

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

(повне найменування вищого навчального закладу)


Кафедра автоматизованих металургійної машин та обладнання

Декан факультету машинобудування  
**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Касов В.Д.



Розглянуто і схвалено  
на засіданні кафедри автоматизованих  
металургійних машин та обладнання  
Протокол № 1 від 30 серпня 2019 р.

Завідувач кафедри

 Грибков Е. П.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛУРГІЙНОГО  
ВИРОБНИЦТВА»**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 13 механічна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

професійне спрямування: Інжиніринг автоматизованих металургійних машин і агрегатів

(назва спеціалізації)

Факультет машинобудування

(назва інституту, факультету, відділення)

2019 рік

Робоча програма «Перспективні технології та конструкції прокатного виробництва» для студентів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Інжиніринг автоматизованих машин і агрегатів».

Розробники: **Федорінов Володимир Анатолійович**, к. т. н., проф.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматизованих металургійних машин та обладнання

Протокол від 30 серпня 2019 № 1

Завідувач кафедри

Грибков Е. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“ ”

2019 року

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,5	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва)	<b>Вибіркова</b>	
	Спеціальність <u>133 «Галузеве машинобудування»</u> (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціалізація (професійне спрямування): <u>«Інжиніринг автоматизованих машин і агрегатів».</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____		<b>Семестр</b>	
(назва)		2	
Загальна кількість годин - 120		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 8	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр	36 год.	
		<b>Лабораторні</b>	
		<b>Практичні</b>	
		<b>Самостійна робота</b>	
		69 год.	
		<b>Індивідуальні завдання:</b>	
		Вид контролю: <b>Залік</b>	
		Семестр	
Загальна кількість годин -	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр	<b>Лекції</b>	
		<b>Лабораторні</b>	
		<b>Практичні</b>	
		<b>Самостійна робота</b>	
		<b>Індивідуальні завдання</b>	
	Вид контролю:		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання - (36/69)

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета курсу** – в галузі основного та допоміжного обладнання формування комплексу професійних знань та вмінь, необхідних для проектно- конструкторської та виробничої діяльності, зв'язаної з конструюванням та експлуатацією вискоефективного сучасного металургійного обладнання. вивчення основних перспектив розвитку різного обладнання цехів металургійних заводів, вивчення останніх досягнень ведучих вітчизняних та зарубіжних фірм.

**Завдання:** Основне завдання вивчення дисципліни – навчити майбутнього фахівця з металургійного обладнання, правильно вибирати і технічно грамотно обґрунтовувати запропоновані технічні рішення процесу конструювання машин металургійного виробництва.

На основі вимог освітньо- професійної програми та освітньо-професійної характеристики підготовки магістр в результаті вивчення дисципліни студенти повинні **ЗНАТИ:**

основи конструювання металургійного обладнання,  
перспективні технології вироблення та конструкції основних вузлів і механізмів металургійного обладнання;  
шляхи удосконалення діючого та створенні нового вискоефективного металургійного обладнання.

Студент повинен **ВМІТИ:**

використовувати висновки дисципліни «Перспективні технології та конструкції прокатного виробництва» при розробці вискоефективного обладнання металургійного виробництва, що забезпечує розширення сортаменту, підвищення якості та зниження собівартості готової продукції;

визбирати методи реконструкції та проектування нового металургійного обладнання.

## 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**3.1 Модуль №1.** Перспективні технології та конструкції доменного та сталеплавильного виробництва (**Лекційні заняття - 18 годин**).

3.1.1 Тема 1.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в металургійному виробництві. Перспективний напрямок в доменному виробництві. (Лекційні заняття - 2 години).

3.1.2. Тема 1.2.Засоби поза доменного (без коксового) отримання заліза. (Лекційні заняття - 4 годин).

3.1.3. Тема 1.3. Перспективні напрямки при виробництві сталі. (Лекційні заняття - 6 годин).

3.1.4. Тема 1.4. Перспективні напрямки позапічної обробки сталі (Лекційні заняття - 6 години).

**3.2 Модуль №2.** Перспективні технології та конструкції прокатного виробництва. (**Лекційні заняття - 22 години**).

3.2.1. Тема 2.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в прокатному виробництві. Інтегровані металургійні підприємства та мінізаводи. (Лекційні заняття - 2 години).

3.2.2. Тема 2.2.Нові технологічні рішення та конструкції станів для виробництва сортового прокату. (Лекційні заняття - 2 години).

3.2.3. Тема 2.3.Нові конструкції клітей сортових станів. (Лекційні заняття - 2 години).

3.2.4. Тема 2.4. Виробництво товстих листів високої якості. (Лекційні заняття - 4 години).

3.2.5. Тема 2.5. Виробництво штаб на широкоштабових станах гарячої прокатки. (Лекційні заняття - 4 години).

3.2.6. Тема 2.6.Виробництво гарячекатаних штаб та листів в літейно-прокатних модулях. (Лекційні заняття - 4 години).

3.2.7. Тема 2.7. Виробництво холоднокатаних штаб високої якості. Обробка прокату. (Лекційні заняття - 4 години).

#### 4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	У тому числі				
Л		П	Лаб	Інд	С.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>М о д у л ь № 1.</b>						
Тема 1.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в металургійному виробництві. Перспективний напрямок в доменному виробництві.	8	2				6
Тема 1.2. Засоби поза доменного (без коксового) отримання заліза	12	4				8
Тема 1.3. Перспективні напрямки при виробництві сталі.	15	6				9
Тема 1.4. Перспективні напрямки позапічної обробки сталі.	15	6				9
Разом за модуль 1	50	18				32
<b>М о д у л ь № 2.</b>						
Тема 2.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в прокатному виробництві. Інтегровані металургійні підприємства та мінізаводи.	8	2				6
Тема 2.2. Нові технологічні рішення та конструкції станів для виробництва сортового прокату.	9	2				7
Тема 2.3. Нові конструкції клітей сортових станів.	9	2				7
Тема 2.4. Виробництво товстих листів високої якості.	11	4				7
Тема 2.5. Виробництво штаб на широкоштабових станах гарячої прокатки.	11	4				7
Тема 2.6. Виробництво гарячекатаних штаб та листів в літейно-прокатних модулях.	11	4				7
Тема 2.7. Виробництво холоднокатаних штаб високої якості. Обробка прокату.	11	4				7

Разом за модуль 2	70	22				48
І Н Д З						
Усього годин	120	40				80

## 5 ЛЕКЦІЇ Модуль 1

### **Перспективні технології та конструкції доменного та сталеплавильного виробництва**

Тема 1.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в металургійному виробництві. Перспективний напрямок в доменному виробництві.

Література [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Тема 1.2. Засоби поза доменного (без коксового) отримання заліза.

Твердофазне відновлення заліза. Жидкофазне відновлення заліза.

Література [1,7,8].

Тема 1.3. Перспективні напрямки при виробництві сталі.

Виробництво сталі у конверторах. Виробництво сталі в електропечах. Виробництво сталі в мартенівських печах.

Література [1, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

Тема 1.4. Перспективні напрямки позапічної обробки сталі.

Конструкція та матеріали сталерозливного ковшу для позапічної обробки. Методи обробки сталі в ковші. Обробка сталі в пристрої «ковш-піч». Обробка сталі вакуумом.

Література [12, 27, 28, 29, 30, 31].

## Модуль 2

### **Перспективні технології та конструкції прокатного виробництва.**

Тема 2.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в прокатному виробництві. Інтегровані металургійні підприємства та мінізаводи.

Значення металургії для економіки країни. Ознаки автоматизованої лінії. Перевага безперервних процесів.

Склад метзаводу з повним циклом (схема важопотоків). Класифікація прокатних станів. Необхідність та проблеми поліпшення якості металу.

Літейно-прокатні модулі. Варіанти МБЛЗ. Питання очистки гарячекатаних штаб від окалини. Перспективи при виробництві холоднокатаних штаб. Підвищення точності розмірів прокату.

Література [1, 2, 6].

Тема 2.2. Нові технологічні рішення та конструкції станів для виробництва сортового прокату.

Загальні відомості. Сортамент готової продукції, класифікація сортових станів. Новий рійко-балочний стан заводу Anshan (Китай). Стан для виробництва балок зваркою. Стан безперервної прокатки сорту в бунтах.

Сортові літейно-прокатні агрегати.

Нові технічні рішення для дільниці нагрівальних печей.

Питання поліпшення якості продукції сортових станів.

Література [1, 6, 11, 12].

Тема 2.3. Нові конструкції клітей сортових станів.  
 Загальні відомості. Типи клітей по кількості та розташуванню валків.  
 Кліті у яких ненапружені станини. Універсальні кліті.  
 Станинні та без станинні попередньо напруженні кліті. Блочні кліті. Составні валки сортових станів.

Література [1, 6].

Тема 2.4. Виробництво товстих листів високої якості.

Покоління ТЛС. Схеми прокатки товстих листів.

Керування формою розкату.

Видалення окалини на станах гарячої прокатки.

Робочі кліті ТЛС. Товстолистові стани Стеккеля.

Питання сортаменту ТЛС, форми листів, термообробки листів.

Література [1, 4, 5, 6, 9].

Тема 2.5. Виробництво штаб на широкоштабових станах гарячої прокатки.

Сортамент ШСГП. Класифікація ШСГП по розташуванню робочих клітей.  
 Покоління ШСГП. Стани без кінцевої прокатки.

Обладнання ШСГП. Стани з пічними намотувальними пристроями. Стани Стеккеля 3-го покоління.

Література [1, 6].

Тема 2.6. Виробництво гарячекатаних штаб та листів в літейно-прокатних модулях.

ЛПМ для виробництва продукції сортаменту ШСГП. ЛПМ фірми SMS.  
 Комбінований ЛПМ конструкції «SMS-Demag».

ЛПА конвеєрного та валкового типів. ЛПМ для виробництва тонкої полоси.

Література [1, 2, 6, 11].

Тема 2.7. Виробництво холоднокатаних штаб високої якості. Обробка прокату.

Література [1, 7, 8, 10].

## 6 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в металургійному виробництві. Перспективний напрямок в доменному виробництві.	6
2	Тема 1.2 Засоби поза доменного (без коксового) отримання заліза.	8
3	Тема 1.3. Перспективні напрямки при виробництві сталі.	9
4	Тема 1.4. Перспективні напрямки позапічної обробки сталі	9
5	Тема 2.1. Загальні тенденції розвитку технологій та конструкцій в прокатному виробництві. Інтегровані металургійні підприємства та мінізаводи.	6
6	Тема 2.2.Нові технологічні рішення та конструкції станів для виробництва сортового прокату.	7
7	Тема 2.3.Нові конструкції клітей сортових станів.	7
8	Тема 2.4. Виробництво товстих листів високої якості.	7
9	Тема 2.5. Виробництво штаб на широкоштабових станах гарячої прокатки.	7

10	Тема 2.6.Виробництво гарячекатаних штаб та листів в літейно-прокатних модулях.	7
11	Тема 2.7. Виробництво холоднокатаних штаб високої якості. Обробка прокату.	7
	загалом	80

## 7 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота, реферат.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

При викладанні лекційного матеріалу використовуються технічні засоби навчання: графопроектор та плівки. Вони використовуються паралельно з графічним матеріалом, який видається студентам для використання в конспекті. Розгляд окремих конструкцій проходить з використанням атласів конструкцій якими також необхідно користуватись студентам при вивченні матеріалу та підготовці до іспитів. Закріплення лекційного матеріалу студентами планується з розрахунку 1-1,5 години на 2 години лекції. Підготовка до практичних занять та лабораторних робіт – з розрахунку 1-1,5 година на 2 години роботи в аудиторії.

На практичних заняттях студенти засвоюють теоретичний матеріал, вивчають принципи роботи та конструктивні особливості металургійних машин, одержують вміння та навички з читання креслень та розрахунків вузлів і механізмів прокатного обладнання.

На лабораторних заняттях вивчаються особливості конструкцій реальних діючих машин металургійного обладнання та провадяться дослідження впливу різних факторів на параметри їхньої роботи.

Розрахунково-графічні завдання виконуються індивідуально відповідно до методичних вказівок з самостійної роботи. Виконання кожного з завдань розраховано на 3 години. Захист проводиться за окремим розкладом в часи індивідуальної роботи зі студентами і складає до 10 хвилин на студента.

Для покращення засвоєння матеріалу студентами їм рекомендується поглиблене самостійне вивчення окремих питань з їх конспектуванням. Успіх вивчення дисципліни залежить від систематичної самостійної роботи студента з матеріалами лекцій і рекомендованою літературою.

## 8 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ.

Передбачається використання модульно-рейтингової системи оцінювання знань. Основною формою контролю знань студентів в кредитно модульній системі є складання студентами всіх запланованих модулів. Формою контролю є накопичувальна система. Складання модуля передбачає виконання студентом комплексу заходів, запланованих кафедрою і передбачених семестровим графіком навчального процесу та контролю знань студентів, затверджених деканом факультету.

Підсумкова оцінка за кожний модуль виставляється за 100-бальною шкалою. При умові, що студент успішно здає всі контрольні точки, набравши з кожної з них не менше мінімальної кількості балів, необхідної для зарахування відповідної контрольної точки, виконує та успішно захищає лабораторні роботи, самостійно виконує і успішно захищає розрахунково-графічні завдання та має за результатами роботи в триместрі підсумковий рейтинг не менше 55 балів, то за бажанням студента в залежності від суми набраних балів йому виставляється підсумкова екзаменаційна оцінка за національною шкалою і шкалою



ECTS. Переведення набраних студентом балів за 100-бальною шкалою в оцінки за національною (5-бальною) шкалою та шкалою ECTS здійснюється в відповідності до таблиці:

Рейтинг студента за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
90-100 балів	відмінно	A
81-89 балів	добре	B
75-80 балів	добре	C
65-74 балів	задовільно	D
55-64 балів	задовільно	E
30-54 балів	незадовільно з можливістю повторного складання	FX
1-29 балів	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Поточний контроль знань студентів включає наступні види:

- вибірковий усний опит перед початком кожної лекції;
- письмові контрольні роботи з окремих модулів дисципліни.

Контрольні роботи виконуються по закінченні вивчення модулю або блоку модулів.

Триместр 3

К.р. №1 Перспективні технології та конструкції доменного та сталеплавильного виробництва

Триместр 3

К.р. №2 Перспективні технології та конструкції прокатного виробництва.

Приклади завдань на контрольні роботи див. додаток .

Підсумковий контроль знань включає наступні види:

- модульний контроль за результатами контрольних робіт;
- залік (письмовий) після завершення вивчення модулю 2 наприкінці триместру 3.

### **9 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ ЗА МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЮ СИСТЕМОЮ**

№	Назва	оцінка	
		мін	макс
Модуль 1			
1	К.р.1	55	100
Ваговий коефіцієнт		0,50	
Модуль 2			
1	К.р.2	55	100
Ваговий коефіцієнт		0,50	

Виконання усіх контрольних точок є обов'язковим для позитивної оцінки модуля. Екзаменаційна оцінка виводиться як сума модульних оцінок, помножених на вагові коефіцієнти. Якщо всі модулі оцінені позитивно, вони автоматично зараховуються як

залікова оцінка. В протилежному випадку студенти здають залік за питаннями до відповідного модуля.

#### Критерії оцінювання відповідей

“Відмінно” - у роботі немає помилок, питання розкриті у повному обсязі.

Припускаються окремі неточності, які не впливають на правильність відповідей.

“Добре” - у роботі немає помилок, вона виконана у повному обсязі, але є незначні помилки, які не мають принципового значення, або робота виконана без помилок, але одне з питань розкрите не в повному обсязі, але більше, ніж наполовину.

“Задовільно” - робота виконана не у повному обсязі (питання розкриті більше, ніж наполовину), або в одному з питань припущено грубу помилку.

“Незадовільно” - робота виконана не у повному обсязі (питання розкриті менш, ніж наполовину), та (або) з грубими помилками.

До грубих помилок відносяться:

У теоретичних питаннях — розкрита інша конструкція, наведено невірну або непрацездатну схему машини чи механізму, невірно розкритий принцип дії механізму або машини, наведені невірні розрахункові залежності.

У розрахунках — використання невірних формул для розрахунків, грубі математичні помилки, що значно впливають на результат, невірний вибір констант, невірне побудування епюр сил та моментів.

### 10 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Діафільми. Плакати. Плівка для графопроєктору.
2. Конспек лекцій.

### 11 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

Модуль №1

1. Коновалов Ю. В. Металлургия: учебное пособие: в 3 кн. К. 1. Производство чугуна стали и ферросплавов / Ю. В. Коновалов, А. А. Троянский, С. Н. Тимошенко. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2011. – 431с.

2. Шмеле П. Производственные мощности по выплавке чугуна в мире: развитие, современное состояние, перспективы / П.Шмёле, Х.-Б.Люнген // Metallургическое производство и технология, 2008. - №9. – С.22-34.

3. Воскобойников В.Г. Общая металлургия. / В.Г.Воскобойников, В.А.Кудрин, А.М.Якушев. – М.: Металлургия, 1985. – 480 с.

4. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.1. Машины и агрегаты доменных цехов / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребельников и др.-М.: Металлургия, 1988.-432с.

5. Линчевский Б.В. Металлургия черных металлов: учебник для техникумов. 3-е изд., переработанное и дополненное / Б.В. Линчевский, А.Л.Соболевский, А.А. Кальменев – М.: Металлургия, 1999. – 336 с.

6. Минаев А.А. Внимание! Приобретение пылеустановок «под ключ» - ещё не решение проблемы / А.А.Минаев, А.Н. Рыженков, С.Л. Ярошевский и др. // Металл и литьё Украины, 2007. - №6-7. – С.21-24.

7. Усачев А.Б. Современные процессы бескоксового производства чугуна /

А.Б. Усачев, В.А. Роменец, В.Е. Лехерзан, А.В. Баласанов // *Металлург*, 2002. - №4. –С.40-47; №5.-С.37-40.

8. Юсфин Ю.С. Особенность развития доменного производства в XXI веке / Ю.С.Юсфин // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии*. Сб. науч. Трудов ИЧМ, 2008. - №16. – С.24-36.

9. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребельников и др.-М.: Металлургия, 1988.-432с.

10. Смирнов А.Н. Тенденции развития производства стали в конвертерных цехах / А.Н. Смирнов // *ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия»*, 2010.- №9.-С.37-42.

11. Дукмасов В.Г. Состояние и развитие технологий и оборудования в мировой черной металлургии: справочное издание / В.Г. Дукмасов, Л.М. Агеев.-Челябинск: Изд-во ЮурГУ, 2002.-187с.

12. Смирнов А.Н. Металлургические мини-заводы / А.Н. Смирнов,

В. М.Сафонов, Л.В. Дорохова, А.Ю. Цупрун.-Донецк: Норд-Пресс, 2005.-469с.

13. Liu X. Melting mechanism of Water-cooled billet-type bottom electrode of direct current arc furnace: a numerical approach / X. Liu, J. Zhou, H. Shi et al // *Metallurgical and materials transactions B*, 2008.-October.-№39В.-P.713-724.

14. Еланский Д.Г. Электрометаллургия стали – инновации в технологии и оборудовании / Д.Г. Еланский, Г.Н. Еланский, А.Я. Стомахин // *Сталь*, 2009.-№8.-С.35-40.

15. Корчагин К.А. Новые технологии и тенденции развития электросталеплавильного производства / А.К. Корчагин // *Новости черной металлургии за рубежом*, 2007.- №1.-С.36-41.

16. Аргента П. Технология выплавки стали в электродуговых печах: новые рекорды производительности / П. Аргента, М.Б. Ферри // *Черные металлы*, 2005.-Август.- С.45-48.

17. Годик Л.А. Разработка технологи выплавки стали в электропечах с повышенным расходом жидкого чугуна / Л.А. Годик, Н.А. Козырев, П.А. Шабанов и др. // *ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия»*, 2009.-№4.-С.42-46.

18. Gross. The Use of Hot Metal in the Consteel EAF at Wheeling-Pittsburg Steel / C.Gross, T. Brown, A. Zalner // *AISTech 2006 Proceedings*, 2006.-№1.-С.537-545. *Новости черной металлургии за рубежом*, 2007.-№4.-С.35-37.

19. Зинуров И.Ю. Проблемы использования жидкого чугуна в ДСП / И.Ю. Зинуров, А.М. Шумаков, С.Г. Овчинников и др. // *Сталь*, 2009.-№7.-С.35-37.

20. Катунин А.И. Опыт освоения технологии выплавки подшипниковой стали с применением жидкого чугуна в дуговых электропечах / А.И. Катунин, Н.А. Козырев, Т.П. Захарова и др. // *Сталь*, 2001.-№5.-С.31, 32.

21. Годик Л.А. Использование жидкого чугуна при выплавке стали в дуговых печах / Л.А. Годик, Н.А. Козырев, А.П. Данилов и др. // *Электрометаллургия*, 2002.-№2.- С.9-14.

22. Розе Л. Передовая технология выплавки стали – универсализация с учетом доступности сырья и затрат на его приобретение / Л. Розе // Черные металлы, 2005.- Август.-С.37-44.
23. Сафонов В. Куда движутся лидеры электрометаллургии / В. Сафонов, А. Смирнов // Металл, 2008.-№8.-С.34-38.
24. Lee M. Low phosphorus and nitrogen steels using HBI in the EAF / M. Lee, D Trotter, O. Mazzel // Steel Times International, 1999.23.-№6.-С.21-24. Новости черной металлургии за рубежом, 2000.-№4.-С.59, 60.
25. Smailer R.M. Modelling for DRI value in Steelmaking / R.M. Smailer, R.L. Holmes, L.E. Cates // Steel Times International, 1999.23.-№6.-С.26-28. Новости черной металлургии за рубежом, 2000.-№4.-С.57, 58.
26. Воскобойников В.Г. Общая металлургия / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев.-М.: Металлургия, 1985.-480с.
27. Кнюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали / Г. Кнюппель.-М: Металлургия, 1984.-414с.
28. Кудрин В.А. Внепечная обработка стали / В.А. Кудрин.-М.: Металлургия, 1992,-336с.
29. Еронько СП. Разливка стали: Технология, оборудование / СП. Еронько, СВ. Быковских.-Киев: Техника, 2003.-216с.
30. Еронько СП. Физическое моделирование процессов внепечной обработки и разливки стали / СП. Еронько, СВ. Быковских.-Киев: Техника, 1998.-136с.
31. Еронько СП. Расчет и конструирование оборудования для внепечной обработки и разливки стали / СП. Еронько, СВ. Быковских, Е.В. Ошовская. – Киев: Техника, 2007.-344с.

#### Модуль №2

1. Периодические профессиональные издания: «Известия вузов. Черная металлургия», «Сталь», «Кузнечно-штамповочное производство»; сборники научных трудов технических вузов, «Черные металлы».
2. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребельников и др.-М.: Металлургия, 1988.-680с.
3. Королев А. А. Механическое оборудование прокатных и трубoproкатных цехов: учебник для вузов / А. А. Королев. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Металлургия, 1987. – 480с.
4. Прокатное производство: учебник для вузов / П. И. Полухин [и др.]. – М.: Металлургия, 1986. – 696с.
5. Николаев В. А. Технология прокатки листов и полос / В. А. Николаев. – К.: УМКВО, 1990. – 214с.
6. Коновалов Ю. В. Справочник прокатчика. Справочное издание в 2-х книгах. Книга 1. Производство горячекатаных листов и полос / Ю. В. Коновалов. – М.: Теплотехник, 2008. – 640с.

7. Коновалов Ю. В. Справочник прокатчика. Справочное издание в 2-х книгах. Книга 2. Производство холоднокатаных листов и полос / Ю. В. Коновалов. – М.: Теплотехник, 2008. – 608с.

8. Федоринов В. А. Процесс ДНПВ: теория, технология, комбинации. – Краматорск: ДГМА, 2003. – 316с.

9. Рокотян С. Е. Теория прокатки и качество металла / С. Е. Рокотян. – М.: Металлургия, 1981. – 223с.

10. Мазур В. Л. Производство листа с высококачественной поверхностью – В. Л. Мазур. – К.: Техніка, 1982. – 165с.

11. Минаев А. А. Совмещенные металлургические процессы: монографія / А. А. Минаев. – Донецк: Технопарк ДонГТУ УНИТЕХ, 2008. – 552с.

12. Теория и практика процесса многоручьевого прокатки-разделения / Г. М. Шульгин, О. В. Дубина, В. Ф. Губайдулин и др. Под научной редакцией Ю. В. Коновалова. – Севастополь: «Вебер», 2003. – 622с.

Додаток А

Питання до модульного контролю

**Розділ 1. Перспективні технології та конструкції доменного та сталеплавильного виробництва.**

1. Яка мета застосування пылеугольного палива в доменній печі і які зміни доменного процесу обумовлюють його застосування?
2. Якими причинами був викликаний пошук технології прямого отримання заліза без використання традиційного доменного процесу?
3. Які основні групи процесів відновлення заліза без застосування коксу існують і в чому полягають їх відмінності?
4. Що є процесом " Midrex" і яке устаткування застосовують для його реалізації?
5. Що є процесом " Кволий" і яке устаткування застосовують для його реалізації?
6. Що є процесом " Согех" і яке устаткування застосовують для його реалізації?
7. Що є процесом " Ромелт" і яке устаткування застосовують для його реалізації?
8. Які достоїнства забезпечує застосування технологій виробництва первинного металу з руд і в яких країнах їх переважно використовують?
9. Наскільки перспективне застосування процесу доменного виробництва чавуну в ХХІ столітті?
10. Які проблеми необхідно вирішити в доменному і зв'язаних з ним коксохімічному і агломераційному виробництвах найближчим часом для збереження їх конкурентоспроможності?
11. Які способи і технології виробництва сталі застосовують в Україні?
12. Яку форму має кисневий конвертер, і за допомогою яких механізмів його повертають?

13. Яким чином футерують конвертер, і які застосовують для футерування матеріали?
14. Яка послідовність операцій при виробництві сталі в конвертері з верхнім продуванням?
15. З якою метою і якими способами допалюють  $3$  газів, що відходять, до  $CO_2$  в робочому просторі конвертера?
16. Чим відрізняється процес виплавки сталі в конвертері з донним продуванням від процесу в конвертері з верхнім продуванням?
17. Які застосовують режими подання газів при виплавці сталі в конвертерах з комбінованим продуванням?
18. Які особливості технології виробництва корозійностійких, жароміцних марок стали в кисневих конвертерах?
19. У чому полягає відмінність ДСП від конвертера відносно видів металлошихты, які можуть бути використані для плавки?
20. Що є система безперервного завантаження сипких матеріалів в ДСП, які матеріали завантажують в піч і для чого?
21. Чим відрізняється процес виробництва сталі в електропечах в " великій " і " малій " металургії?
22. Які основні вузли і системи передбачені в ДСП?
23. Що відноситься до засобів інтенсифікації плавки в ДСП і з якою метою їх застосовують?
24. Що дозволяє реалізувати застосування газокисневих пальників?
25. У який період плавки в ДСП застосовують продування ванни киснем і яка доля тепла екзотермічних реакцій у ванні в енергетичному балансі печі?
26. Що є модулем засобів інтенсифікації плавки в ДСП, яка кількість модулів в печі і в яких місцях вони встановлені?
27. Які функції і загальне облаштування універсального маніпулятора ДСП?
28. У чому полягає відмінність ДСП змінного і постійного струму?
29. Які типи черевних електродів застосовують в ДСПІТ і з яких елементів вони складаються?
30. Що є основною перевагою ДСПІТ перед ДСП і чому це сприяє?
31. Що є шахтна ДСП і як в ній використовується газів, що тепло відходять, для нагріву шихти?
32. Як прогривають металобрухт газами, що відходять, ДСП в завантажувальному цебрі? Вкажіть переваги і недоліки методу.
33. Які особливості має процес " Consteel " і які переваги в порівнянні з традиційною технологією виробництва сталі в ДСП він забезпечує?
34. Що дає застосування рідкого чавуну в ДСП і яка його можлива доля в металлонесущей частині шихти?
35. Охарактеризуйте процес CONARC : технологія, устаткування, переваги перед традиційною ДСП
36. Які причини застосування металізованої сировини в дугових печах і оцінка цих технологій в порівнянні з роботою дугових печей на металобрухті?
37. У чому полягає суть мартенівського процесу і яким чином підводять в мартенівську піч додаткове тепло?
38. Чим відрізняється по конструкції і технології виробництва двохванний сталеплавильний агрегат від традиційної мартенівської печі?
39. Які переваги має двохванний агрегат перед традиційною мартеновской піччю?
40. Які основні недоліки властиві мартенівському виробництву сталі?
41. Якими агрегатами доцільно в Україні замінити мартенівські печі?
42. Які цілі позапічної обробки стали?

43. Чим відрізняється розливний ківш для позапічної обробки від традиційного розливного ковша?
44. Як роблять футерування ковша, використовуваного для позапічної обробки стали, які застосовують матеріали і яка стійкість футерування?
45. Що є шиберный затвором і як він працює?
46. Чим обумовлено застосування затвора стопорного типу в " малій" металургії і з яких елементів він складається?
47. Для якої мети застосовують пористі пробки в розливних ковшах, яким чином їх встановлюють в ковші?

## **Розділ 2. Перспективні технології та конструкції прокатного виробництва.**

### **1. Введення.**

Значення металургії для економіки країни. Умови створення метзаводу з безперервним процесом виробництва. Ознаки автоматичної лінії. Умови застосування безперервних виробничих процесів. Переваги безперервних виробничих процесів.

Склад метзаводу з повним циклом (схема вантажопотоків). Типи і призначення машин і агрегатів прокатних цехів. Головна лінія прокатного стану. Класифікація робочих клітей. Класифікація прокатних станів (по розташуванню робочих клітей і за призначенням). Необхідність і проблеми поліпшення якості металу. Питання та шляхи підвищення одиничної продуктивності агрегатів.

Ливарно-прокатні агрегати (модулі). Варіанти МБЛЗ. Переваги поєднання процесів лиття та прокатки. Способи поєднання прокатки з безперервним литтям. Труднощі поєднання лиття і прокатки і шляхи їх подолання. Передумови створення ЛНА. Міні-заводи і їх переваги перед інтегрованими металургійними підприємствами. Валкове розливання металу в смугу - підкат, можливості і переваги цієї технології.

Питання очищення гарячекатаних смуг від окалини. Тенденції у виробництві холоднокатаних смуг. Підвищення точності розмірів прокочуються профілів (основні способи).

**2. Нові технологічні рішення і конструкції станів для виробництва сортового прокату.**

Загальні відомості. Сортамент готової продукції, класифікація сортових станів за призначенням і розташуванням робочих клітей. Основний параметр сортового стану.

Новий рейко-балковий стан заводу Anshan (Китай) і його особливості. Стан для виробництва балок зварюванням. Стан нескінченної прокатки сорти в бунтах.

Сортові ливарно-прокатні агрегати. Питання узгодження продуктивності МБЛЗ і прокатного стану. Ливарно-прокатний агрегат ВНИИМЕТМАШ з планетарним таборували. Кліті радіально-зсувної прокатки. ЛНА з клітьями радіально-зсувної прокатки конструкції фірми Маннесманн-Демаг-Загп (MDS) і ВНИИМЕТМАШ, їх переважне відміну.

Нові технічні рішення для ділянки нагрівальних печей сортових станів. Гарячий посад заготовок з використанням накопичувача - термостата. Гарячої посад заготовок із застосуванням накопичувача - термостата і підігрівальні печі. Гарячий посад заготовок з використанням індукційної установки. Гарячий посад заготовок з теплонакопичувачів для збереження тепла заготовок.

Питання поліпшення якості продукції сортових станів (прокатка в одну нитку, прокатка без наставки, прокатка з жорсткою кліттю, прокатка з контрольованим натягом і без натягу, зменшення кількості окалини, підвищення рівномірності параметрів по всій довжині виробу). Процес з контрольованим охолодженням.

### **3. Нові конструкції клітей сортових станів.**

Загальні відомості. Типи клітей по числу і розташуванню валків.

Станини ненапружені кліті. Універсальні кліті (кліть фірми SMS, універсальна попередньо напружена кліть конструкції ВНИИМЕТМАШ).

Станини і бесстанинні попередньо напружені кліті. Переваги і недоліки.

Блокові кліті. Переваги блокової конструкції чистової групи клітей. Двохвалкові і тривалкові кліті (конструкції ВНИИМЕТМАШ, фірми «Kocks»). Уніфіковані кліті.

Складові валки сортових станів.

4. Виробництво товстих листів високої якості.

Загальні відомості. Покоління МЛС. МЛС 3600 ВАТ «Азовсталь».

Схеми прокатки.

Управління формою розкатів в плані. Групи способів по наближенню форми розкату до прямокутного. Використання слябів з різною формою поперечного перерізу. Регулювання форми розкату за допомогою клітей з вертикальними валками. Регулювання форми розкату при прокатці в вертикальних і горизонтальних валках. МАС-процес. Використання МАС-процесу для виробництва листів складної конфігурації.

Спосіб фірми «Кавасакі Сейтецу».

Дистанційні окалини.

Робочі кліті МЛС, їх характеристика та умови виготовлення. Кліті зі збірними станинами (кліть ТЛС Nippon Steels Yawata).

Товстолистові стани Стеккеля. МЛС Стеккеля фірми Voest-Alpine. Особливості та переваги ТЛС Стеккеля.

Стан і тенденції розвитку виробництва гарячекатаних листів. Питання сортаменту МЛС, форми листів, термообробки листів.

5. Виробництва смуг на ширококутних станах гарячої прокатки.

Загальні відомості. Сортамент ШСГП. Класифікація ШСГП по розташуванню робочих клітей.

Положення ШСГП.

Ширококутний стан нескінченної прокатки (фірма «Кавасакі Стіл»). Особливості технології нескінченної прокатки.

Устаткування ШСГП. Нагрівальні печі. Гідросбів окалини. Преси для обтиску крайок слябів по ширині. Кліті з вертикальними валками. Безперервні підгрупи в чорнових групах клітей. Проміжне Перемотувальні пристрій. Теплоізолюючі пристрої. Кліті чистової групи. Шістьвалкові кліті. Змотка гарячекатаних смуг і прибирання рулонів.

Стани з пічними моталками. Положення станів з пічними моталками, їх характеристика. Стани Стеккеля 3-го покоління (фірми Voest-Alpine з двухклетьєвим чистової групою, фірми Voest-Alpine з трьома пічними моталками, фірми «Tippins» і «SMS-Demag», ПАТ «НКМЗ».

6. Виробництво гарячекатаних смуг і листів в ливарно-прокатних модулях.

Загальні відомості.

Причини виникнення нової концепції виробництва довгомірної металопродукції.

ЛПМ для виробництва продукції сортаменту ШСГП. ЛПМ фірми SMS (завод Ньюкор) з високошвидкісним кристалізатором нової конструкції. Комбінований ЛПМ конструкції «SMS-Demag» на заводі Терні (Італія). МБЛЗ фірми «Mannesmann - Demag» (технологія ISP). Тонкослябовая МБЛЗ фірми «Даніелі» з кристалізатором H2.

ЛПМ фірми «Даніелі». ЛПМ фірми «Voest-Alpine».

ЛПМ для виробництва надтонких гарячекатаних смуг. ЛПМ заводу «Corus» (технологія DSP). ЛПМ фірми «Даніеля» з кристалізатором H2 (fTSP) і клетями f2CR. Варіанти ЛПМ фірми «Mannesmann - Demag».

Безперервна валкова розливання - плющення сталевих смуг. ЛНА конвеєрного і валкового типів, їх особливості. Технологія «Euro strip» і ЛПМ для виробництва тонкої смуги в Крефельді (Німеччина).

Переваги технології «Euro strip».

Робоча програма складена доц. кафедри АММ, к.т.н., доц. Федориним Михайлом Володимировичем.