуальна в сучасних економічних по політичних умовах.

Проведений аналіз результатів виробничої та збутової діяльності ПАО «Інтерпайп НМТЗ» дозволив зробити висновок, що зниження витрат та виробництво та збут продукції може бути забезпечене шляхом модернізації існуючого гратознімача внутрішнього грату для труб діаметром 219-273мм. В даний час для видалення грату всередині труби застосовується внутрішній гратознімач різцевого типу, встановлений в лінії стану ТЕСА 159-529. У процесі виробництва труб при зрізанні внутрішнього грату відбувається природний знос та вихід з ладу різців, що призводить до утворення труб з наявністю внутрішнього грату, що характеризується як брак. Наявність браку призводить до зростання витрат на виробництво та погіршення показників ефективності діяльності підприємства.

З метою уникнення виробництва бракованих труб, запропоновано виконати модернізацію існуючої конструкції гратознімача. Використання гратознімача нової конструкції забезпечить якісне зняття внутрішнього грату з труб діаметром 219-273мм. Запропонована модернізація дозволить суттєво знизити обсяги бракованої продукції, що призведе до зниження витрат на її виробництво та збут, дозволить покращити показники, що характеризують результати виробничої та збутової діяльності підприємства.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА

Аніканов С.М., керівник ст. викл. Губаренко Л.М.

Національна металургійна академія України

Серед основних шляхів підвищення ефективності діяльності підприємства можна виділити організаційний, технологічний і ресурсний напрями. Ресурсний напрям відображає необхідність аналізу ефективності використання наявної матеріальної бази виробництва та живої праці. Умовою розвитку ресурсного потенціалу підприємства є не тільки абсолютне збільшення його рівня, а й забезпечення ефективного його використання з урахуванням якісних характеристик. Кількісні характеристики покликані оцінити обсяг і швидкість відтворення окремих ресурсів і в цілому ресурсного потенціалу, а якісні характеристики є основою для визначення ефективності використання ресурсів. Використання кількісних і якісних характеристик ресурсного потенціалу підприємства дає змогу виявити сформовані диспропорції між ресурсами,

виділити пріоритетні напрями розвитку ресурсів, визначити припустимі виробничі навантаження.

Для оцінювання ефективності того чи іншого виду ресурсів корисний результат діяльності підприємства (ефект) порівнюють з витратами на отримання цього корисного результату. Існує два види показників економічної ефективності – відношення результату (ефекту) до витрат і відношення витрат до результату. Перший вид показників характеризує величину економічного ефекту, отриманого на одиницю витрат (ресурсовіддача). Другий вид показників відображає величину витрат на отримання одиниці економічного ефекту (ресурсомісткість).

На результати виробничої діяльності підприємства впливає ступінь використання трудових ресурсів, аналіз яких розкриває резерви підвищення ефективності виробництва за рахунок продуктивності праці, більш раціонального використання чисельності робітників, їхнього робочого часу. Від трудового потенціалу залежить, наскільки ефективно використовують засоби виробництва й наскільки успішно працює підприємство в цілому. Аналіз використання основних фондів передбачає дослідження розміру, структурний динаміки вартості основних фондів, ефективності їх використання шляхом розрахунку показників фондівіддачі, фондомісткості, фондоозброєності, рентабельності основних фондів тощо. Матеріальні ресурси все більше впливають на зростання ефективності та якості роботи підприємства. На основі дослідження матеріаловіддачі, матеріаломісткості продукції, коефіцієнта використання матеріалів формулюються висновки про резерви поліпшення використання матеріальних ресурсів.

Вплив ефективності використання ресурсів на ефективність виробничої діяльності було досліджено на прикладі ПАТ “Дніпропетровський завод прокатних валків”. Динаміка показників товарної продукції, обсягу матеріальних і трудових ресурсів та показників ефективності їх використання свідчить про значне погіршення рівня ресурсного потенціалу підприємства (значення інтегрального показника зменшилося з 0,77 до 0,58).

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

**Граненко М. А., керівник ст. викл. Губаренко Л.М.
Національна металургійна академія України**

Основною перевагою використання альтернативних і відновлюваних джерел енергії та видів палива є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану і не призводить до зміни енергетичного балансу на планеті. Ці основні якості обумовили бурхливий розвиток відновлюваної енергетики в світі і є основою для досить оптимістичних прогнозів щодо обсягів їх освоєння на подальшу перспективу.

На даний час доля альтернативних джерел енергії та видів палива в світових обсягах енергоспоживання становить 14%. Системні дослідження, виконані під егідою ООН, показують, що частка відновлюваних джерел енергії в світовому балансі споживання паливно-енергетичних ресурсів у 2050 р. може досягти 50% [1].

У світі вартість електроенергії від альтернативних і відновлюваних джерел енергії виробленої на різних видах електростанцій, знаходиться в середньому на рівні традиційних електростанцій за виключенням фотоенергетики, де вартість електроенергії 4–5 разів вища. Проблемою скорочення споживання природного газу стала не тільки безпрецедентною життєвою необхідністю для України, а й глобальною проблемою для багатьох країн світу.

Енергетичною стратегією України на період до 2030 року передбачено досягти у 2030 році заміщення традиційних енергоносіїв в обсягах понад 57 млн. т у.п. за умови інвестиційних вкладень обсягом 60,4 млрд. грн. Частка альтернативних джерел енергії в загальному паливно-енергетичному балансі має зрости до 19% у 2030 році.

Одним з перспективних напрямів розвитку альтернативних видів палива в світі визначено виробництво синтетичного газу, передусім з бурого вугілля, торфу, тирси та інших видів вуглеводневої сировини. Цей шлях визнано пріоритетним і в Європі. Прийнята Комісією ЄС “Зелена книга” орієнтує країни ЄС на використання біопалива на рівні 10% від паливно-енергетичного балансу. В Україні його використання складає лише 0,7%.

На даний час Україна має свою унікальну технологію виробництва синтетичного газу. При цьому доведено, що собівартість використання синтетичного газу суттєво нижча в порівнянні із ціною на природний газ. Технічно можливо до 2030 р. досягти річного виробництва синтетичного газу в Україні на рівні 40 млрд. м³, що є еквівалентом 25 млрд. м³ природного газу. Досягнення цього показника в значній мірі сприятиме зменшенню щорічного споживання природного газу до 49 млрд. м³, як це і визначено Енергетичною стратегією держави .

КЛАСИФІКАЦІЯ ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА ВИТРАТИ ПІДПРИЄМСТВА

Халецька Д.С., керівник ст. викл. Губаренко Л.М.

Національна металургійна академія України

Питання управління витратами промислового підприємства є на сьогоднішній день вкрай актуальним. Така ситуація сформувалась під впливом як політичної ситуації в країні, так і жорсткої конкуренції. Дію усіх чинників впливу на витрати підприємства спрогнозувати та врахувати практично неможливо, тому, на нашу думку, варто досліджувати лише ті чинники, які суттєво впливають на витрати за конкретних умов діяльності підприємства, розділивши їх на дві основні групи, а саме – чинники внутрішнього та зовнішнього середовища.

Чинниками внутрішнього середовища, які виникають в процесі діяльності підприємства і які впливають на його витрати є: виробнича інфраструктура, рівень технологічного оснащення і автоматизації виробництва, застосування у виробництві інноваційних технологій, кваліфікація працівників, продуктивність праці, ефективність управління тощо. До чинників зовнішнього середовища, виникнення яких не залежить від господарської діяльності підприємства і які здійснюють значний вплив на витрати можна віднести такі як: ринкові ціни на сировину, матеріали, паливо, а також їх якісні характеристики; особливості ринків збуту продукції; законодавче і податкове навантаження; політична ситуація; рівень конкуренції; розвиток інноваційних технологій; особливості міжнародних економічних відносин. Поділ чинників впливу на внутрішні та зовнішні має важливе значення для формування ефективної системи управління витратами і дає можливість підприємству адекватно і своєчасно реагувати та певним чином регулювати їхню дію.

Крім того, вважаємо необхідним звернути увагу на негативні чинники впливу на фінансово-господарську діяльність промислових підприємств, а саме: втрату зовнішньоекономічних зв'язків із контрагентами ближнього зарубіжжя; неможливість налагодження тривалих зовнішньоекономічних зв'язків із контрагентами інших країн через нестабільну політичну ситуацію в країні; суттєве подорожчання енергетичних і матеріальних ресурсів у складі собівартості продукції; обмеженість внутрішнього ринку споживання промислової продукції; наявність протиріч між інтересами бізнесу і

довгостроковими громадськими цілями; обмеженість бази стимулювання ефективності виробничої діяльності підприємства.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДІВ БАЗОВОЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ СТРАТЕГІЙ **Борноволокова О. В., керівник доц. Гулик Т.В.** **Національна металургійна академія України**

Стратегія – це генеральна комплексна програма дій, яка визначає пріоритетні для підприємства проблеми, головні та проміжні цілі та розподіл ресурсів для їх досягнення.

Базова стратегія – це генеральний напрямок будь-якого перспективного плану підприємства.

Види базової стратегії:

- стратегія зростання, що виражає наміри підприємства збільшувати обсяги продаж, прибутку, капіталовкладень тощо;
- стратегія стабілізації – це діяльність підприємства в умовах відчутної нестабільності обсягів продаж та прибутку;
- стратегія виживання, це чисто оборонна стратегія, що застосовується за умови глибокої кризи діяльності підприємства.

Стратегічні альтернативи

1. Стратегія зростання (наступальна):

- інтенсифікація ринку: просування на нові ринки, розширення присутності, географічна експансія.

- диверсифікація: вертикальна, горизонтальна, побіжна.

- міжфірмове співробітництво та кооперація.

- зовнішньоекономічна діяльність.

2. Стратегія стабілізації (наступально-оборонна):

- економія: ревізія витрат, консолідація, пошук втрат.

- зрушення: зменшення витрат, поновлення доходу, активізація фінансової діяльності.

- забезпечення сталості:

- селективність балансування на ринках, фінансова економія.

3. Стратегія виживання (оборонна):

- перебудова маркетингової діяльності: вилучення товару, експансія на основі ринки тощо;

- перебудова системи управління;

- фінансова перебудова.

Не залежно від формулювання стратегічних цілей діяльності підприємства на майбутній період обов'язковим є забезпечення прибутковості підприємства. Прибутковість можна розглядати не тільки як ціль, але і як основну умову ділової активності підприємства, як її результат, ступінь ефективності здійснення функцій підприємства по обслуговуванню ринку і споживача та по рішенню власних підприємницьких задач.

ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» **Псарьова М.В., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.** **Національна металургійна академія України**

Оцінку інвестиційної привабливості ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» виконано на наступних методичних засадах: 1) за основу прийнято інтегральний метод з

використанням для згортки формули середньої арифметичної зваженої; 2) систему одиничних показників сформовано на базі фінансових коефіцієнтів, що характеризують ліквідність, фінансову стійкість, оборотність та прибутковість діяльності підприємства; 3) стандартизацію одиничних показників виконано у двох варіантах: перший - порівняння з показниками найуспішнішого в металургійній галузі підприємства, яким визначено ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»; другий - порівняння з найкращими показниками, досягнутими на власно досліджуваному підприємстві за аналізований період; 4) для визначення вагомості одиничних показників залучено провідних фахівців підприємства та ВНЗ; 5) для інтерпретації результатів оцінки використано шкалу, запропоновану Клементьєвою О.Ю.

Оцінку інвестиційної привабливості досліджуваного підприємства виконано в динаміці за 5 років (2008-2012рр.). За результатами отримано такі значення інтегральних показників: при порівнянні з ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»: 2008р. – 0,784, 2009р. – 0,593, 2010р. - 0,537, 2011р. - 0,474, 2012р. - 0,738; при порівнянні з найкращим показником, досягнутим на ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» за ряд років: 2008р. – 0,837, 2009р. – 0,658, 2010р. - 0,644, 2011р. - 0,581, 2012р. - 0,822. Інтерпретація отриманого кількісного значення узагальнюючого показника інвестиційної привабливості за обраною шкалою показала ідентичність результатів за двома варіантами еталонних значень фінансових коефіцієнтів: у 2008р. та 2012р. інвестиційна привабливість підприємства характеризувалась як висока, у 2009-2011рр. – як задовільна.

ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Вострикова Л.Г., керівник доц. Гулик Т.В.

Національна металургійна академія України

Диверсифікація — процес розвитку діяльності підприємства, пов'язаний із збільшенням діапазону видів та проникненням в нові сфери діяльності, освоєнням нових виробництв, розширенням асортименту товару, що включає не тільки диверсифікацію товарних груп, але й розповсюдження підприємницької діяльності на нові та не пов'язані з основними видами діяльності фірми.

Види диверсифікації

За Ф. Котлером виділяють три види диверсифікаційних процесів:

1. Концентрична (вертикальна) підприємство виробляє товари, які в технологічному, так і в маркетинговому аспекті пов'язані зі вже існуючими товарами фірми.

Переваги концентричної диверсифікації: гарантія поставок технічних і матеріальних ресурсів; тісний контакт з кінцевими споживачами; контроль всього ланцюга виробництва - від сировини до готової продукції; стабільність господарських зв'язків у межах підприємства.

Сьогодні спостерігається тенденція до зниження рівня концентричної диверсифікації: підприємства виробляють самостійно меншу кількість компонентів та комплектуючих - вони купують їх на ринку.

2. Горизонтальна диверсифікація - розширення власного асортименту продукції виробами, які не пов'язані з тим, що випускається, але створюють зацікавленість існуючих клієнтів. Горизонтальна диверсифікація передбачає освоєння нових ринків та сфер бізнесу, які задовольняють потреби вже існуючих клієнтів. Переваги горизонтальної інтеграції полягають у різнобічному аналізі та задоволенні потреб споживачів, при якому досягається ефект синергізму - сукупність видів діяльності дає більший ефект, ніж окремі види діяльності. Ефект стратегії горизонтальної

диверсифікації виявляється в тому, що види бізнесу, якими займається підприємство, є взаємопідсилюючими. Ризик застосування стратегії горизонтальної диверсифікації полягає в тому, що ринок збуту, який підприємство охоплює всебічно, може раптово зменшитися - тоді буде необхідно докорінно змінювати напрям діяльності.

3. Конгломератна диверсифікація - поповнення асортименту компанії виробами, що не пов'язані ні з технологіями, які застосовуються, ні з ринками, на яких працює фірма, ні з існуючими потребами споживачів. Цей вид диверсифікації потребує найбільших фінансових витрат і може застосовуватися лише великими, прибутковими підприємствами.

Мотиви конгломератної диверсифікації: раціональне використання фінансових ресурсів. Грошові потоки, що надходять від підрозділів стагнуючих галузей, можуть бути використані галузями, що зростають; можливість придбання нового бізнесу по низькій ціні, які існують у галузях, що знаходяться на стадії спаду, коли фірми прагнуть швидко вийти із бізнесу, мінімізуючи майбутні втрати; зниження ризику, захист від поглинання. Конгломеративна диверсифікація робить фірму стійкою та недоступною щодо поглинання.

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ОБГРУНТУВАННІ ГОСПОДАРСЬКИХ РІШЕНЬ

**Депутат Я.В., керівник доц. Гулик Т.В.
Національна металургійна академія України**

Ретельне обґрунтування господарських рішень є важливою умовою їх успішної реалізації та потребує використання низки спеціальних методів і засобів. До основних методів, що застосовуються під час розробки та обґрунтування господарських рішень, належать аналітичні, статистичні та математичні методи. Статистичні методи є різновидом математичних методів і базуються на використанні даних щодо повторюваних у часі господарських операцій, подій, рішень, поєднаних у статистичні вибірки. Статистичні методи порівняно прості у застосуванні та дозволяють отримувати досить точні й надійні результати, що зумовлює їх придатність для обґрунтування господарських рішень у різних сферах діяльності підприємства та потребу у докладнішому вивченні їх сутності. До статистичних методів, які можуть використовуватися під час обґрунтування господарських рішень, належать: статистичне спостереження; зведення й групування статистичних даних; аналіз абсолютних, відносних і середніх показників; аналіз показників варіації; кореляційно-регресійний метод аналізу взаємозв'язків; аналіз динамічних рядів; індексний метод; вибірковий метод; таблично-графічний метод.

Кожний з цих методів передбачає використання певних критеріїв і дозволяє вирішувати конкретні завдання в межах обґрунтування господарських рішень, їх реалізації та контролю виконання.

Так, статистичне спостереження, зведення й групування статистичних даних передбачають формування представницької вибірки щодо господарських рішень певного типу та їх упорядкування для подальшого поглибленого аналізу.

Аналіз абсолютних, відносних і середніх показників може відбуватися як за первинними даними, так і на основі упорядкованих даних, отриманих за результатами статистичного зведення й групування. Всі статистичні показники взаємно пов'язані між собою та взаємно доповнюють один одного. Даний метод також супроводжується застосуванням графічного методу. Аналіз показників варіації передбачає можливість застосування низки показників, які базуються, переважно на оцінці ступеню мінливості

окремих значень певних параметрів господарського рішення навколо середнього значення.

Кореляційно-регресійний метод аналізу взаємозв'язків застосовується для встановлення наявності, щільності та істотності зв'язків між окремими чинниками, які визначають результати певного господарського рішення та дозволяють намітити заходи щодо підвищення його ефективності.

Таким чином, статистичні методи є дієвим засобом обґрунтування господарських рішень. Грамотне застосування статистичних методів з урахуванням притаманним їм особливостей сприяє успішній реалізації розроблених рішень на підприємстві та його сталому економічному розвитку.

ІННОВАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Доля В.В., керівник доц. Гулик Т.В.

Національна металургійна академія України

Забезпечення економічної безпеки має прямий причинно-наслідковий зв'язок з розвитком підприємства, стратегія якого з самого початку повинна розроблятися з урахуванням вимог безпеки. Це пов'язано перед усім з тим, що подальший розвиток підприємства неможливий без забезпечення безпеки підтримки інтересів як в середині нього так в ззовні.

Нерозривно пов'язаною з вирішенням проблеми управління забезпеченням економічної безпеки промислових підприємств є оцінка її рівня. Зазначена оцінка повинна бути відправною точкою в розробці та коригуванні заходів щодо підвищення рівня забезпечення економічної безпеки на промисловому підприємстві і в той же час показником результативності цих заходів. Вона проводиться шляхом вибору і аналізу відносних значень різних показників забезпечення економічної безпеки за певними її складовими, що відображає стан економічної безпеки підприємства з урахуванням змін стадій життєвого циклу підприємства і зміни його конкурентних ринкових стратегій. Найвищі рівні стратегічного забезпечення економічної безпеки підприємства пов'язані з інноваціями. Підприємство не може зберегти лідерства та свої конкурентні переваги без оновлення, так як воно є системою вищої структурної організації. Оновлення сьогодні рівнозначно стратегії. У сучасному розумінні, інновації – це основна умова оновлення підприємства.

Під корпоративною інноваційною системою (КІС) розуміється сукупність промислових і фінансових елементів (підсистем, інститутів), що входять до корпорації, видів діяльності, а також ієрархію і зв'язки між ними, які формують і реалізують інноваційні процеси.

Інноваційні зміни повинні проходити у всіх без винятку бізнес-процесах підприємства. Побудова КІС на підприємстві передбачається на основі аналізу існуючих бізнес-процесів і моделювання нових. Бізнес-процес створення інновацій – це процес перетворення наукового знання в інновацію, який можна представити як послідовний ланцюг подій, у ході яких інновація визріває від ідеї до конкретного продукту.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ В УМОВАХ ПІДПРИЄМСТВА

**Єрмолаєв О.В., керівник доц. Гулик Т.В.
Національна металургійна академія України**

Прибуток є одним з основних показників господарської діяльності підприємства. За рахунок прибутку живе і розвивається будь-яке комерційне підприємство - це основне джерело фінансових ресурсів підприємств, формування централізованих і децентралізованих фондів грошових коштів. За рахунок прибутку також відбувається формування бюджетних ресурсів держави, здійснюється фінансування розширення підприємств, матеріальне стимулювання працівників, рішення соціально-культурних заходів та ін. В зв'язку з цим в отриманні прибутку зацікавленими є не тільки керівництво і трудові колективи підприємств, але і держава в цілому. І тому так важливі питання збільшення прибутковості господарюючих суб'єктів.

Для того, щоб постійно забезпечувати зростання прибутку, слід шукати невикористані можливості його збільшення, тобто резерви зростання. Резерви виявляються на стадіях планування та безпосереднього виробництва продукції і її реалізації. Визначення резервів збільшення прибутку базується на науково обґрунтованій методиці розроблення заходів з їх мобілізації.

У процесі виявлення резервів виділяють три етапи:

- аналітичний - на цьому етапі виявляють і кількісно оцінюють резерви;
- організаційний - тут розробляють комплекс інженерно-технічних, організаційних, економічних і соціальних заходів, які повинні забезпечити використання виявлених резервів;
- функціональний - коли практично реалізують заходи і контролюють їх виконання.

Резерви збільшення прибутку можливі:

- за рахунок збільшення обсягу випуску продукції (робіт, послуг);
- за рахунок зниження витрат на виробництво і реалізацію продукції;
- за рахунок економії і раціонального використання коштів на оплату праці робітників та службовців;
- за рахунок запровадження досягнень науково-технічного прогресу, в результаті чого зростає продуктивність праці.

Отже, провівши аналіз джерел та публікацій можна зробити висновки, що прибуток — це грошове вираження між вартістю реалізованої продукції і витратами на її виробництво. В умовах ринкової економіки він є узагальнюючим показником фінансових результатів господарської діяльності підприємств, метою їхньої діяльності.

ФІНАНСОВА СТРАТЕГІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

**Малигін А.О., керівник доц. Гулик Т.В.
Національна металургійна академія України**

Фінансова стратегія підприємства - це генеральний план дій по забезпеченню підприємства грошовими засобами, що будується на основі фінансового аналізу, а також оптимізації основних і оборотних коштів, розподілу прибутку, безготівкових розрахунків, податкової і цінової політики, політики в області цінних паперів, прийнято розрізняти генеральну й оперативну фінансові стратегії, головну стратегічну мету, частки стратегічні цілі.

Генеральна фінансова стратегія визначає діяльність підприємства, його взаємини з бюджетами всіх рівнів, утворення і використання доходу підприємства, розмір потреб і джерел фінансування на певний строк.

Оперативна фінансова стратегія охоплює усі валові доходи і надходження засобів (розрахунки з покупцями за продану продукцію, надходження по кредитних операціях) і усі валові витрати (платежів постачальникам, заробітна плата, погашення зобов'язань перед бюджетами всіх рівнів і банками).

Головна стратегічна мета — забезпечення підприємства необхідними і достатніми грошовими ресурсами. Фінансова стратегія підприємства передбачає різні способи і дії для досягнення головної стратегічної мети, а саме: формування фінансових ресурсів і централізоване керівництво ними; виявлення вирішальних напрямків діяльності і зосередження на них фінансових резервів; ранжирування і поетапне досягнення цілей; облік фінансово-економічної обстановки і можливостей конкурентів і т. п.

До головних задачі планування фінансових засобів належать:

- забезпеченні підприємства фінансовими ресурсами, необхідними для його виробничо-господарської діяльності;

- зниженні витрат виробництва і звертання і збільшення на цій основі нагромадження власних оборотних коштів;

- економічно доцільному використанні грошових ресурсів для фінансування виробництва, капітальних вкладень, соціального розвитку колективу підприємства, виявлення і мобілізації резервів підприємства з метою підвищення рентабельності;

- встановленні оптимальних для підприємства фінансових відносин з держбюджетом, банківськими установами, податковою службою, іншими установами і фондами.

ВНУТРІШНІ ТА ЗОВНІШНІЙ ЧИННИКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Писарев О.Л., керівник доц. Гулик Т.В.

Національна металургійна академія України

Будь-яке підприємство прагне до підвищення ефективності своєї діяльності, однак тільки розуміння того, від чого залежить ця ефективність, може привести до позитивних результатів. В економічному змісті під ефективністю розуміється максимально оптимальне використання всіх ресурсів підприємства.

Резерви збільшення суми прибутку і рентабельності пов'язані з напрямками господарювання підприємства, для керівників і відповідних спеціалістів (менеджерів), важливим є детальне значення масштабів дії, форм контролю та використання найбільш істотних внутрішніх і зовнішніх чинників ефективності на різних рівнях управління діяльністю підприємства.

Головні внутрішні і зовнішній чинники підвищення ефективності діяльності підприємства:

1. Технологічні нововведення, особливо сучасні форми автоматизації та інформаційних технологій, справляють най статичний вплив на рівень і динаміку ефективності виробництва продукції.

2. Устаткуванню належить провідне місце в програмі підвищення ефективності передовсім виробничої діяльності.

3. Матеріали та енергія позитивно впливають на рівень ефективності, якщо розв'язуються проблеми ресурсозбереження, зниження матеріаломісткості та енергоємності продукції, раціоналізується управління запасами матеріальних ресурсів і джерелами постачання.

4. Самі продукти праці, їхня якість і зовнішній вигляд (дизайн) також є

важливими чинниками. Рівень дизайну має корелювати з корисною вартістю, тобто ціною, яку покупець готовий заплатити за вироби відповідної якості.

5. Основним джерелом і визначальним чинником зростання ефективності діяльності є працівники – керівники, менеджери, спеціалісти, робітники.

6. Організація і системи.

7. Стиль управління, що поєднує професійну компетентність, діловитість і високу етику взаємовідносин між людьми, практично впливає на всі напрямки діяльності підприємства.

8. Державна економічна і соціальна політика.

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ

**Панасенко Ю.В., керівник доц. Семенова Т.В.
Національна металургійна академія України**

Конкурентоспроможність можна розуміти як здатність витримувати конкуренцію, протистояти конкуренції.

Конкурентоспроможність товару - вирішальний фактор його комерційного успіху на розвинутому конкурентному ринку. Це багатоаспектне поняття, що означає відповідність товару умовам ринку, конкретним вимогам споживачів не тільки по своїм якісним, технічним, економічним, естетичним характеристикам, але і по комерційних і інших умовах його реалізації (ціна, терміни постачання, канали збуту, сервіс, реклама).

Існують наступні основні параметри, що характеризують конкурентоспроможність товару: 1) технічні параметри (параметри призначення, ергономічні параметри, конструктивні параметри, естетичні параметри); 2) нормативні параметри. (вони характеризують властивості товару); 3) економічні параметри (вони пов'язані з витратами покупця на продукцію); 4) організаційні параметри (система знижок, умови платежів і поставок, строки та умови гарантій і т.д.)

Як правило, оцінка конкурентоспроможності товару здійснюється диференціальним, комплексним або змішаним методом.

Диференціальний метод заснований на використанні одиничних параметрів аналізованого товару і бази порівняння і їх зіставленні.

Комплексний метод оцінки конкурентоспроможності товару ґрунтується на застосуванні комплексних показників або зіставленні питомих корисних ефектів аналізованого товару і зразка.

Змішаний метод оцінки конкурентоспроможності товару являє собою поєднання диференціального та комплексного методів.

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ФЕРОСПЛАВІВ

**Комарова Д.С., керівник ас. Хитько М.М.
Національна металургійна академія України**

Виготовлення феросплавів є досить складним і водночас дешевим. Для виплавки феросплавів використовуються брикети, що зроблені з шихти. Недоліком використання таких брикетів є використання в шихті складних комбінованих в'язучих, в якості інгредієнтів яких застосовують кам'яновугільний пек, карбомідна смола, омилена талловий пек, кам'яновугільна смола, витрата яких обмежена через їх канцерогенності.

Як альтернативу для ресурсозбереження при виготовленні феросплавів можна використовувати мілко фракційний марганцевий концентрат, але за умови його

окусування. Агломерація такого дрібнодисперсного матеріалу викликає труднощі і зниження техніко-економічних показників процесу агломерації. Використання цього концентрату в складі шихти для виробництва брикетів дозволяє вирішувати завдання його окусування економічно і ефективно.

Отже для ресурсозбереження в процесі виробництва доцільно розглядати не зміну технології, а зміну допоміжного матеріалу, який має меншу екологічну шкоду і веде до зниження вартості феросплавів.

ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТОВАРНОЇ НОМЕНКЛАТУРИ ПІДПРИЄМСТВА

**Хміль Ю.М., керівник доц. Сомова Л. І.
Національна металургійна академія України**

Будь-яка, навіть сама оптимальна, товарна номенклатура з часом застаріває, перестає повністю задовольняти потреби споживачів, а отже потребує удосконалення.

Класичні параметри товарної номенклатури (ширина, глибина, насиченість, гармонійність) дають тільки її якісну абсолютну оцінку, що не дозволяє підприємству своєчасно і ефективно адаптуватися до мінливих та неконтрольованих чинників ринку.

Для прийняття ефективних управлінських рішень щодо якісної і кількісної структури товарної номенклатури, частоти її оновлення та інших аспектів забезпечення високого рівня конкурентоспроможності підприємства необхідне відносне оцінювання стану та динамічності зміни цих параметрів, що можливе шляхом використання системи додаткових показників, яка містить коефіцієнти: насиченості, ширини, глибини, оновлення та стійкості асортименту.

На основі опрацювання наукових робіт щодо формування і оптимізації товарного асортименту запропоновано механізм узагальненої послідовності дій щодо удосконалення товарної номенклатури, котрий включає десять етапів і передбачає моніторинг оцінювання параметрів товарного асортименту і номенклатури продукції за допомогою системи відносних показників у поєднанні з аналізом динаміки ринків збуту, використання якого дозволить своєчасно відстежувати зміни та вносити необхідні коригування шляхом поглиблення, звуження або скорочення асортименту, забезпечуючи тим самим випуск товарів, що найбільше відповідають структурі та різноманітності попиту конкретних споживачів, а отже підвищують конкурентоспроможність і ефективність роботи підприємства.

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВИБІР СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ КРИЗИ В УКРАЇНІ

**Єременко О.Є., керівник ас. Хитько М.М.
Національна металургійна академія України**

Будь-яка організація, підприємство є відкритою системою, яка знаходиться у постійній взаємодії із тими чи іншими елементами зовнішнього середовища. Воно може надавати сприятливі можливості для підприємств, які разом з їх сильними сторонами забезпечують впевнене просування організацій до досягнення стратегічних цілей. В той же час, можливий і песимістичний варіант розвитку організації, що веде до ослаблення можливостей і сильних сторін з одного боку, і посиленню загроз зовнішнього середовища в сполученні з наростанням слабких сторін організацій, що веде до краху.

Дослідженню зовнішнього середовища слід приділяти належну увагу, оскільки воно обумовлює рівень визначеності, в умовах якого приймаються управлінські рішення.

В умовах стабільної економіки, підприємства, прагнучи зменшити рівень невизначеності зовнішнього середовища, зазвичай використовують одну з двох стратегій - пристосовуються до змін або впливають на середовище з метою зробити його більш сприятливим для свого функціонування. Причому при реалізації першої стратегії, керівники повинні вміло прогнозувати майбутні зміни, володіти ринковою інтуїцією, другу стратегію можуть втілювати тільки великі впливові фірми.

Аналізуючи діяльність підприємств України в умовах сучасної економічної кризи, можна зробити висновок, що вплив зовнішнього середовища набагато сильніший ніж стан внутрішньої середовища підприємств, - що каже про те що позиції підприємств України не стійкі. Ті загрози, які існують на даний момент не дають можливості застосувати якінебудь діючі стратегії для покращення їх діяльності. Доречною в даній ситуації є стратегія виживання (скорочення або захисту позицій).

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ФІНАНСОВОГО СТАНУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ПРИКЛАДІ ВАТ «ЄВРАЗ - ДМЗ ІМ. ПЕТРОВСЬКОГО»

**Сопильняк В.О., керівник проф. Довбня С. Б.
Національна металургійна академія України**

Проблема оцінки фінансового стану підприємства є актуальною для економіки України, що характеризується низькою прибутковістю підприємств і недосконалим законодавством. З різноманітних підходів, які використовуються з цією ціллю (експрес-оцінки, рейтингові бальні оцінки, коефіцієнтний, регресійний та факторний аналіз і т.і.) особливої уваги заслуговує інтегральна оцінка, оскільки вона дозволяє: чітко ідентифікувати стан підприємства; оцінювати його динаміку; порівнювати різні об'єкти. У світовій практиці існують такі відомі комплексні показники, як індекс Альтмана, модель Спрингейта, модель Ліса та інші, але всі вони непридатні для вітчизняних умов господарювання.

Розроблені українськими науковцями моделі, які базуються на вітчизняному інформаційному полі, дозволяють отримати коректну оцінку фінансового стану українських підприємств, використовуються як у внутрішньому, так і зовнішньому аналізі. Так в «Порядку проведення оцінки фінансового стану бенефіціара», Міністерством фінансів України затверджена методика, яка передбачає формування інтегральних показників для різних видів діяльності. Зокрема для переробної промисловості, до якої відноситься металургійне виробництво, багатофакторна дискримінантна функція для розрахунку інтегрального показника, має наступний вигляд:

$$Z = 0,95 * K3 + 0,03 * K4 + 1,01 * K6 + 1,4 * K7 + 3,1 * K8 + 0,04 * K9 + 0,03 * K10 - 0,45 \quad (1)$$

Дана модель включає традиційні коефіцієнти такі як: K3 - коефіцієнт фінансової незалежності, K4 - коефіцієнт покриття необоротних активів, K6 - коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості, K9 - коефіцієнт рентабельності активів за чистим прибутком, K10 - коефіцієнт оборотності оборотних активів, а також відносно нові, які не мають широкого вжитку: K7 - коефіцієнт рентабельності продажу за фінансовими результатами від операційної діяльності, K8 - коефіцієнт рентабельності продажу за фінансовими результатами від звичайної діяльності.

В моделі (1), на наш погляд, недостатньо представлені показники, що характеризують ряд аспектів фінансового стану підприємств, зокрема їх

платоспроможність, важливість якої підвищується в кризових умовах функціонування. На базі логічного аналізу, а також дослідження частоти використання фінансових коефіцієнтів в найбільш відомих методиках, розроблена удосконалена модель, яка включає додаткові показники, а саме Кл – коефіцієнт ліквідності, Крв- коефіцієнт рентабельності власного капіталу та Кп- коефіцієнт покриття та має наступний вигляд:

$$Z^* = 0,6 \cdot K_3 + 0,2 \cdot K_4 + 0,9 \cdot K_6 + 0,04 \cdot K_л + 2,4 \cdot K_рв + 0,15 \cdot K_п + 0,01 \cdot K_9 + 0,55 \cdot K_{10} \quad (2)$$

Оцінка фінансового стану ВАТ «ДМЗ ім. Петровського» за допомогою моделі (1) складає – (-0,28), а за допомогою моделі (2) – (- 0,24). Результати оцінки по двом методикам засвідчують об'єктивність моделей та мають від'ємні значення, що вказує на нестабільний стан і свідчить про наявність ознак неплатоспроможності об'єкта оцінки.

ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.

**Козачок А.В., керівник доц. Романовський І.Г.
Національна металургійна академія України**

В умовах інтеграції економіки України в європейську економічну систему особу актуальність набувають роботи, які спрямовані на методичне забезпечення конкурентоспроможності продукції промислового підприємства. На погляд авторів, найбільш розповсюджена методика базується на експертному оцінюванні індивідуальних параметрів конкурентоспроможності, які після порівняння із базовими (еталонними) показниками за допомогою показників значущості перетворюються в інтегрований показник.

Основним недоліком, який обмежує область використання зазначеної методики, є суб'єктивність, тобто залежність від думки окремих експертів, як при визначенні рівня значущості, так і приблизної оцінці кожного із параметрів. Автори вважають за доцільне визначати вплив кожного показника, який впливає на обсяг продаж продукції за допомогою багатofакторного варіаційного аналізу. Коефіцієнти, які входять в рівняння регресії, об'єктивно характеризують вплив із кожного коефіцієнтів на обсяг продаж.

Висновок про достовірність використання запропонованої моделі слід зробити на підставі порівняння розрахованого за моделлю F-критерія Фішера із критичним значенням цього показника з урахуванням необхідного рівня достовірності. Для висновку впливу кожного окремого показника у порівнянні із продукцією конкурентів автори вважають за доцільне порівняння кожного множника у рівнянні регресії, який враховує вплив і-того показника, із відповідним коефіцієнтом у рівнянні регресії, яке визначено для продукції підприємства конкурента.

ОСОБЛИВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

**Скачков І.С., керівник доц. Романовський І.Г.
Національна металургійна академія України**

У випадку необхідності вибору одного з декількох варіантів інвестиційного проекту в умовах невизначеності інвестор часто спотикається з необхідністю ймовірнісної оцінки кожного з варіантів інвестиційного проекту. Набула широке розповсюдження практика, коли інвестор визначає середньозважену за ймовірністю очікувану вартість (EV) кожного з варіантів проекту

$$EV = E(\pi) = \sum_{i=1}^n (\pi_i \times p_i),$$

Де π_i – прибуток, яке отримає інвестор у випадку реалізації i -того сценарію;

p_i – ймовірність реалізації i -того сценарію розвитку ринкової ситуації.

На погляд авторів, така практика має право на існування, але необхідною умовою для її застосування є визначення таких необхідних характеристик, як абсолютна та відносна міра коливання параметру (π), який оцінюється в умовах ймовірнісної невизначеності. До таких параметрів слід віднести стандартне відхилення σ_π та коефіцієнт варіації.

Для більш точного визначення ймовірностей реалізації кожного з варіантів автори вважають за доцільне здійснення z-аналізу за умов концепції нормального розповсюдження функції ймовірностей параметру, який оцінюється. Визначення величини стандартного відхилення за визначеною методикою сприятиме значному підвищенню надійності ефективності інвестиційного проекту, оскільки враховує параметри ймовірнісної оцінки.

ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ В УКРАЇНІ

**Стоянова Г.О., керівник доц. Ігнашкіна Т.Б.
Національна металургійна академія України**

Розвиток світової економіки на сучасному етапі характеризується зростанням темпу науково-технічного прогресу та посиленням ролі знань як фактору виробничої діяльності

Як показує багаторічний досвід розвинених країн, використання в якості основного чинника сталого економічного розвитку інноваційної активності підприємств здатне забезпечити від 80 до 95 % приросту ВВП. Необхідною складовою соціально-економічного розвитку України є впровадження інновацій в різні галузі національної економіки.

Проте, слід зазначити, що показник інноваційної активності багатьох українських промислових підприємств з кожним роком знижується. Про це свідчать дані статистики, згідно з якими питома вага підприємств, що впроваджували інновації в 2013 році, склала 13,6%, тоді як у 2002 році - 16,8%; питома вага реалізованої інноваційної продукції у промисловості знизилась з 7% у 2002 році до 3,3% у 2013 році. Для порівняння: в індустріально розвинутих країнах, таких як США, країни Європейського Союзу, Японія, цей показник наближається до 60 %.

Вирішення цієї проблеми, зростання інноваційної діяльності в національній економіці вимагає суспільних дій як зі сторони держави, так і підприємств, з метою створення сприятливих умов для залучення інвесторів, кредитування, економії власних фінансових ресурсів, створення інформаційних баз.

В контексті даної проблеми актуальним є вирішення низки питань, пов'язаних з визначенням економічної сутності, структури, методики оцінки інноваційного потенціалу промислових підприємств, що є предметом подальшої дослідницької роботи.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА МЕТАЛОЕМНІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

**Кучинська А.А., керівник Семенова Т.В.
Національна металургійна академія України**

Металоємність продукції - показник витрати металу на одиницю продукції або національного доходу.

Показники металоємності продукції розраховуються в натуральному і вартісному вираженні: витрата металу в тоннах або рублях на одиницю продукції, на 1 млн грн. товарної продукції, чистої продукції, валового суспільного продукту або національного доходу. Приватні показники металоємності продукції визначаються за видами витрат металу і виробленої продукції: витрата прокату чорних металів на одиницю продукції, чавунних або сталевих виливків та інших видів металопродукції.

Металоємність продукції в цілому по народному господарству розраховується як відношення обсягу спожитих чорних металів в натуральному вираженні (тоннах) до суспільного продукту або національного доходу, а за окремим міністерствам, об'єднанням і підприємствам - як відношення обсягу спожитих чорних металів до обсягу товарної продукції.

При розрахунку металоємності продукції по підприємствам враховується загальне споживання чорних металів, як покупних, так і власного виробництва, включаючи металовироби, запасні частини для ремонтів, труби на всі виробничі потреби. Динаміка натуральних і вартісних показників металоємності продукції не збігається. Показник питомої витрати металу на одиницю продукції (ваго місткість виробу) або на одиницю основного технічного параметра виробу (на одиницю потужності, продуктивності, вантажопідйомності тощо, характеризує прогресивність конструкції.

НАПРЯМКИ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТРУБНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Усатюк О.О., керівник ас.Письменна О.О.
Національна металургійна академія України**

Сучасні умови господарювання: нестабільна політична ситуація, складність прогнозування подальшого стану економіки в цілому та окремих характеристик конкурентного середовища ускладнюють можливості підприємств щодо росту та розширення обсягів діяльності, вимагають фокусування уваги на збереженні досягнутого рівня виробництва та реалізації, стабілізації роботи в цілому. З урахуванням цього актуальним питанням є обґрунтування напрямків зменшення витрат на виробництво продукції.

Відомо, що продукція переробної галузі і прокатного виробництва є матеріаломісткою. Так, витрати за статтею «Задано за вирахуванням відходів та браку» становлять 56% виробничої собівартості ТПЦ-4 у 2013 році. Інші прямі витрати (ковпаки, муфти, термоізоляція тощо) також мають суттєве значення – 23% загальних витрат. Таким чином, заходи щодо зменшення витрат за трубною заготівкою та іншими прямими витратами мають бути найбільш ефективними з точки зору досягнення найбільшого абсолютного значення економії. Але слід зауважити, що на загальну суму витрат впливають власне витрата ресурсу (якість техніки та технології, що використовуються) та його ціна (ринковий фактор). В умовах зростання цін на паливні та енергетичні ресурси не менш важливим є впровадження заходів щодо зменшення витрат на природний газ (31,1% витрат за переробкою) та електроенергію (7,2% витрат

за переробкою). Слід також зазначити, що витрати на природний газ та енергетичні витрати становлять майже половину витрат за переробкою, тому оптимізація витрат саме цих видів ресурсів дає вагомий результат в напрямку зниження собівартості.

АНАЛІЗ ВИКОНАННЯ НАУКОВИХ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РОБІТ

Задорожна К.Г., керівник ст. викл. Кербікова А.С.

Національна металургійна академія України

Упродовж 2013р. наукові та науково-технічні роботи у 1143 організаціях виконували майже 123,2 тис. працівників (без урахування сумісників), що на 5,2% менше порівняно з 2012р. Число безпосередніх виконавців наукових та науково-технічних робіт (дослідників, техніків та допоміжного персоналу) також зменшилось на 5,1% і склало 100,5 тис. осіб.

Порівняно з 2012р. кількість докторів наук, які виконували наукові та науково-технічні роботи, збільшилась на 1,0%, кандидатів наук – зменшилась на 0,2%. При цьому, їхня частка у загальній кількості виконавців наукових та науково-технічних робіт дещо збільшилась і становила 20,3%.

У 2013р. майже половину дослідників (45,8%) становили жінки. Кількість жінок-дослідників порівняно з 2012р. зменшилась на 4,3%, частка докторів і кандидатів наук серед них збільшилась на 1,6 в. п. і становила 26,4%. Так, найвищою питома вага жінок (73,9%) була у галузі психологічних наук, 58,3% яких – доктори та кандидати наук, філологічних (73,8% і 49%), педагогічних (71,4% і 48,1%), фармацевтичних (70% і 27,7%), історичних (69,6% і 23,8%), у галузі мистецтвознавства (66,8% і 66,4%), медичних наук (65% і 53%); найнижча частка жінок – у галузі фізико-математичних наук (27,8% і 37,5%).

Обсяг витрат на виконання наукових та науково-технічних робіт власними силами організацій у 2013р. становив 11161,1 млн. грн. (у 2012р. – 10558,5 млн. грн.), у т.ч. витрати на оплату праці – 5413,0 млн. грн. (5351,3 млн. грн.), в результаті чого середньомісячна заробітна плата виконавців наукових досліджень та розробок дещо зросла і становила 3458 грн.; матеріальні витрати – 2400,6 млн. грн. (2219,0 млн. грн.), капітальні витрати – 270,1 млн. грн. (223,3 млн. грн.).

АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Чекулаєв Л.Л., керівник ст. викл. Кербікова А.С.

Національна металургійна академія України

У 2013р. інноваційною діяльністю у промисловості займалися 1715 підприємств, або 16,8% обстежених промислових підприємств (у 2012р. – 1758 підприємств, або 17,4%).

На технологічні інновації підприємства витратили 9,6 млрд. грн. (11,5 млрд. грн. у 2012р.). Частка коштів на придбання машин, обладнання та програмного забезпечення скоротилася до 58%, проте на внутрішні та зовнішні науково-дослідні розробки зросла до 17,1% (відповідно 13,7% і 3,4%); як і в попередні роки досить незначна частка коштів (0,9%) витрачається на придбання інших зовнішніх знань (придбання нових технологій).

Основним джерелом фінансування інноваційної діяльності залишаються власні кошти підприємств – 72,9% загального обсягу витрат (проти 63,9% у 2012р.), фінансова підтримка держави – 1,9% (2,2%), кошти вітчизняних та іноземних інвесторів – 1,3% і 13,1% відповідно (1,3% і 8,7%); частка кредитів значно скоротилася і склала 6,6% (21,0%).

Впровадженням інновацій у 2013р. займалися 1312 підприємств (77% загальної кількості інноваційно активних). Впроваджували інноваційні види продукції 683 підприємства, кількість таких видів становила 3138 найменувань, з них 809 – машини, устаткування, апарати, прилади. Нові технологічні процеси у звітному періоді запровадили 557 підприємств; кількість процесів склала 1576, у тому числі маловідходних, ресурсозберігаючих – 502.

У 2013р. 1031 підприємство реалізувало інноваційної продукції на 35,9 млрд. грн., або 3,3% загального обсягу реалізованої промислової продукції (у 2012р. відповідно 36,2 млрд. грн. та 3,3%). Реалізацію продукції за межі України здійснювали 344 підприємства, обсяг якої склав 44,7% від загального обсягу реалізованої інноваційної продукції, у тому числі в країни СНД – 25,3%.

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТКИ УМОВНО ПОСТІЙНИХ ВИТРАТ В КАЛЬКУЛЯЦІЇ СОБІВАРТОСТІ ПІНОПЛАСТУ

**Кібальник Я.С., керівник доц. Романовський І.Г.
Національна металургійна академія України**

В практичних розрахунках при визначенні проектною калькуляції промислової продукції велике значення має визначення частки умовно постійних витрат, що дозволяє визначити витрати при зміні обсягу виробництва за і-тою статтею калькуляції собівартості продукції:

$$B_{i_i} = B_{0_i} \times \alpha + B_{0_i} (1 - \alpha) \times i_Q + \Delta B_i^o$$

де B_{0_i} - витрати за і-тою статтею в базовому періоді;

α - умовно постійні витрати (в частках одиниці);

ΔB_i^o - додаткові витрати, пов'язані із реалізацією проектних заходів.

Для визначення коефіцієнта α було здійснено кореляційний аналіз взаємозв'язку між витратами електроенергії та обсягом виробництва протягом 36 місяців. З метою виключення впливу зміни цін протягом періоду, який розглядався, витрати електроенергії визначились в кіловат-годинах. У зв'язку з відсутністю даних вплив додаткових факторів (сезонні витрати на освітлення та часткове опалення) не враховувався.

Встановлено, що величина – умовно-постійних витрат на кінець періоду складає $32 \pm 1,76\%$. На думку авторів, величина цього показника свідчить про підвищені втрати електроенергії в технологічному процесі, але це значення може використатись для практичних розрахунків у відповідних умовах.

ЛОГІСТИЧНІ ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ПРИ ЕКСПОРТІ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В РЕСПУБЛІКУ ТУРКМЕНИСТАН.

**Байрамов Х., Ігмураєв М., керівник доц. Романовський І.Г.
Національна металургійна академія України**

Підвищення ефективності здійснення зовнішньоекономічної діяльності між підприємствами України та Туркменістану має взаємкорисне значення для обох сторін. З метою визначення можливих шляхів зменшення витрат було проаналізовано традиційні маршрути транспортування вантажу (стандартний 20-ти футовий контейнер завантаженням нетто 21920 кг, об'ємом 34 м). Визначено, що традиційний автомобільний маршрут Україна (Дніпропетровськ – Успенка (перехід українсько-російського кордону), далі територію Російської Федерації, Азербайджану, Ірану

(Баджгіран) до Ашгабаду не може бути використаним через проведення антитерористичної операції. Використання північних пунктів перетину кордону з РФ призводить до зростання витрат на транспортування та страхування вантажу (до 35% та 100% відповідно), що суттєво збільшує вартість витрат для туркменських імпортерів. На підставі вирішення транспортної задачі з використанням реальних обмежень визначено, що найбільш ефективним варіантом є маршрут Дніпропетровськ-Скадовськ та паромного коридору Скадовськ- порт Самсун (Туреччина), за подальшим напрямком Табріз (Іран) – Ашгабад. Незважаючи на 48-ми годинне затримання вантажу у порівнянні із базовим варіантом, це дозволяє зберегти транспортні витрати на рівні базового періоду. До додаткових ризиків слід віднести можливе підвищення портових зборів на 12-15%, що суттєво не вплине на сумарні транспортні витрати, але збереже привабливість українського експорту з боку туркменських імпортерів, оскільки виключить можливість виникнення форс-мажорних обставин.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ

**Продайко А.О., керівник доц., Душина Л.М.
Національна металургійна академія України**

Оцінюючи фактори інвестиційної привабливості, інвестор повинен звернути увагу на наступні моменти: рівень професіоналізму команди менеджерів; наявність або відсутність унікальної концепції бізнесу, чіткого розуміння стратегії розвитку підприємства; наявність або відсутність конкурентних переваг; наявність або відсутність значного потенціалу для збільшення доходів підприємства; ступінь фінансової прозорості, дотримання принципів корпоративного керування або прагнення підприємства до прозорості та ін.

Існуючі аналітичні підходи для оцінки інвестиційної привабливості можна розбити на три умовні групи: по-перше, бальна оцінка, по-друге, рейтингова оцінка, і, по-третє, розробка зведеного відносного показника на основі використання аналітичних моделей.

У науковій літературі сформувався ряд досить близьких між собою підходів, пропорованих до практичної реалізації при оцінці інвестиційного потенціалу підприємства. В якості базових ідей, покладених в основу вибору системи показників, що характеризують інвестиційну привабливість підприємства, покладено її визначення як дуже складної комплексної характеристики, що відбиває стан і розвиток інвестиційного потенціалу підприємства.

Рівні, що формують цю оцінку: макроекономічні й правові умови; наявність виробничого потенціалу; наявність унікальних технологій виробництва; наявність якісних виробничих ресурсів (природних, людського потенціалу, поставок необхідної сировини й матеріалів); фактичні рівні реалізації виробничих і фінансових можливостей підприємства (у формі управлінської й фінансової інформації); стратегія розвитку підприємства, включаючи планування його інвестиційного розвитку; переваги інвесторів відносно вкладення коштів в активи й вибору напрямку розвитку підприємства.

Існуючі методик оцінки інвестиційної привабливості мають певні недоліки, а саме: методи, що запозичені у іноземних авторів, спрямовані, в основному, на фінансові, а не на реальні інвестиції; запозичені методи, що стосуються саме реальних інвестицій, розроблені для умов стабільної економіки, де чітко проявлені всі економічні закони і не адаптовані до реальної економічної ситуації України; більшість методів заснована на аналізі безсистемних наборів показників фінансового стану підприємства,

тобто носить ретроспективний характер, тоді як інвестора цікавлять результати майбутньої діяльності; методи, які засновані на експертній оцінці і мають характер невизначеності, бо відображають суб'єктивну думку експертів.

ПІДСЕКЦІЯ ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА

МОДЕЛЮВАННЯ БАНКІВСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПРИКЛАДІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ

**Бондар М.О., керівник доц. Бандоріна Л.М.
Національна металургійна академія України**

Перевагою портфельного інвестування є можливість вибору портфеля для вирішення специфічних інвестиційних проблем. Для цього використовуються різні види портфелів цінних паперів, в кожному з яких буде власний баланс між ризиком, прийнятим для власника портфеля, і очікуваною віддачею (доходом) в певний період часу. Співвідношення цих дій і дає можливість визначити тип портфелю цінних паперів. Тип портфелю – це його інвестиційна характеристика, яка базується на співвідношенні доходу і ризику. Останнім часом менеджери як зарубіжних, так і вітчизняних банків, все більше уваги приділяють пошуку шляхів оптимізації структури портфелю цінних паперів та вибору стратегії його формування.

Вкладення коштів у цінні папери за значимістю та розмірами займають друге місце серед активних операцій банку після кредитування. І хоча надання кредитів залишається головною функцією банків, дедалі частіше менеджмент переглядає структуру активів з метою збільшення питомої ваги портфеля цінних паперів в сукупних активах. На ці цілі банки спрямовують значну частину коштів, за оцінками фахівців — від 1/5 до 1/3 грошових ресурсів. Портфель цінних паперів виконує ряд важливих функцій, що й спонукає менеджерів до перегляду структури активів на його користь.

Задля прискорення даного процесу спроектовано експериментальну систему, основною задачею якої буде підтримувати оптимальну структуру вже існуючого портфеля з використанням моделі Квазі-Шарп. Дана модель раціонально функціонує при розгляді порівняно невеликої кількості цінних паперів, що належать одній або кільком галузям, найбільше відповідає наявному стану української економіки та рівню розвитку фондового ринку. Також спроектована система може бути використана типовим учасником українського фондового ринку при вирішенні задачі оптимізації портфелю цінних паперів декількох емітентів.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ПРОДУКЦІЮ ПІДПРИЄМСТВА

**Борзовець Т.А., керівник ст. викл. Єгорова С.Я.
Національна металургійна академія України**

В умовах ринку підприємство не зможе домогтися успіху без планування своєї діяльності, основу якого складають економічно обгрунтовані прогнози.

Прогнозування попиту являє собою дослідження майбутнього (можливого) попиту на товари (послуги) з метою обгрунтування інвестицій, а також планів роботи.

Одним із способів підвищення ефективності діяльності підприємства є організація маркетингової діяльності. Інформація, отримана в ході маркетингових досліджень, сприяє прийняттю адекватних і ефективних управлінських рішень в умовах гострої конкуренції.

Однією з головних умов успішного проведення маркетингових досліджень є розробка і використання адекватних математичних моделей і методів досліджуваних процесів, що дозволить здійснювати надійні короткострокові і середньострокові прогнози рівня попиту на товари.

Для підприємства становить інтерес як поточний рівень платоспроможного попиту на його продукти, так і потенційний попит, який з тією чи іншою ймовірністю проявиться в майбутньому періоді. Для прогнозування майбутнього попиту на товари можуть використовуватися різні методи, в тому числі евристичні та екстраполяційні методи, експлікативні моделі, експертні та інші казуальні методи. Одним з найбільш ефективних способів короткострокового прогнозування попиту є прогнозування на основі експоненціального згладжування. Експоненціальне згладжування забезпечує швидке реагування прогнозу на всі події, що відбуваються протягом певного періоду, що дозволяє побудувати так звану, «Адаптивну прогнозну модель». Прогноз продажів, отриманий за цією моделлю, дозволить фірмі підвищити ефективність торгових операцій в короткостроковому періоді; здійснювати формування фінансового кошторису збуту і розподілу обсягів продажів по торговим представництвам.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБСЯГАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА

**Буднікова А.А., керівник ст. викл. Єгорова С.Я.
Національна металургійна академія України**

З метою виживання в наявних ринкових умовах кожного промислового підприємства необхідно вирішувати безліч питань при переході від збутової до маркетингової орієнтації, зокрема, удосконалення автоматизованих систем керування, визначення споживчих переваг, оптимізація асортименту продукції, сегментування ринку і т.д. Реалізація продукції є завершальною стадією процесу кругообігу засобів підприємства. Реалізація являє собою сукупність господарських операцій, зв'язаних зі збутом і продажем продукції. Процес реалізації має велике значення для забезпечення нормального процесу виробництва. Затримка в реалізації готової продукції порушує безперебійність виробництва. Планомірна ж реалізація продукції забезпечує своєчасне повернення засобів у сферу виробництва й створення умов для безперебійної роботи підприємства.

При впровадженні розробленої інформаційно-програмної системи керування обсягами реалізації продукції в умовах промислового підприємства забезпечується: планування обсягів реалізації продукції на майбутній період на основі прогнозування обсягів реалізації, а також контроль за збереженням товарно-матеріальних цінностей на складах; облік відвантаження продукції по покупцях, облік надходження грошей на розрахунковий і інші рахунки в банку за відвантажену продукцію, облік заборгованості покупців за отриману продукцію; вирахування суми авансових платежів за продукцію, визначення суми реалізованої продукції за звітний період.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО АНАЛІЗУ ЗБУТУ ПРОДУКЦІЇ

**Гальцева А.В., керівник доц. Лозовська Л.І.
Національна металургійна академія України**

Запропоновані напрямки вдосконалення існуючої інформаційної системи, а саме: створення ефективної інформаційної технології управління, здатної швидко, якісно та своєчасно виконувати поставлені перед даною організацією завдання, а також

обробляти всю необхідну інформацію із застосуванням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій для оперативного аналізу збуту продукції, її обліку і оптимального розміщення товарів на складі магазину.

Для рішення даної задачі проведено аналіз основних моделей управління запасами. Математичні моделі управління запасами дозволяють знайти оптимальний рівень запасів деякого товару, що мінімізує сумарні витрати на покупку, оформлення і доставку замовлення, зберігання товару, а також збитки від його дефіциту. Оптимально управляти запасами означає визначати такі моменти про обсяги постачання для поповнення запасів, щоб мінімізувати загальні витрати на створення, отримання, зберігання запасів згідно з їх використанням, тобто попитом. Враховуючи важливість цієї проблеми в інформаційній системі передбачено використання ряду моделей для різних умов створення запасів: статична детермінована модель без дефіциту; статична детермінована модель з дефіцитом; статична модель управління багатомножинними запасами; динамічна модель управління запасами.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВИДАТКІВ СЕЛИЩНОЇ РАДИ

**Гамота Я.А., керівник ст. викл. Єгорова С.Я.
Національна металургійна академія України**

Видатки місцевих бюджетів – це економічні відносини, які виникають у зв'язку з розподілом централізованих коштів, що перебувають у розпорядженні відповідних органів влади, та децентралізованих коштів, які є власністю місцевих органів влади. Бюджетні видатки мають певний економічний зміст, зумовлений суспільним способом виробництва, природою та функціями держави. Вони відіграють вирішальну роль у задоволенні потреб соціально-економічного розвитку країни.

Регулювання бюджетних видатків виявляється насамперед в цільовому спрямуванні бюджетних коштів. Найважливішим принципом планування бюджетних видатків є додержання пропозиції розподілу коштів з урахуванням реальної необхідності в них. Формування бюджетних видатків починається на стадії планування. Планування видатків селищної ради на майбутній період здійснюється із врахуванням результатів фінансового аналізу та на основі прогнозування основних тенденцій у фінансовому стані ради на майбутні періоди.

Для прогнозування тенденцій розвитку показників видатків бюджету Іларіонівської селищної ради будуть використані адаптивні методи прогнозування, за допомогою яких здійснюється згладжування та вирівнювання, яке зводиться до заміни фактичного рівня динамічного ряду розрахунковими показниками, які мають значно менший діапазон змін, ніж вихідні дані. Слід відзначити, що найбільшою перевагою використання для прогнозування видатків експоненційної середньої є адаптація моделі до розвитку економічного процесу при різних значеннях параметра згладжування.

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ СТРАХОВИХ ВИПЛАТ ФСС НВУ

**Головій Ю.А., керівник ст. викл. Михайленко Т.В.
Національна металургійна академія України**

Важливе місце в економічній політиці сучасної України належить системі соціального захисту населення. Мета соціальної політики, насамперед, полягає у державній підтримці найбільш незахищених верств населення, тих громадян країни, які найбільше зазнають негативного впливу ринкових трансформаційних перетворень. Страхування від нещасного випадку є однією з найважливіших складових

державної політики у сфері соціального захисту населення, воно є самостійним видом загальнообов'язкового державного соціального страхування, за допомогою якого здійснюється соціальний захист, охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності.

Робочі органи виконавчої дирекції Фонду здійснюють виплати, які передбачені бюджетом на: відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я та в разі його смерті, пов'язаної із нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням; сприяння створенню умов для своєчасного надання кваліфікованої першої невідкладної допомоги потерпілому в разі настання нещасного випадку, швидкої допомоги в разі потреби його госпіталізації, ранньої діагностики професійного захворювання; організацію цілеспрямованого та ефективного лікування потерпілого у спеціалізованих лікувально-профілактичних закладах з метою якнайшвидшого відновлення здоров'я застрахованого та інше.

Основними проблемами в управлінні процесом виплат є незбалансований бюджет підприємств-страхувальників та розбалансування бюджету фонду, що приводить до збільшення заборгованості перед потерпілими

З метою забезпечення своєчасного та повного виконання своїх зобов'язань перед потерпілими на виробництві та членами їх сімей у майбутньому є гостра необхідність розробки інформаційно-програмної системи управління процесом страхових виплат ФССНВУ. Це інноваційне впровадження дозволить частково виключити паперову роботу, значно знизити вірогідність помилок та підвищити ефективність роботи. Для вдосконалення системи управління процесом страхових виплат потрібно забезпечити відділ фонду комп'ютерним веденням прогностичного обліку коштів на майбутні періоди. Це дасть змогу швидко та якісно аналізувати витрати, визначити розрахункові операції, швидко і надійно визначити всі статті майбутніх витрат.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САЙТУ СЕЛИЩНИХ РАД

**Горячева Ю. Ю., керівники: ст. викл. Бруй Т.О., ст. викл. Гришко Т.Є.
Національна металургійна академія України**

Основна мета сайту селищних рад - зробити виконання задач користувача максимально простими. Успішне рішення цієї задачі дозволить сформувати постійний трафік відвідувачів. Для вирішення цієї задачі необхідно забезпечити: високу якість змісту, часті оновлення, мінімальний час завантаження, простоту використання, відповідність потребам користувачів. Важливим є вибір рішення головної сторінки сайту селищних рад. Пропонується обрати «корпоративний» стиль, тобто у вигляді своєрідної обкладинки сайту з акцентом на графічне рішення, з використанням анімації. Сайт повинен задовольняти наступним критеріям: якість інформаційного наповнення, структура і навігаційні функції, дизайн, функціональність. Сайт має деревовидну структуру і складається з наступних сторінок: головна сторінка, новини, візитка, регламент ради, статут громади, виконавчий комітет, адмінпослуги, оголошення, положення, культура, освіта, медицина, спорт довідник, державні адміністрації, відео.

Дуже важливим критерієм якості інформаційного наповнення сайту є актуальність інформації. Організація даних у вигляді впорядкованої структури повідомляє відвідувача, яку інформацію він може знайти на сайті і де її шукати. Інформація організована так, щоб відвідувач знав, що його чекає на наступній сторінці вже по назві посилання, на яке він натискує. Добре продумана навігація сайту дозволяє

відповідати на питання відвідувача: які сторінки він вже відвідав, де знаходиться щодо сайту, які розділи ще може відвідати.

Правильна оцінка ефективності роботи сайту селищних рад дозволить вчасно внести необхідні зміни в роботу вже існуючих ресурсів, а розуміння параметрів оцінки та їх правильного уявлення - уникнути помилок при створенні нового Інтернет-ресурсу.

МЕТОДИ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

**Дзібло Т. А., керівник ст. викл. Білова І.С.
Національна металургійна академії України**

Фінансовий аналіз результатів діяльності підприємств - найважливіше завдання сучасного менеджменту. У сучасній науці і практиці економічного аналізу розроблені і використовуються різноманітні і досить глибокі методології цих процедур. Найбільш широке поширення в західних методиках оцінки ризику знайшли дискримінантні моделі оцінки ризику банкрутства, розроблені відомими економістами Е.Альтманом, У.Бівером, Лисом, Таффлером та ін. Дискримінантні моделі вище вказаних авторів в основному призначені для оцінки ризику банкрутства підприємств.

На сьогодні існує ціла низка методичних підходів до оцінки фінансового стану підприємств, основним з яких є коефіцієнтний метод. Кулаковою І. С. запропонований інтегральний показник фінансового стану для підприємств чорної металургії. Для цього показника визначені нижня та верхня границя значення інтегрального показника, які дорівнюють 1 та 3,627 відповідно. Порівнюючи отримане значення інтегрального показника з вказаним діапазоном можна зробити висновки про стан підприємства:

$I \leq 1$ – що підприємство знаходиться в кризову стані;

$1 < I \leq 3,627$ – підприємству криза не загрожує;

$I > 3,627$ – підприємство неефективно використовує наявні ресурси, що може привести до втрат.

Ця модель розрахунку інтегрального показника для використання підприємствами іншої галузі потребує уточнення вагових коефіцієнтів, які розраховуються методом експертних оцінок.

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОГО КАЗНАЧЕЙСТВА РАЙОНУ

**Зорін А.О., керівник доц. Лозовська Л.І.
Національна металургійна академія України**

Для аналізу фінансової діяльності району, в кінці кожного року створюється річний звіт, в якому розраховуються фінансово-економічні показники діяльності державних підприємств та установ району. Далі наведено як працює така система.

Вихідні дані збираються з окремих місячних звітів від підпорядкованих установ в районі. Дані накопичуються в окремому файлі бази даних установи протягом поточного місяця. По завершенню місяця формується місячний звіт обліку розрахунків з бюджетом та надсилається до головного управління установи в місті Дніпропетровськ. Для формування аналізу фінансової звітності використовується звіт про виконання державного бюджету, який складають казначейства за даними бухгалтерського обліку. Аналіз системи документообігу дозволяє зробити висновок, що система налагоджена і в цілому працює добре. Проте системи обробки інформації властиві і деякі недоліки.

Так як на установі немає власного сервера, то всі дані зберігаються на сервері головного управління в місті Дніпропетровськ. Доступ до цього сервера відбувається

через оптоволоконний кабель через мережу Інтернет. Також на установі немає власного спеціаліста з адміністрування технічних засобів для роботи. Для вирішення проблем з програмним забезпеченням налагоджений дистанційний доступ з головним управлінням. Це все спричинює ряд незручностей: по-перше, бухгалтери селищних рад повинні власноруч передавати квартальний звіт по обліку бюджету. А на це потрібен зайвий час і кошти; по-друге, в разі пошкодження оптоволоконного кабелю для інтернету існує загроза втрати доступу до БД, а це в свою чергу вплине на затримку в роботі: по-третє, через дистанційний доступ важко вирішити несправності технічного характеру, а це так впливає на затримку в роботі.

Для поліпшення ситуації пропонується зменшити залежність установи в плані технічного характеру від головного управління. Це можна досягти різними шляхами. Наприклад, організувати власну БД на установі або найняти спеціаліста з адміністрування технічного та програмного забезпечення.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖАМИ ПРОДУКЦІЇ ТОВ «ТОРГОВО ПРОМИСЛОВА ГРУПА АЛВІС»

**Коба А.І., керівник ст. викл. Єгорова С.Я.
Національна металургійна академія України**

У сучасному бізнесі жодне торгове підприємство не може процвітати і якісно конкурувати без ефективного управління продажами. Управління продажами - це контроль, планування, аналіз, організація і мотивація продажів. Початковою стадією планування збуту продукції, що визначає вибір шляхів досягнення найкращих результатів діяльності підприємства є прогнозування продажу. Прогнозування продажу продукції є одним із ключових показників будь-якого підприємства, що характеризують його комерційну діяльність, і набуває особливого значення в умовах ринку, оскільки багато в чому визначає його майбутній прибуток і стратегію подальшого розвитку. Результати прогнозування обсягу продажів можуть не тільки інтерпретувати закономірності попиту, а й використовуватися для пошуку оптимальних стратегічних рішень.

При прогнозуванні обсягу продажі товарів різного призначення використовуються відомі методи експертних оцінок, регресійного, кореляційного аналізу, екстраполяції тренда і т.д. Треба відзначити, що в кожному конкретному випадку вибір методу здійснюється виходячи з цілей прогнозування, зміни попиту на виготовлену продукцію, тенденцій зміни платоспроможності підприємства, коливання його ділової активності, циклічності появи на ринку нових товарів і конкурентів.

Аналіз результатів комерційної діяльності підприємства ТОВ «Торгово промислова група Алвіс» показав, що особливе значення для фірми має вирішення задач короткострокового прогнозування з використанням методу екстраполяції тренда для ефективного планування роботи в умовах швидкоплинних змін на ринку канцелярських товарів.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАРИФОВ НА ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛУГИ

**Крижньов А. В., керівник проф. Савчук Л.М.
Національна металургійна академія України**

В настоящее время в связи с трансформационными процессами, происходящими в экономике страны, транспорт требует существенных улучшений, особенно в плане качества предоставления услуг. В связи с резким ростом цен на проезд в общественном транспорте особую актуальность приобретает обоснованная система расчета цены на

проезд в зависимости от расстояния, кроме того, необходима организация системы контроля за выполнением условий договора о предоставлении транспортных услуг со стороны организаций и предприятий.

В целях улучшения качества транспортных услуг за счет индивидуальной цены проезда каждого пассажира, а также сокращения времени на принятие управленческих решений и поиск необходимой информации по каждому маршруту проведен анализ методов и моделей контроля транспортной системы, исследованы возможности их практического применения. Предложена система, которая позволяет отследить пассажиропоток, рассчитать экономически обоснованный тариф на транспортные услуги в пределах Днепропетровской области, а также оценить и учесть влияние основных факторов на тарифы.

Предложенная электронная система оплаты проезда, привязанная к расстоянию, учет пассажиропотока и экономически обоснованный тариф на транспортные услуги позволят повысить эффективность системы перевозок пассажиров, снизят уровень социального напряжения в обществе.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРАЦІ СПІВРОБІТНИКІВ КОРПОРАЦІЇ

**Куць Я.О., керівник доц. Бінкевич В.В.
Національна металургійна академія України**

Проблема оцінки працівників надзвичайно актуальна, адже кадри, як відомо, вирішують все. Непідготовлений працівник завдає економічної шкоди низькою віддачею праці, незаслуженою зарплатою, негативним впливом на трудовий колектив. У той же час людина, можливості якого повністю не використовуються, починає зневажати свою роботу і виконує її гірше, ніж менш підготовлений працівник.

Слід зазначити, що в даний час більшість керівників для оцінки результатів праці співробітників використовують традиційні методи, без застосування засобів автоматизації. Як наслідок, доводиться витратити велику кількість часу, грошових коштів на проведення діагностики, а також обробку результатів про проходження контрольно-вимірювальних випробувань.

Запропонований програмний засіб реалізовано у вигляді експертної системи, яка дозволить скоротити процес проходження контрольно-вимірювальних випробувань співробітників при проведенні оцінки результатів праці, на основі аналізу результатів всіх працівників, дозволить кількісно виміряти за допомогою балів найбільш істотні характеристики як самого працівника, так і виконуваної ним роботи, розробити модель мотивації на основі отриманих оцінок. В якості математичного апарату буде використовуватися метод Дельфі.

Використання автоматизованої інформаційної системи ліквідує розрив в часі між виробничо-господарським процесом, здобуттям первинної інформації, її обробкою і видачею результатів, що дає можливість активно впливати на процес управління.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РАЦІОНІВ ГОДІВЛІ ТВАРИН

**Лисиця О.О., керівник ст.викл. Климкович Т.О.
Національна металургійна академія України**

Для успішного розвитку тваринництва важливе значення має організація кормової бази. Кормовий раціон повинен бути повністю збалансованим за всіма поживними речовинами, необхідними для всіх видів тварин. За основні змінні у задачах

оптимізації кормових раціонів приймаються види кормів і різноманітні види добавок; за допоміжні змінні - сумарний вміст у раціоні кормових одиниць, перетравного протеїну і окремих видів поживних речовин.

Усі умови даної задачі формуються в три групи обмежень: основні, додаткові, допоміжні. Основні обмеження виражають умову по балансу поживних речовин. Техніко-економічними коефіцієнтами змінних в цих обмеженнях є показники вмісту поживних речовин в одиниці кожного виду корму. У правій частині моделі записується потрібна кількість кожного виду поживних речовин для тварин, необхідна для отримання певної продуктивності.

У зв'язку з фізіологічними особливостями тварин у добовому раціоні різні групи кормів повинні бути в певному співвідношенні. Причому кожен вид корму може згодуватись в деяких межах. Тому при розрахунку оптимальних раціонів годівлі для кожного виду худоби у відповідності із зоотехнічними умовами встановлюються нижні та верхні границі вмісту окремих видів кормів у раціоні. Ці умови задачі описуються додатковими обмеженнями. Коефіцієнти в них записуються: по основним змінним - вміст поживних речовин у кормах, по допоміжним - питома вага групи кормів у раціоні по нижній та верхній границям. Допоміжні обмеження характеризують сумарну кількість кормових одиниць, перетравного протеїну і інших поживних речовин. Коефіцієнтами в них записуються: по основним змінним - вміст кормових одиниць, перетравного протеїну в одиниці корму, а по допоміжним змінним - одиниці з мінусом. Коефіцієнтами лінійної функції є собівартість кормів або ціна придбання добавок.

З огляду на те, що у собівартості продукції тваринництва витрати на корми займають найбільшу питому вагу (до 50% і більше). Тому одним з основних шляхів зниження собівартості тваринницької продукції є здешевлення раціонів годівлі при високій їх поживної цінності.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАДХОДЖЕННЯ ДОХОДІВ ДО БЮДЖЕТУ СЕЛИЩНОЇ РАДИ

**Нечипоренко Т.Ю., керівник ст. викл. Михайленко Т.В.
Національна металургійна академія України**

Наряду з фінансовою самостійністю органів місцевого самоврядування особливо гостротою постає проблема вироблення дієвого механізму, який би визначав нові принципи формування бюджетів територіальних громад. Саме ця обставина і зумовила потребу у вивченні процесу формування і виконання сільських, селищних бюджетів. Правильний підхід до прогнозування залежить від періоду часу, який розглядається. Для того щоб бути ефективними, прогнози не обов'язково повинні бути точними. Процес сам по собі може підняти ефективність діяльності органів місцевого самоврядування. Наприклад, якщо органи місцевого самоврядування прогнозують недостачу доходів через кілька років, розмір дефіциту менш важливий, ніж факт, що він буде присутній. Якщо органи місцевого самоврядування своєчасно займуться вирішенням проблеми майбутнього дефіциту – це означає, що процес прогнозування змусив відповідальних осіб за прийняття рішення почати діяти раніше, ніж вони б це зробили, поліпшуючи в такий спосіб майбутню фінансову ситуацію. Прогнозування має важливе значення в процесі формування доходної бази місцевих бюджетів. Розробка адекватних моделей є одним з актуальних напрямків прикладної математики та має широкий спектр практичного застосування.

Прогнозування доходів місцевих бюджетів призначено полегшити процес бюджетного планування, зробити його ефективнішим, сприяти збалансованості місцевих бюджетів.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ ЗА ВИДАМИ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЕЛИЩ

**Породько А. В., керівник ст. викл. Гришко Т.Є.
Національна металургійна академія України**

Сьогодні важливою є проблема вивчення процесу формування і виконання сільських, селищних бюджетів. Розподіл бюджетних коштів є одним з елементів системи управління місцевими фінансами і невід'ємною складовою бюджетного процесу. На етапі розподілу здійснюється аналіз й оцінка потенційних фінансових можливостей місцевих органів влади будь-якого рівня бюджетної системи щодо фінансування бюджетних програм у період їх виконання. Розподіл бюджетних коштів охоплює сукупність принципів, методів, системи показників та певних заходів, що необхідні для виконання розподілу.

Головне для бюджету селищ - розподілити суму надходження між усіма видатками, що здійснює сільська рада, для того щоб вистачило не тільки на вкрай необхідне, а й на розвиток та благоустрій села. Для цього запропоновано оптимізаційне моделювання розподілу бюджету. Основні етапи постановки і рішення задачі оптимізації:

- 1) Побудова економіко-математичної моделі.
- 2) Знаходження оптимального рішення задачі.
- 3) Аналіз результатів рішення і практичні рекомендації.

В оптимальному бюджеті вибір критерію оптимізації здійснюється відповідно з метою вирішення задачі. Критерієм оптимізації можуть бути різні статті витрат. Крім функції мети, в моделі використовуються обмеження, так як ресурси, якими володіє селищна рада, в більшості випадків обмежені.

МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОПЕРАТОРІВ АУТСОРСІНГОВОЇ КОМПАНІЇ

**Походюща А.Д., керівник доц. Бандоріна Л.М.
Національна металургійна академія України**

Підвищення професійного рівня співробітників і його відповідність сучасним вимогам ринкової економіки, робота на випередження своїх конкурентів, створення кадрового резерву, підвищення загальної професійної культури співробітників та управлінської кваліфікації провідних фахівців – це першочергові проблеми служби з управління персоналом. Прийняття ефективних управлінських рішень потребує вирішення проблеми удосконалення системи управління персоналом та оцінки ефективності результатів праці співробітників.

Спроектвана система комплексної оцінки ефективності роботи оператора аутсорсингової компанії дозволяє виявити сумарний ефект усіх факторів, що впливають на продуктивність роботи персоналу і спирається на модель оцінювання професійного рівня співробітника з урахуванням його особистого внеску у виконання планів підрозділу, кваліфікації та виконання ним посадових обов'язків. Відбір ознак оцінюваних ділових якостей пропонується проводити на основі:

– об'єктивних критеріїв (стандарты, нормативи якості та продуктивності, які встановлюються для будь-якого виду діяльності з урахуванням особливостей конкретного робочого місця);

– суб'єктивних критеріїв (показники і характеристики, які оцінюються на підставі думок і оцінок експертів).

Кожна виявлена ознака має п'ять рівнів прояву і оцінюється в балах.

Проведений розрахунок факторних впливів на підвищення ефективності діяльності компанії дозволив виявити ефект використання системи оцінки персоналу. Будучи одним з головних компонентів успішної діяльності організації, система оцінки персоналу дозволить компанії відповідати вимогам сучасних реалій і здійснювати свій розвиток на основі зростання ефективності праці.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ БЮДЖЕТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Савран М.С., керівник доц. Лозовська Л.І.
Національна металургійна академія України**

Фінансово-економічний аналіз орієнтований на оцінювання фінансового стану, фінансових результатів та ефективності діяльності підприємства. Він дає змогу виявити напрямки й обмеження фінансового розвитку та реструктуризації фінансової політики.

Аналіз абсолютних показників передбачає: аналіз звітності, оцінку за статтями вихідного звітного балансу на початок і кінець періоду; оцінювання їхніх змін в абсолютному виразі; оцінювання питомих значень статей балансу – структурних характеристик; оцінювання динаміки структурних змін; оцінювання змін у відсотках до значень на початок періоду. Горизонтальний аналіз звітності ґрунтується на зіставленні динаміки розвитку всіх статей балансу і звіту про прибутки і збитки з базисним роком. Більш глибокі висновки можна зробити, проаналізувавши дані звітності в процентній формі за ряд років, оскільки це дає змогу простежити динаміку структурних змін. Найважливішими інструментами фінансового аналізу є фінансові коефіцієнти. Для аналітичної роботи на підприємстві складено власний набір (систему) коефіцієнтів, які і лежать в основі розробленої системи обчислення фінансово-економічних показників підприємства. Серед них розраховуються чотири групи показників: показники ліквідності; показники фінансової стійкості; показники ділової активності; показники рентабельності.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ПРИКЛАДІ БАГАТОФАКТОРНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ

**Сергєєва А.О., керівник доц. Бандоріна Л.М.
Національна металургійна академія України**

Будь-який проект передбачає матеріально-технічне забезпечення. Постачальником продукції для проекту може виступати виробник, підприємство роздрібної торгівлі або продавець продукції, виконавець послуги, постачальник інформації. Процес закупівлі передбачає забезпечення надходження товарів, послуг, робіт згідно з планом проекту та складається з двох частин: закупівлі та постачання на місце реалізації проекту. Етап закупівлі є дуже важливим, тому що є одним з джерел мінімізації вартості проекту та максимізації прибутку.

Для визначення собівартості передбачених контрактом матеріалів необхідно визначити оптимальний варіант замовлення. Для цього пропонується використовувати багатофакторну модель. Факторами моделі управління замовленнями будуть виступати наступні показники: ціна продукції у відповідності до об'єму закупівлі; вартість доставки; строки доставки; надійність постачальника. Важливість кожного фактору може коливатися через різні умови контракту з замовником.

Алгоритм визначення рейтингу постачальників може таким:

1. Визначення ціни продукції кожного постачальника у залежності від обсягу закупівлі.
2. Визначення вартості доставки в залежності від умов співпраці (вартість доставки може у кожного з постачальників розраховуватися різними методами).
3. Визначення рівня надійності постачальника.
4. Визначення загальної вартості партії.
5. Визначення рейтингу постачальників. Для визначення рейтингу буде використаний метод адитивної згортки критеріїв.

ПРОГНОЗУВАННЯ БЮДЖЕТУ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛІ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНОГО ЗГЛАДЖУВАННЯ

**Усов О. І., керівник доц. Лісовенко М. М.
Національна металургійна академія України**

Одним із завдань при контролі бюджету є надання прогнозу менеджеру щодо регулювання бюджетних видатків на наступні періоди. Для виконання поставленої задачі було обрано модель експоненціального згладжування. Великою перевагою моделі є простота розрахунків. Також модель експоненціального згладжування не потребує великої кількості даних, що є в даному випадку великою перевагою, бо менеджер, що прогнозує бюджет на наступний період, має в своєму розпорядженні лише витрати на надходження за попередні періоди.

Для виконання аналізу бюджетних видатків треба порівняти фактичні та прогнозовані показники. Різниця між ними – це відхилення. Головною задачею проєктованої моделі є виділення найбільших відхилень та надання інформації менеджеру задля прийняття ним управлінських рішень. Таким відхиленням будемо вважати значення прогнозу, що перевищує 20%.

За допомогою моделі менеджеру надана інформація щодо прогнозу на наступний період про видатки бюджету. За допомогою цієї інформації та порівняння її із фактичною, менеджер може приймати управлінське рішення щодо планування бюджету на наступний період. Точність моделі дорівнює 94%.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВІ «НВО АЛЬФА-ДНІПРО»

**Ходак А.К., керівник ст. викл. Краплина Т. М.
Національна металургійна академія України**

Процес ресурсного забезпечення є однією з найважливіших задач сучасного виробництва. Він тісно пов'язаний з усіма ланками технологічного процесу починаючи з його планування і закінчуючи збутом готової продукції. Особливого значення набуває систематизація і автоматизація інформації щодо ресурсного забезпечення, що дозволить своєчасно і вірно приймати управлінські рішення, уникати простоїв устаткування, вчасно виконувати договірні обов'язки. Як відомо, інформаційні системи керування підприємством починалися саме з систем планування потреб у матеріалах. Ця концепція у подальшому була розвинута у методологію ERP - планування ресурсів підприємства.

Слід сказати, що в даний час є багато досить потужних корпоративних автоматизованих інформаційних систем, частиною яких є система ресурсного забезпечення. Але для невеликих підприємств впровадження таких систем є досить громіздким, коштовним і не завжди доцільним.

Рішення задач ресурсного забезпечення в умовах «НВО АЛЬФА-ДНІПРО» має бути реалізовано шляхом розробки інформаційно-програмної системи «Ресурси». Основною задачею є проектування бази даних таким чином, щоб можна було забезпечити надійний та досить простий для користувача контроль інформації, що вводиться в базу, використовувати можливості автоматичного занесення даних з нормативно-довідкових таблиць, організувати зручний інтерфейс користувача для надання можливості отримання необхідної інформації у зручній формі. Система буде реалізована як автоматизоване робоче місце фахівця. Використання розробленої системи дасть можливість більш оперативно відслідковувати хід ресурсного забезпечення виробництва, та вносити необхідні корективи у цей процес. У цілому все це позитивно відобразиться на управлінському процесі підприємства.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ НА ПРОДУКЦІЮ ПІДПРИЄМСТВА
Ярьоменко А.В., керівник ст. викл. Климкович Т.О.
Національна металургійна академія України

Для ринку України з його нестійкою структурою актуальним є моделювання попиту на продукцію підприємства. За побудованою моделлю можна, як проводити аналіз попиту за даний період, так і прогнозувати попит на наступний період. Вміння розробляти точний прогноз є фактором, який визначає успіх підприємства, при чому, чим вище рівень нестабільності попиту, тим точніше має бути прогноз.

Моделювання попиту на продукцію підприємства здійснюється в наступній послідовності: збір ретроспективних даних про обсяги продажів; аналіз даних з метою виявлення тенденції зміни; вибір моделі прогнозу обсягів продажів продукції; розробка програмного забезпечення, для реалізації моделі; отримання прогнозних даних; використання прогнозних даних в плануванні діяльності підприємства на майбутні періоди.

Основним з цих етапів є обґрунтування і вибір моделі прогнозу. Для умов підприємства, що займається продажем взуття, обсяги продажів по видах взуття мають циклічні коливання, які повторюються протягом 12 місяців, тобто містять сезонну компоненту. Аналіз обсягів продажів показав, що сезонна компонента практично не змінюється, тому для прогнозу обсягів продажів вибрана модель з адитивною компонентою, яку можна представити в наступному вигляді:

$$A = T + S + E,$$

де T- трендове значення, S - сезонна компонента, E – помилка.

Впровадження моделі дозволить підвищити ефективність використання оборотних коштів підприємства, а також його конкурентоспроможність.

ПІДСЕКЦІЯ ЕКОНОМІЧНА ТЕОРІЯ

ВАРІАТИВНІСТЬ ФОРМ УЗГОДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ІНТЕРЕСІВ
СУБ'ЄКТІВ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Удалих Г.С., керівник Алсуф'єва О.О.
Національна металургійна академія України

Реалії інноваційно-орієнтованої економіки вимагають від економічного суб'єкта засвоєння нових для нього стереотипів економічної поведінки й мислення, нового світосприйняття тощо, акумулюючи досвід виживання, самореалізації й розвитку, формуючи багатокomпонентну систему цілей, інтересів і форм поведінки. Багатоаспектний характер означеної проблеми вимагає звернути уваги на роботи

Абалкіна Л., Базилевича В., Гершковича Б., Капелюшнікова Р., Колесова Н., Мау В., Радаєва В., Рибалкіна В., Тарасевича В., Урусової І. та ін., які присвячені тематиці вивчення економічних інтересів та їх подальшого узгодження. Тим не менш, незважаючи на значну кількість робіт, пов'язаних з різними аспектами означеної проблематики подальшого дослідження потребує пристосування суб'єктів інноваційної діяльності до розгалуженості форм, та розподілу прав власності, що юридично визначені й реально реалізуються, та наявності динаміки доходу від власності. Це може бути проаналізовано за допомогою таких форм узгодження економічних інтересів як: економічно раціональне узгодження, коли володіння певним набором прав реалізується в позитивній динаміці щодо доходу від об'єкта інноваційної діяльності з активним використанням прав власності або без останнього; фіктивне узгодження; уникнення узгодження (пасивне узгодження).

ДО ПИТАННЯ ПРО ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНОЇ ПОЛІТИКИ ДЕРЖАВИ

**Левшукова А.С., керівник Алсуф'єва О.О.
Національна металургійна академія України**

Формування доктрини, яку має бути покладено в основу конкурентної політики держави завжди відбувається під впливом інституційного середовища. Відтак особливої уваги потребує пошук інституційної будови суспільства та його економічної системи, яка б була адекватною їх сутності. Це відноситься до сфери «інституційної архітектури», розгляд проблем якої почався у вітчизняній економічній літературі порівняно недавно. Тим не менш, роботи С. І. Архієєва, А. А. Гриценка, В. В. Дементьєва та інших присвячені дослідженням не тільки процесів інституційної структуризації економічних систем транзитивного типу, але і розкриттю соціально-економічного змісту їх базисних інститутів (власності, влади, управління, праці), їх взаємозв'язку із структуроутворенням інституційної складової економіки, формуванням і реалізацією свободи господарюючих суб'єктів. Аналіз зазначеної проблематики відкриває широкий простір для наукових досліджень як формальних, так і неформальних аспектів розвитку інноваційної діяльності в Україні. Саме інституційна архітектура конкурентного середовища визначає характер процесів, які у ньому протікають, відповідно, ефективність конкурентної політики та економіки в цілому. На основі дослідження успішної світової практики імплементації конкурентної політики, можна виділити основні засади її формування та реалізації: стратегічне планування та визначення пріоритетних напрямів конкурентної політики; створення та підтримка бази знань; формування ефективної адміністративної інфраструктури тощо.

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ ДО ГЛОБАЛЬНОГО СВІТУ

**Бучок К.Ю. керівник проф. Білоцерківець В.В.
Національна металургійна академія України**

На порозі XXI століття світ кардинально змінює свій облік. Розпадаються геополітичні блоки, народжуються нові держави, політичні та економічні союзи. На політичній карті світу з'явилась і поступово, але впевнено затверджується суверенна держава Україна. На шляху її утвердження у світовому співтоваристві вже зроблено конкретні кроки: визначено комплекс національних пріоритетів у сфері зовнішньої політики. Україна входить до Міжнародного валютного фонду розвивається тісне співробітництво з країнами всередині Європейського Союзу та ін. Знаходиться

осторонь загальносвітових інтеграційних процесів Україна не може оскільки, по-перше, ці процеси визначають напрямок та перспективи розвитку світової економіки в цілому. По-друге, економіка України перебуває зараз у кризовому стані, вийти з якого вона, як свідчить досвід, самотужки не зможе. Тому розвиток зовнішньоекономічних науково-технічних та валютно-фінансових відносин України може стати одним із найважливіших факторів розвитку національного господарства.

В результаті зовнішньоекономічні зв'язки України на сучасному етапі характеризуються негативними тенденціями. Особливо це проявляється у сфері міждержавної торгівлі. Головний висновок стосовно України майже очевидний: необхідно якомога швидше просуватися у напрямку поглиблення ринкових реформ, їх всеосяжності, прискореної демократичної трансформації суспільства, що сприятиме покращанню економічної ситуації в країні та послабленню потужності вищезазначених негативних чинників.

ДО ПИТАННЯ ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНОГО ПАРТНЕРСТВА В УКРАЇНІ

**Кучеренко І.С., керівник доц. Золотарьова О.В.
Національна металургійна академія України**

В загальному розумінні соціальне партнерство - визнаний механізм реалізації прав громадян в демократичному суспільстві, оскільки надає можливість великим його групам брати участь у формуванні соціально-економічної політики держави, прийнятті рішень не тільки під час виборів, але й щодня в процесі обговорення урядових рішень чи рішень адміністрації підприємства, проведення консультацій між представниками уряду, профспілок, роботодавців. Соціальне партнерство ґрунтується на засадах добровільності і взаємовизнання прав сторін - партнерів, реалізується на різних рівнях економіки: державному, галузевому, регіональному, виробничому. Принципи соціального партнерства як моделі побудови раціональних соціально-трудова відносин широко висвітлюється у міжнародних правових нормах, зокрема, низкою документів Міжнародної організації праці: Конвенцією 87 "Про свободу асоціацій та захист прав на організацію"; Конвенцією 98 "Права на організацію та ведення колективних переговорів"; Конвенцією 144 "Тристоронні консультації для сприяння застосуванню міжнародних трудових норм"; Конвенцією 150 "Про регулювання питань праці"; Конвенцією 154 "Про сприяння колективним переговорам" тощо. Стратегічний характер і головна перевага соціального партнерства виявляється в тому, що на засадах трипартизму стає можливим сформулювати і безконфліктно реалізовувати довгострокові завдання уряду, отже, сприяти економічному зростанню.

РОЛЬ МІКРОКРЕДИТУВАННЯ В РОЗВИТКУ МАЛОГО І СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ

**Мадюдя В.О., керівник доц. Золотарьова О.В.
Дніпродзержинський державний технічний університет**

Як свідчить реальна дійсність, економічний розвиток держави пов'язаний з підвищенням життєдіяльності такого сектору економіки як малий та середній бізнес, який здатен при мінімальному рівні державної підтримки виконувати наступні важливі завдання: створювати нові робочі місця, зменшуючи соціальну напругу у суспільстві; забезпечувати досить вагому частку бюджетних надходжень у вигляді податків; розробляти та впроваджувати нові зразки продукції та послуг у досить ризикових умовах; сприяти структурній перебудові економіки та зміцненню економічного

потенціалу регіонів; збільшувати експортні можливості країни. Ефективна діяльність підприємств малого та середнього бізнесу значною мірою визначається обсягом кредитування в цей сектор. Основні умови надання мікrokредитів в Україні передбачають: видачу мікrokредитів на розвиток бізнесу, але, до речі, не на його запуск; розкриття реальної фінансової інформації; не обов'язковість складання бізнес-плану. Позитивний ефект від активізації послуг мікrokредитування для суб'єктів вітчизняної економіки і для розвитку економіки України полягає в наступному: 1) комерційним банкам розвиток мікrokредитування дозволить зменшити ризик кредитної діяльності шляхом підвищення її диверсифікації, крім того, робота за програмами мікrokредитування є ефективною PR-кампанією, здатною поширити популярність банку та його імідж серед широкого кола потенційних клієнтів; 2) створення і розвиток небанківських фінансових організацій, які здійснюють мікrokредитування в Україні, сприятиме появі нових фінансових продуктів та більш повному задоволенню потреб суб'єктів малого та середнього бізнесу у кредитних ресурсах; 3) співпраця секторів банківського і небанківського мікrokредитування створює стимули для формування якісно нової структури вітчизняної економіки.

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПАНСІЯ: ПРІОРИТЕТИ УПРАВЛІННЯ

Летуча А.А., керівник доц. Летуча О.В.

Національна металургійна академія України

Кризогенність розвитку національної економіки зумовлює необхідність перегляду критеріїв розвитку існуючої господарської системи, коригування уявлень про людину і суспільство, формування ідеології постіндустріального розвитку, що спиралася б на сучасні механізми використання існуючого потенціалу для забезпечення сталого еколого-економічного розвитку України. А це вимагає переходу до нової парадигми управління державою на основі гармонізації відносин людини, суспільства і природи, збереження і відновлення природного середовища.

Екологічну експансію (поглиблення екологічного впливу на систему господарських відносин) слід розглядати як процес, що передбачає обов'язковий перехід на нову модель суспільного розвитку, яка б певним чином передбачала імплантацію екологічних цілей у економічні інтереси суб'єктів господарювання. У стратегічному плані цей процес об'єктивно потребує ефективного механізму екологічного регулювання, який відбивав би певну ступінь розвитку міжнародних соціально-економічних відносин у взаємозв'язку з природними продуктивними силами, реалізовувався через свідому діяльність людей, конкретні форми і методи організації взаємодії суспільства і природи.

ЕКОНОМІЧНА ДІАГНОСТИКА: СУТНІСТЬ І ПРИНЦИПИ

Сокиринський Д.С., керівник доц. Летуча О.В.

Національна металургійна академія України

Якість інформаційного забезпечення системи діагностики впливає на можливість раннього запобігання та реагування на проблеми, що виникають як у стратегічному, так і у оперативному управлінні господарською діяльністю підприємства. Саме цьому суб'єкти господарювання мають звертати особливу увагу на формування інформаційного забезпечення підприємства.

Інформаційне забезпечення економічної діагностики підприємства має задовольняти наступним принципам: достовірності і вірогідності інформації - дає змогу забезпечити результати, найбільш наближені до реальних. Наявність недостовірної і

непорівнянної інформації знижує якість моделі і цінність отриманих при моделюванні результатів; достатності інформації - означає, що в моделі використовується тільки відома інформація з необхідною точністю для моделювання результатів господарської діяльності підприємства в залежності від структури фінансового забезпечення; гнучкого реагування - означає, що кожне підприємство має швидко реагувати на зміни ринкових можливостей. В залежності від напрямку змін, які відбуваються, воно має оперативно відкоригувати свою господарську діяльність, обираючи саме ті варіанти розвитку, які відповідають новій ситуації на ринку і наявному потенціалу.

Система економічної діагностики господарської діяльності спрямована на прийняття оптимальних управлінських рішень на підставі отриманої економічної інформації, яка підлягає певному ранжуванню і в залежності від класу дозволяє отримати характеристику наявної господарської ситуації з певними рекомендаціями щодо усунення “вузьких місць” в системі управління. Модель діагностики можна розглядати як засіб інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень в сфері фінансово-господарської діяльності підприємства, оскільки фінансове забезпечення внаслідок його істотного впливу на функціонування підприємства в цілому є однією з найважливіших сфер, що потребує своєчасного аналізу, контролю і регулювання.

ЭКОНОМИКА ВПЕЧАТЛЕНИЙ

Миронова Е.Ю., руководитель доц. Рябцева Н.В.
Національна металургійна академія України

В наше время для успешного ведения бизнеса одних только товаров уже недостаточно. Потребители, уставшие от стандартизированной продукции, стремятся получить товар, созданный специально для них, да еще соответствующий их внутреннему миру. Поэтому в настоящее время зарождается новая экономика – экономика впечатлений, ориентированная на ощущения потребителя.

В этой экономике компании должны осознавать, что они производят и товары, и впечатления, то есть создают своеобразную сцену для повышения их потребительской ценности. Пришло время игры, потому что товаров и услуг уже не достаточно. Клиенты жаждут впечатлений и готовы заплатить за них. Экономика впечатлений открывает новые возможности, а тех, кто воспользуется ими, ждет успех. Компании, которые сумеют сделать это, станут market makers, а кто нет — вынуждены будут уйти с рынка. Мы живем во времена, когда зачастую единственное различие между товарами и услугами, которое способен увидеть клиент, — это различие в качестве обслуживания. Впечатления представляют собой уже существующий, но еще мало изученный вид экономического предложения. Нет ничего более важного, чем мудрость, которая нужна для изменения клиентов под нужным впечатлением.

КРЕАТИВНОСТЬ - НЕОГРАНИЧЕННЫЙ ИСТОЧНИК ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

Педан А.В., руководитель доц. Рябцева Н.В.
Національна металургійна академія України

Экономика как наука основана на теории ограниченности ресурсов, факторов производства, редкости экономических благ. В одном из самых популярных учебников по экономике П.А. Самуэльсона и В.Д. Нордхауса приводится следующее определение редкости экономических благ: «Редкость – характеристика экономических благ, отражающая ограниченность человеческих и материальных производственных ресурсов, с помощью которых можно, даже при наличии самой лучшей технической

подготовки, произвести только ограниченное количество потребляемых благ» (Samuelson, Nordhaus, 1995, p. 29). Именно этот закон об ограниченности ресурсов будет необходимо подвергнуть критике в связи с ростом значимости креативной экономики. Креативная экономика базируется на потенциале неограниченного источника, которым является интеллектуальный капитал. Интеллектуально-креативные возможности человека являются неисчерпаемым ресурсом, который оказывает растущее влияние на экономический процесс. Эта новая парадигма, основанная на неограниченности ресурсов, творческом потенциале человека, опровергает теорию редкости экономических благ.

Я полагаю, что речь идет не о случайном явлении, а о явлении, значение которого будет постоянно расти. Идеи, способные значительно увеличить производство, креативность и технический прогресс, открывают новые возможности не только для перегруппировки уже существующих источников. Благодаря техническому прогрессу идеи занимают все большее место в структуре капитала, и этот феномен имеет тенденцию развиваться. Безграничные способности человека к творческому мышлению открывают поразительные возможности для развития экономики.

КОРПОРАТИВНІ ВІДНОСИН В УМОВАХ СОЦІАЛЬНО-ВІДПОВІДАЛЬНОГО БІЗНЕСУ

**Сало С.В., керівник Шабанов Д.І.
Національна металургійна академія України**

Основна лінія просування ідеї корпоративної соціальної відповідальності: соціально-орієнтована діяльність приносить відчутну вигоду бізнес-організації. Активізуються численні спроби довести, що компанії, що реалізують власні соціальні програми, значно успішніше й ефективніше, ніж компанії, що не мають таких програм. Однак всі ці докази приводяться на основі досліджень, проведених серед західних компаній. От тільки один з подібних списків "переваг для бізнесу від доброчинності:

- зміцнення репутації й іміджу компанії;
- підвищення ефективності ведення бізнесу;
- підвищення інвестиційної привабливості компанії.

Сучасна Україна переживає складний процес трансформації централізованої економіки в напрямку соціально-орієнтованого розвитку, в основі якого лежать плюралізм форм власності, ринковий тип зв'язків між господарюючими суб'єктами й формування соціальної відповідальності бізнесу. Світова практика свідчить, що в сучасній економіці розвинених країн займає провідне місце корпоративна власність, як найбільш відповідним реаліям сучасного великого виробництва і потенційно здатної вирішувати конфлікт між працею й капіталом через різні форми спільного володіння акціями корпорацій.

ІНСТИТУЦІЙНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

**Катульська І.С., керівник доц. Летуча О.В.
Національна металургійна академія України**

Сучасні інноваційні процеси досить складні і вимагають проведення аналізу закономірностей їх розвитку. Функціонування науково-технічної сфери, інноваційної інфраструктури та інноваційного підприємництва здійснюється ізольовано один від одного. А це, в свою чергу, вимагає створення ефективного механізму інституційного забезпечення інноваційної діяльності, здатного відновлювати рівновагу економічної системи. Зміни, що вносяться інновацією, потребують якісної оцінки для визначення її

ефективності в порівнянні з базовим інвестиційним проектом. Так само при обґрунтуванні інноваційних проектів необхідно враховувати, що деякі з них можуть виявитися ефективними тільки в майбутньому. Тому попередні матеріали та інформацію для прийняття подібних рішень можна одержати тільки за допомогою прогнозування. Питання про проектування інноваційних процесів є пріоритетним. Адже інтеграція до світового економічного простору можлива тільки на основі динамічного інноваційного розвитку. Це означає, що дослідження світового досвіду дозволяє систематизувати та узагальнити дані про інноваційні процеси. Необхідно також враховувати, що робота висококваліфікованих технологів, конструкторів, економістів, фінансистів, які виконують специфічні функції, є важливим аспектом успішного отримання необхідного результату. Адже, як відомо, в Україні основна увага приділяється ресурсозабезпеченню, географічному положенню і природному багатству. А інтелектуальний потенціал досліджувався значно менше. В умовах кризогенної нестабільності ситуація кардинально змінилася. Адже всім стає зрозуміло, що більш ефективним шляхом розвитку України, безумовно, є інноваційний.

ЗМІСТ ПОНЯТТЯ ПОДАТКОВЕ АДМІНІСТРУВАННЯ

Тюра О.І., керівник доц. Фокша Л.В.

Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ

У юридичній літературі та науці відсутнє єдине трактування поняття «податкове адміністрування». Науковці пропонують розглядати це поняття: 1) у широкому плані як процедуру реалізації прав і обов'язків суб'єктів оподаткування стосовно погашення податкових зобов'язань; у вузькому – як комплекс дій адміністративного характеру, що здійснюється органами контролю для забезпечення справляння податків і зборів (Ю. Іванов); 2) як сукупність норм, методів, засобів і дій, за допомогою яких спеціально уповноважені органи держави здійснюють управлінську діяльність у податковій сфері, спрямовану на контроль за дотриманням законодавства, за правильністю нарахування, повнотою і своєчасністю внесення у відповідні бюджети податків і зборів, інших обов'язкових платежів та притягнення до відповідальності порушників податкового законодавства (О. Бандурка); 3) як систему управління державою податковими відносинами, що включають здійснення податкового контролю та роботу з податковою заборгованістю, надання інформаційних послуг платникам податків, а також притягнення до відповідальності за податкові правопорушення, дії (бездіяльність) посадових осіб та управління системою податкових органів (М. Верстова) тощо.

Отже, адміністрування податків – це сукупність норм, методів, засобів і дій за допомогою яких спеціально уповноважені органи здійснюють управлінську діяльність в податковій сфері, спрямовану на контроль за дотриманням податкового законодавства.

ПРОБЛЕМАТИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ «ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ»

Орешкова А.Ф., керівник Амбражей О.А.

Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ

У сучасному світі поширюються процеси глобалізації, завдяки чому зникають перешкоди, що стримують розвиток економічних зв'язків між суб'єктами світової економіки. Інтеграція України у світове господарство відкриває для національних підприємств нові можливості використання зовнішніх факторів розвитку, сприяє залученню нових фінансових і технологічних ресурсів, у тому числі й зарубіжних,

збагачує виробничий та управлінський досвід, створює умови для розширення ринків збуту, що потребує зокрема чіткого розуміння та єдиного представлення інформації про зовнішньоекономічну діяльність. Інтеграція України у міжнародне господарське середовище опосередкована саме здійсненням зовнішньоекономічної діяльності. У глобальній економіці нерозривно взаємодіють економічна, соціальна, політико-правова і духовна сфери, кожна з яких створює певні особливості щодо здійснення та регулювання зовнішньоекономічних зв'язків і діяльності.

Поняття «зовнішньоекономічна діяльність» є всебічним, і потребує єдиного та вичерпного визначення. Дана категорія має різні трактування науковців щодо її сутності, але не має спільної точки зору. Слід зазначити, що у нормативно-правових актах відсутнє тотожне визначення досліджуваного поняття, у зв'язку з чим є потреба наголосити на необхідності приведення норм загального і спеціального закону у частині трактування поняття «зовнішньоекономічна діяльність», доцільним є доповнення цього визначення науковими точками зору для більш повного розуміння поняття.

ЕКОНОМІЧНІ ЗЛОЧИНИ ТА ЇХ ВИКРИТТЯ

Канципка А.Р., керівник Амбражей О.А.

Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ

Ведення господарської діяльності суб'єктами господарювання з порушенням норм чинного законодавства, оподаткуванням діяльності підприємства, нецільовим використанням бюджетних коштів є найпоширенішими спірними питаннями, які призводять до виникнення господарських спорів і передують скоєнню економічних злочинів. Під час розгляду таких справ у суді запрошується спеціально навчена особа, яка проводить судово-економічну експертизу з метою дослідження документальних доказів, що мають істотне значення для правильного вирішення справи. Методом судово-економічної експертизи є сукупність способів і прийомів, які застосовуються судовим експертом при дослідженні об'єктів економічної експертизи для встановлення фактичних обставин в контексті діяльності господарюючого суб'єкта. Загальнонаукові методи, що застосовуються при проведенні судово-економічної експертизи – аналіз і синтез, індукція і дедукція, абстрагування і конкретизація, узагальнення, порівняння. Спеціальні – дослідження та вивчення змісту документів, встановлення фактів порушення фінансової дисципліни, визначення дотримання законності у здійсненні бухгалтерських операцій тощо. Призначення судово-економічної експертизи повинно бути гарантією повноти, всебічності й об'єктивності дослідження фактичного стану та обставин у справі, що розглядається у господарському суді.

Судово-економічна експертиза – важливий доказовий засіб у всіх процесуальних галузях права, що допомагає виявляти передумови, обставини та особливості скоєння економічних злочинів, а також встановлювати відповідальних за правопорушення.

ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ РОЗВИТКУ

Южека Р.С., керівник Аксютіна А.В.

Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ

Головна мета державного регулювання країни – забезпечення безперервності процесу відтворення економіки як єдиного цілого, досягнення економічної ефективності на макрорівні. Ефективна система державного регулювання економіки забезпечує сталий розвиток основних напрямів економічної та соціальної діяльності

країни, створюючи сприятливі умови для їх розвитку. Державне регулювання економіки – це система заходів держави для здійснення підтримуючої, компенсаційної та регулюючої діяльності, спрямованої на створення нормальних умов ефективного функціонування ринку та вирішення складних соціально-економічних проблем розвитку національної економіки. Таке визначення розкриває функції, цілі та об'єкти державного втручання в економіку і поведінку громадян. Державне регулювання економіки має здійснюватися лише в межах функціональних дій держави на основі системи управління для об'єднання волі всіх громадян країни. Ця система має забезпечити безпеку держави від свавілля і одночасно враховувати поведінку громадян, захищати їх права. Державне регулювання економіки є цілеспрямованим впливом держави на економіку з метою забезпечення її функціонування у заданому режимі чи для зміни й розвитку економічних явищ або їх зв'язків. Існуюча в даний час система державного регулювання має перехідний і незавершений характер. Хід реформ вже показав неможливість ефективного розвитку економіки в режимі автоматичного саморегулювання. Механізм ринку повинен бути доповнений інструментами, що компенсують його недоліки там, де він не спрацьовує або призводить до результатів, що не відповідають інтересам суспільства. Сучасна економіко-правова база представлена системою законів і підзаконних нормативно-правових актів, без виділення окремої галузі права, яка б регулювала відносини у сфері економічної діяльності.

КАПІТАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОДУКТУ

**Педан А.В., керівник доц. Леонідов І.Л.
Національна металургійна академія України**

Капіталізація інтелектуального продукту у процесі виробництва прискорює динаміку економічної цінності виготовленої продукції, що дозволяє привласнити додаткову вартість. Актуальність капіталізації інтелектуального продукту в Україні підкреслюють тенденції світового ринку ліцензій на винаходи, які характеризуються перевищенням у 3-4 рази темпів зростання традиційних ринків товарів і послуг та створенням відповідних обсягів багатства. Основним джерелом підвищення ефективності комерціалізації інтелектуального продукту є ефект масштабу за рахунок розширення ринку інформаційно-інтелектуального продукту та послуг. Капіталізація на ринку передбачає патентування, проведення патентно-кон'юнктурних досліджень у наукових установах, організаціях та підприємствах дослідно-виробничої бази НАН України, супровід впровадження результатів наукових розробок, трансфер технологій і використання об'єктів права інтелектуальної власності, організацію виставкових і рекламних заходів тощо. Найбільш дієвою у регулюванні капіталізації інтелектуального продукту є саме держава, діяльність якої підпорядкована не швидкоплинним інтересам тих чи інших політичних та комерційних сил, а стратегічним національним інтересам. Прикладом цього є «Стратегія – 2020».

ПРО ЗАСАДИ СТАНОВЛЕННЯ І РОЗВИТКУ ВІДКРИТОЇ МОДЕЛІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДИНАМІКИ

**Кравець А.А., керівник доц. Завгородня О.О.
Національна металургійна академія України**

Стрімка глобалізація інноваційних взаємодій, становлення і розвиток відкритої моделі інноваційної динаміки – явищем закономірне. Його підйоми розширюються у міру долучення до глобальної мережі інноваційних відносин все більшої кількості

активних країн-учасників і зміцнюються через посилення їх взаємозалежності внаслідок розвитку та диференціації форм спеціалізації, кооперації і комбінування виробництва інтелектуально-інформаційного продукту й інноваційних благ.

Рушійний імпульс відкритій інноваційній динаміці надає кластер комплементарних тенденцій, як-от: 1) інформатизація формує передумови для трансграничної передачі інноваційної інформації, прискорення та здешевлення її руху; 2) інтелектуалізація, що насичує засоби та результати виробництва гностичними факторами; 3) креативізація, що виводить на якісно новий рівень конкуренто-симбіотичні взаємовідносини між креативною та репродуктивною працею й узвичаює інноваційність як спосіб буття економічних акторів; 4) загострення конкурентної боротьби у глобальному економічному просторі, що змушує останніх швидше реагувати на зовнішні конкурентні виклики, убезпечувати свої активи від морального старіння, протидіяти стрімкому вичерпанню інноваційних джерел абсолютної та диференційної ренти; 5) підвищення мобільності людського капіталу, що провокує зростання ризиків втрат і витоків стратегічно важливої інноваційної інформації у разі її несвоєчасного оприлюднення та відповідного закріплення авторських прав; 6) лібералізація, що сприяє послабленню протекціонізму та зменшенню бар'єрів у русі інтелектуально-інноваційного продукту теренами глобальної економіки.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ ІННОВАЦІЙНОГО КОДЕКСУ УКРАЇНИ

**Сесь М.О., керівник доц. Завгородня О.О.
Національна металургійна академія України**

Критично важливою є розробка та прийняття Інноваційного кодексу України, в якому має бути реалізований комплексний підхід до упорядкування інноваційних процесів. Структурні блоки кодексу повинні містити принципи, норми, правила та процедури пов'язані із: збереженням та нарощуванням інноваційного потенціалу національної економіки України; прогнозуванням НТП та індикативним плануванням структурних зрушень; національною інноваційною безпекою; суспільною експертизою та відбором національних пріоритетів; преференціями інноваторам; захистом прав інтелектуальної власності; соціальним захистом науковців та інноваторів; міжнародною співпрацею в науково-технічній та інноваційній сферах. Окремий блок має регламентувати засади розбудови національної інноваційної системи (НІС).

Комплементарними завданнями НІС є: а) створення сприятливого середовища для активізації інноваційної діяльності економічних акторів і підвищення її результативності; б) розширене відтворення науково-технічного й інноваційного потенціалів національної економіки, знаходження суспільного консенсусу щодо напрямів та способів їх зміцнення, нарощування й актуалізації; в) розбудова системи інститутів розвитку та створення дієвого суспільного механізму їх фінансування; г) інноваційно-інвестиційна підтримка стратегічних пріоритетів розвитку країни; д) інтеграція в глобальний науково-технічний та інноваційний простір.

ПРИЧИНЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Ткаченко И.Д., Шум А.В., руководитель доц. Ткаченко Н.И.
Национальная металлургическая академия Украины**

Причины поглощений (смена собственника юридического лица и/или его активов) делятся на экономические, организационные и правовые. Главной

экономической причиной поглощения предприятия и критерием отбора предприятия рейдером является т.н. «неодоценность актива».

Ситуация недооценности возникает в результате двух причин: неэффективное использование актива; стоимость контрольного пакета акций ниже стоимости активов. Достаточно любой одной из указанных причин для того, чтобы предприятие стало объектом притязаний рейдеров.

К правовым проблемам относятся: противоречия внутренних документов общества действующему доказательству; нарушения при приобретении активов и/или акций; неправильное оформление владения активами/акциями; ошибки при определении функций и полномочий органов управления обществом; неурегулированность корпоративных отношений; нарушение порядка одобрения сделок; номинальные лица в органах управления.

К организационным причинам относятся все иные, неправовые причины, не связанные с недооцененностью актива.

МАЛИЙ ТА СЕРЕДНІЙ БІЗНЕС В УКРАЇНІ

Соколова Б.М., керівник проф. Лебедева В.К.

Національна металургійна академія України

Важливе значення малого і середнього бізнесу для економіки визначає необхідність пильної уваги держави до його формування і функціонування.

Але, на жаль, в Україні важко відкрити і розвивати свій бізнес. На це впливають податковий тиск, обмеження фінансово-кредитних ресурсів, слабкість матеріальної, технічної, фінансової та кадрової складової діяльності малого і середнього підприємництва.

На мою думку, можна подолати цю проблему. Треба зробити економічну реформу, яка передбачає державне фінансування малого і середнього бізнесу, вихід їх на світовий ринок.

Державну політику щодо його фінансового забезпечення слід проводити у напрямі створення розвинутої мережі фінансово-кредитних установ, страхових фірм, інвестиційних та страхових фондів; розвитку товариств взаємного кредитування та страхування; розробки і впровадження системи стимулювання комерційних банків, які надавали б пільгові кредити малим підприємствам.

Підприємства малого та середнього бізнесу є достатньо специфічним об'єктом управління. До їх особливостей відносять невеликий масштаб діяльності, її мобільність, відносно невеликий середньостатистичний термін існування, слабка стійкість до впливу зовнішнього середовища.

Малі підприємства — досить поширена й ефективна форма господарювання. Вони мають багато таких рис, які не можуть бути притаманні великим підприємствам. Саме мале підприємництво здатне найоперативніше реагувати на кон'юнктуру ринку і таким чином надавати ринковий економіці необхідної гнучкості. Ця властивість малого та середнього бізнесу набуває особливого значення в сучасних умовах, коли відбувається швидка індивідуалізація і диференціація споживацького попиту, прискорення науково-технічного прогресу, розширення номенклатури товарів і послуг