

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)
(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра: Автоматизовані металургійні машини і обладнання



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету машинобудування
Касов В. Д.

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

Завідувач кафедри АММО

Е. П. Грибков

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ ТА КОМПЛЕКСИ МЕТАЛУРГІЙНИХ ЦЕХІВ»

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 13 механічна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність 133 «Галузеве Машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

ОПП «Галузеве машинобудування»

професійне спрямування: Інжинирінг автоматизованих машин і агрегатів

(назва спеціалізації)

Факультет машинобудування

(назва інституту, факультету, відділення)

2019 рік

Робоча програма «Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів» для бакалаврів

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 13 механічна інженерія, спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Професійне спрямування: Інжинирінг автоматизованих машин і агрегатів

30 серпня 2019 року

Розробники: Доброносів Юрій Костянтинович, к.т.н., доц.,
Федорінов Володимир Анатоліович, к. т. н., проф.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Автоматизовані металургійні машини і обладнання

Протокол від “30” серпня 2019 року № 1

Завідувач кафедри АММО

_____ (Грибков Е. П.)

(підпис) (прізвище та ініціали)

“30 ” серпня _____ 2019 року

©Федорінов В. А.,
Доброносів Ю.К., 2019 рік
©ДДМА, 2019 рік

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Курс "Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів" є спеціальною дисципліною, що формує професійні знання студентів в області теорії й технології безперервних металургійних процесів і проектування автоматичних ліній і агрегатів металургійних цехів.

Самостійна робота над курсом містить у собі пророблення лекційного матеріалу і рекомендованої літератури; підготовку до практичних занять; виконання контрольних робіт. Самостійну роботу з вивчення курсу студент повинен систематично контролювати. З цією метою після вивчення чергового розділу варто ставити питання для самоперевірки і відповідати на них.

Вивчення дисципліни базується на матеріалах таких дисциплін, як "Вища математика", "Технологія конструкційних матеріалів", "Металознавство", "Фізика", "Основи металургії".

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання	заочна форма навчання	
Кількість кредитів –13,5	Галузь знань <u>13 "Механічна інженерія"</u> (шифр і назва)	Вибіркова		
	Спеціальність <u>133 Галузеве машинобудування</u> (шифр і назва)			
Модулів – 4	Спеціалізація (професійне спрямування): <u>Інжинирінг автоматизованих машин і агрегатів</u>	Рік підготовки:		
Змістових модулів – 7		3-й	5-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____		Семестр		
(назва)		7		
Загальна кількість годин - 90		Лекції		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента - 3	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	30 год.		
		Лабораторні		
		15 год.		
		Практичні		
Самостійна робота				
45 год.				
Вид контролю: залік				
Семестр				
Загальна кількість годин - 120			8	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 8			Лекції	
	20 год.			
	Практичні			
	20 год.			
		Самостійна робота		

		80 год.	
		Вид контролю: МК	
Загальна кількість годин - 165		Семестр	
		9	
		Лекції	
		20 год.	
		Лабораторні	
		20 год.	
		Практичні	
		20	
		Самостійна робота	
		105 год.	
		Вид контролю: іспит	
Загальна кількість годин - 165		Семестр	
		11	
		Курсова робота	
		30	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 10,5			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1 самостійної роботи студента – 2			

2 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Мета викладання дисципліни – розширити та поглибшити знання студентів в області теорії й технології металургійних процесів і проектування безперервних автоматичних ліній і агрегатів.

Завдання викладання дисципліни – відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики та освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за напрямком «Машинобудування» та «Інженерна механіка», дати студентам знання, формувати уміння та навички, які перелічено нижче.

Знання:

- технологічних ліній і комплексів при виробництві чавуну;
- технологічних ліній і комплексів при виробництві сталі;
- технологічних ліній і комплексів при виробництві сортового прокату;
- технологічних ліній і комплексів при виробництві листового прокату;
- з визначення необхідного обладнання та його взаємодію безперервних технологічних ліній і агрегатів;
- з теоретичних основ обробки металів тиском;
- з основ теорії прокатки.

Уміння:

- грамотно здійснювати вибір параметрів об'єктів і побудування технологічних ліній і агрегатів металургійного виробництва з визначенням необхідного обладнання й установленням його взаємозв'язку;
- самостійно розробляти й описувати технологічні процеси в цілому по ділянках (агрегатах) і по окремих операціях із проробленням питань безперервності технології;
- правильно розробляти схеми обтиснень при прокатці на безперервних і реверсивних станах;
- виконувати розрахунки сил деформації й потужності приводів;
- визначати продуктивність дільниць, ліній і агрегатів;
- визначати техніко-економічні показники виробництва; формулювати й видавати завдання на проектування дільниці, лінії, агрегату.

Навички:

- з вибору складу та параметрів обладнання технологічних ліній і агрегатів металургійного виробництва;
- з розрахунку сил деформації й потужності приводів;
- з розрахунку продуктивності дільниць, ліній і агрегатів;
- з проектування схем обтиснень при прокатці на безперервних і реверсивних станах;
- з розробки технологічних схем виробництва чавуну, сталі, сортового та листового прокату.

Набуті під час вивчення даної дисципліни знання, вміння та навички використовуються при виконанні дипломного проекту і спеціальної практики, а також при вивченні інших дисциплін програми підготовки бакалавра та програм інженерної підготовки спеціалістів і магістрів, таких як: «Механічне обладнання металургійних заводів», «Розрахунок і конструювання прокатних станів», «Математичне моделювання в розрахунках на ЕОМ», «Автоматизоване проектування технологічних режимів», а також ряду дисциплін вільного вибору («Перспективні конструкції прокатних станів», «Ресурсозберігаючі технології в металургійному виробництві», «Ресурсозберігаючі технології в прокатному виробництві», «Показники якості прокатної продукції»).

Предметом вивчення є технологічні лінії та комплекси при виробництві чавуну, сталі й прокату, теоретичні основи обробки металів тиском і теорії прокатки.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1 МОДУЛЬ 1 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЙ, МАШИН І АГРЕГАТІВ ДЛЯ ДОМЕННОГО Й СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.

3.1.1 Змістовний модуль 1 Виробництво чавуну.

3.1.1.1 Тема 1.1 Вступ. Металургійний завод з повним циклом виробництва.

- 3.1.1.2 Тема 1.2 Збагачувальне виробництво.

3.1.1.3 Тема 1.3 Виробництво чавуну..

3.1.2 Змістовний модуль 2 Виробництво сталі.

3.1.2.1 Тема 2.1 Конвертерне та мартенівське виробництво сталі.

3.1.2.2 Тема 2.2 Електросталеплавильне виробництво. Позапічна обробка сталі.

3.1.2.3 Тема 2.3 Сталеливарні агрегати безперервної дії (САБД).

3.1.2.4 Тема 2.4 Технологічні основи та обладнання безперервного лиття заготовок.

3.2 МОДУЛЬ 2 ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ ТА ТЕОРІЇ ПРОКАТКИ.

3.2.1 Змістовний модуль 3 Основи теорії ОМТ

3.2.1.1 Тема 3.1 Основи пластичної деформації монокристалів та поліметалів

3.2.1.2 Тема 3.2 Напружений стан в точці та деформованому металі.

3.2.1.3 Тема 3.3 Деформований стан Показники деформації. Умови рівноваги.

3.2.1.4 Тема 3.4 Умови пластичності. Плоска задача.

3.2.2 Змістовний модуль 4 Основи теорії прокатки

3.2.2.1 Тема 4.1 Основи теорії прокатки. Параметри осередку деформації.

3.2.2.2 Тема 4.2 Кінематичні параметри осередку деформації. Випередження. Уширення.

3.2.2.3 Тема 4.3 Енергосилові параметри при прокатці. Сила та момент прокатки.

3.3 МОДУЛЬ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА НАПІВПРОДУКТУ ТА СОРТОВОГО ПРОКАТУ.

3.3.1 Змістовний модуль 5 Виробництво напівпродукту та сортового прокату

3.3.1.1 Тема 5.1 Структура та технологічні основи прокатного виробництва

3.3.1.2 Тема 5.2 Основи калібрування профілів

3.3.1.3 Тема 5.3 Технологічні основи виробництва напівпродукту

3.3.1.4 Тема 5.4 Виробництво сорту. Рейко-балкові стани

3.3.1.5 Тема 5.5 Крупносортні та середньосортні стани

3.3.1.6 Тема 5.6 Виробництво дрібного сорту та дроту

3.3.1.7 Тема 5.7 Сортові ливарно-прокатні модулі

3.4 МОДУЛЬ 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИСТОВОГО ПРОКАТУ.

3.4.1 Змістовний модуль 6 Виробництво листового прокату

3.4.1.1 Тема 6.1 Класифікація листового прокату. Виробництво товстих листів та плит

3.4.1.2 Тема 6.2 Виробництво широких штаб. НШПС та ННШПС

3.4.1.3 Тема 6.3 Стани Стекеля. Широкоштабові ЛПМ

3.4.1.4 Тема 6.4 Виробництво холоднокатаних смуг та стрічок. НТА.

3.4.1.5 Тема 6.5 Неперервні та реверсивні стани холодної прокатки. Дресування.

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
М о д у л ь № 1.						
Змістовний модуль 1 Виробництво чавуну.						
Тема 1.1 Вступ. Металургійний завод з повним циклом виробництва.	4	2				2
Тема 1.2 Збагачувальне виробництво.	4	2				2
Тема 1.3 Виробництво чавуну..	8	4				4
Разом за змістовним модулем 1	16	8				8
Змістовний модуль 2 Виробництво сталі.						
Тема 2.1 Конвертерне та мартенівське виробництво сталі.	8	4				4
Тема 2.2 Електросталеплавильне виробництво. Позапічна обробка сталі.	4	2				2
Тема 2.3 Сталеливарні агрегати безперервної дії (САБД).	4	2				2
Тема 2.4 Технологічні основи та обладнання безперервного лиття заготовок.	4	2				2
Разом за змістовним модулем 2	20	10				10
М о д у л ь № 2.						
Змістовний модуль 3 Основи теорії ОМТ						
Тема 3.1 Основи пластичної деформації монокристалів та поліметалів	8	2		2		4
Тема 3.2 Напружений стан в точці та деформованому металі.	8	2		2		4
Тема 3.3 Деформований стан Показники деформації. Умови рівноваги.	4	2				2
Тема 3.4 Умови пластичності. Плоска задача.	4	2				2
Разом за змістовним модулем 3	24	8		4		12
Змістовний модуль 4 Основи теорії прокатки						
Тема 4.1 Основи теорії прокатки. Параметри осередку деформації.	8	2		2		4
Тема 4.2 Кінематичні параметри осередку деформації. Випередження. Уширення.	12	2		4		6
Тема 4.3 Енергосилові параметри при прокатці. Сила та момент прокатки.	10	4		2		4
Разом за змістовним модулем 4	30	8		8		14
М о д у л ь № 3.						
Змістовний модуль 5 Виробництво напівпродукту та сортового прокату						
Тема 5.1 Структура та технологічні ос-	6	2				4

нови прокатного виробництва						
Тема 5.2 Основи калібрування профілів	24	4	2	2		16
Тема 5.3 Технологічні основи виробництва напівпродукту	18	2	4			12
Тема 5.4 Виробництво сорту. Рейко-балкові стани	12	2	2			8
Тема 5.5 Крупносортні та середньосортні стани	24	2	4	2		16
Тема 5.6 Виробництво дрібного сорту та дроту	24	4	4			16
Тема 5.7 Сортові ливарно-прокатні модулі	6	2	2			8
Разом за змістовним модулем 5	120	18	18	4		80
М о д у л ь № 4						
Змістовний модуль 6 Виробництво листового прокату						
Тема 6.1 Класифікація листового прокату. Виробництво товстих листів та плит	32	4	4	4		22
Тема 6.2 Виробництво широких штаб. ННШПС та ННШПС	34	2	4	6		22
Тема 6.3 Стани Стеклея. Широкоштабові ЛПМ	24	4	4			14
Тема 6.4 Виробництво холоднокатаних смуг та стрічок. НТА.	36	4	4	4		22
Тема 6.5 Неперервні та реверсивні стани холодної прокатки. Дресування.	38	4	6	4		24
Разом за змістовним модулем 6	164	18	22	18		106
М о д у л ь № 5						
Змістовний модуль 7 Курсова робота						
	30				10	20
Разом за змістовним модулем 7	30				10	20
УСЬОГО ГОДИН	404	70	40	34	10	250

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Назва теми	Кількість годин
Визначення енергосилових параметрів гарячої прокатки широких листів і штаб.	2
Розрахунок енергосилових параметрів холодної прокатки тонких смуг.	2
Склад обладнання та технологічний процес обтискного стану	2
Склад обладнання та технологічний процес НЗС	2
Склад обладнання та технологічний процес РБС	2
Склад обладнання та технологічний процес на крупносортних та середньосортних станах	2
Склад обладнання та технологічний процес на дрібносортних та дрото-прокатних станах	2
Розрахунок розподілів одиничних витяжок по проходах.	2
Розрахунок режимів обтиснень по граничних умовах захвату.	2
Розрахунок режимів обтиснень по потужності електродвигунів прокатного стану.	
Визначення положення нейтральної лінії калібру. Розрахунок калібрування безперервних станів.	2
Склад обладнання та технологічний процес ТЛС	2
Розрахунок режимів обтиснень при прокатці з розбиванням ширини на ТЛС.	2
Склад обладнання та технологічний процес ШСГП	4

Склад обладнання та технологічний процес широкоштабового ЛПМ	2
Склад обладнання та технологічний процес неперервних та реверсивних станів холодної прокатки	2
Склад обладнання та технологічний процес стану Стекла	
Техніко-економічні показники виробництва сортової сталі.	2
Техніко-економічні показники виробництва листової сталі	2
ЗАГАЛОМ	40

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Назва теми	Кількість годин
Дослідження фізико-механічних властивостей шихтових матеріалів для доменного процесу	2
Дослідження тертя шихтових матеріалів при контакті з різними поверхнями	2
Вплив зовнішнього тертя на характер і силу деформації при осадці. закон найменшого опору та правило найменшого периметру.	2
Геометричні параметри осередку деформації. практичне використання закону сталості об'єму.	2
Вивчення умов захоплення металу при прокатці. визначення коефіцієнту тертя.	2
Дослідження випередження при прокатці в гладких валках.	2
Дослідження уширення при прокатці в гладких валках	2
Вплив зовнішніх зон на середній контактний тиск..	2
Прокатка квадратних і круглих профілів.	2
Дослідження впливу способу прокатки злитків на коефіцієнт машинного часу і продуктивність стану	2
Моделювання схем прокатки при виробництві товстих листів.	2
Вплив технологічних мастил на енергосилові параметри холодної прокатки смуг.	2
Вплив переднього і заднього натяжіння на силу і момент прокатки.	2
Вплив нерівномірної деформації на якість листового прокату.	2
Дослідження контактних напружень при прокатці.	2
Моделювання способів прокатки товстих листів високої якості.	2
Дослідження процесу асиметричної прокатки	2
ЗАГАЛОМ	34

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1 Вступ. Металургійний завод з повним циклом виробництва.	2
2	Тема 1.2 Збагачувальне виробництво.	2
3	Тема 1.3 Виробництво чавуну.	4
4	Тема 2.1 Конвертерне та мартенівське виробництво сталі.	4
5	Тема 2.2 Електросталеплавильне виробництво. Позапічна обробка сталі.	2
6	Тема 2.3 Сталеливарні агрегати безперервної дії (САБД).	2
7	Тема 2.4 Технологічні основи та обладнання безперервного лиття заготовок.	2
8	Тема 3.1 Основи пластичної деформації монокристалів та поліметалів	4
9	Тема 3.2 Напружений стан в точці та деформованому металі.	4
10	Тема 3.3 Деформований стан Показники деформації. Умови рівноваги.	2
11	Тема 3.4 Умови пластичності. Плоска задача.	2
12	Тема 4.1 Основи теорії прокатки. Параметри осередку деформації.	4
13	Тема 4.2 Кінематичні параметри осередку деформації. Випе-	6

	редження. Уширення.	
14	Тема 4.3 Енергосилові параметри при прокатці. Сила та момент прокатки.	4
15	Тема 5.1 Структура та технологічні основи прокатного виробництва	4
16	Тема 5.2 Основи калібрування профілів	16
17	Тема 5.3 Технологічні основи виробництва напівпродукту	12
18	Тема 5.4 Виробництво сорту. Рейко-балкові стани	8
19	Тема 5.5 Крупносортні та середньосортні стани	16
20	Тема 5.6 Виробництво дрібного сорту та дроту	16
21	Тема 5.7 Сортові ливарно-прокатні модулі	8
22	Тема 6.1 Класифікація листового прокату. Виробництво товстих листів та плит	22
23	Тема 6.2 Виробництво широких штаб. НШПС та ННШПС	22
24	Тема 6.3 Стани Стекеля. Широкоштабові ЛПМ	14
25	Тема 6.4 Виробництво холоднокатаних смуг та стрічок. НТА.	22
26	Тема 6.5 Неперервні та реверсивні стани холодної прокатки. Дресирування.	24
	Загалом	250

Питання, які виносяться на самостійне пропрацювання.

- Тема 1.1 Вступ. Металургійний завод з повним циклом виробництва. Вантажопотоки металургійного заводу з повним циклом виробництва.
- Тема 1.2 Збагачувальне виробництво.
- Обдавання. Склад шихти для виробництва окатишів.
- Тема 1.3 Виробництво чавуну..
- Планування доменних цехів. Бездоменне виробництво чавуну.
- Тема 2.1 Конвертерне та мартенівське виробництво сталі. Мартенівський процес.
- Тема 2.2 Електросталеплавильне виробництво. Позапічна обробка сталі.
- Обробка сталі вакуумуванням
- Тема 2.3 Сталеливарні агрегати безперервної дії (САБД).
- САБД з переробки металобрухту.
- Тема 2.4 Технологічні основи та обладнання безперервного лиття заготовок.
- МБЛЗ вертикального і горизонтального типів
- Тема 3.1 Основи пластичної деформації монокристалів та поліметалів
- Холодна деформація монокристалу.
- Тема 3.2 Напружений стан в точці та деформованому металі.
- Октаедричні напруження. Кола Мора.
- Тема 3.3 Деформований стан Показники деформації. Умови рівноваги.
- Малі деформації. Сума малих деформацій. Сума істинних деформацій. Швидкість деформації. Схеми деформованого стану.
- Тема 3.4 Умови пластичності. Плоска задача.
- Порівняння основної й спрощеної умов пластичності. Плоский напружений і плоский деформований стан металу.
- Тема 4.1 Основи теорії прокатки. Параметри осередку деформації.
- Умова захоплювання металу валками. Випадки прокатки в залежності від геометрії осередку деформації.
- Тема 4.2 Кінематичні параметри осередку деформації. Випередження. Уширення.
- Вибір швидкостей валків безперервного стану. Використання уширення при прокатці.
- Тема 4.3 Енергосилові параметри при прокатці. Сила та момент прокатки.
- Напрямок рівнодіючих сил при прокатці. Методика визначення сили холодної прокатки з урахуванням пружного стиску валків.
- Тема 5.1 Структура та технологічні основи прокатного виробництва

Класифікація станів по призначенню та розташуванню робочих клітей.

Тема 5.2 Основи калібрування профілів

Правила розташування калібрів на бочках валків. Прокатка з верхнім і нижнім тиском.

Тема 5.3 Технологічні основи виробництва напівпродукту

Калібрування валків блюмінга.. Обладнання слябінгів. Технологія виробництва катаних слябів (слябінг 1250). Дефекти напівпродуктів, їхнє походження. Способи попередження та видалення дефектів.

Тема 5.4 Виробництво сорту. Рейко-балкові стани

Особливості обробки рейок: гарячий вигин, холодне виправлення, фрезерування кінців, свердловка отворів. Термообробка рейок. Процес уповільненого охолодження, ізотермічна витримка.

Тема 5.5 Крупносортні та середньосортні стани

Технологія прокатки (напівбезперервний стан 350, безперервний стан 450).

Тема 5.6 Виробництво дрібного сорту та дроту

Безперервні дрібносортні стани.. Технологічні та конструкційні засоби підвищення якості дрібного сорту та дроту.

Тема 5.7 Сортові ливарно-прокатні модулі

Питання синхронізації процесів лиття і сортової прокатки. ЛПМ з литтям профільованих заготовок

Тема 6.1 Класифікація листового прокату. Виробництво товстих листів та плит

Товстолистовий стан 3600 заводу "Азовсталь". Технологічний процес виробництва плит. Нагрівання, видалення окалини. Обробка товстих листів: термічна обробка, виправлення, різання. Шляхи та способи збільшення виходу придатного прокату при виробництві товстих листів.

Тема 6.2 Виробництво широких штаб. НШПС та ННШПС

Підготовка та нагрівання слябів.. Видалення окалини. Режими охолодження валків і штаби. Згортання штаби в рулон. Поздовжня й поперечна різнотовщинність гарячекатаних штаб (причини виникнення та способи усунення).

Тема 6.3 Стани Стеклея. Широкоштабові ЛПМ

Проблеми виробництва надтонких гарячекатаних штаб. Особливості суміщення двох потоків слябів в лінію стану. ЛПМ з тонкослябовою МНЛЗ.

Тема 6.4 Виробництво холоднокатаних смуг та стрічок. НТА.

. Очищення гарячекатаних заготовок від окислів. Склад обладнання НТА та його призначення. Порівняння сірчано-кислотних та соляно-кислотних НТА.

Тема 6.5 Неперервні та реверсивні стани холодної прокатки. Дресування.

Багатовалкові стани. Натяжіння і його роль при холодній прокатці смуг. Технологічне змащення і його роль при холодній прокатці смуг. Процес дресування і його задачі. Фактори, що визначають штампуємість смуг.

4.5 КУРСОВА РОБОТА

Курсова робота виконується в одинадцятому триместрі і має мету розширити й сформувати знання студентів, придбані при вивченні дисципліни.

Об'єктом проектування є ділянка металургійного цеху (наприклад, ділянка прокатного стану) з визначенням і описом необхідного встаткування і його взаємозв'язку. Виробляється розрахунок технологічних зусиль основної машини ділянки на ЕОМ (наприклад, розрахунок енергосилових параметрів прокатки).

У кожному проєкті повинен мати місце пошук нових рішень у побудові технологічного процесу, виборі технологічного процесу й устаткування з метою забезпечення найбільш високих техніко-економічних показників роботи ділянки або агрегату.

Завдання проєктанта полягає в тім, щоб на основі аналізу роботи діючих ділянок (агрегатів) і пропонованих вимог до продуктивності ділянок (агрегатів) і якості продукції вибрати й обґрунтувати кращий варіант побудови технологічного процесу й состава технологічного встаткування на ділянці (агрегаті) з урахуванням сучасного рівня металургійного виробництва, тенденції розвитку, результатів проведених наукових досліджень.

По своєму змісту курсова робота ділиться на дві основні частини: графічну частину й пояснювальну записку. Пояснювальна записка виконується в обсязі 25-30 рукописних сторінок.

9 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. 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 технологічних процесів, одержують вміння та навички з розрахунків технологій прокатного виробництва.

На лабораторних заняттях вивчаються особливості пластичної деформації металу та вплив технологічних факторів на енергосилові параметри та якість прокату. Всі лабораторні роботи мають елементи досліджень.

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.

10 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:

- вибіркового усного опитування перед початком кожної лабораторної роботи та практичного заняття;

- захист кожної лабораторної роботи з виставленням оцінок (балів) Кожна лабораторна робота оцінюється в 1-3 бали.;

- письмові контрольні роботи з окремих модулів дисципліни.

Метою виконання контрольних робіт є поточний контроль рівня набутих знань. Контрольні роботи виконуються по закінченні вивчення модулю. Студенти виконують чотири контрольні роботи.

7 триместр

Модуль 1.

К.р. №1 Виробництво чавуну і сталі..

Модуль 2.

К.р. №2 Теорія ОМТ, теорія прокатки.

8 триместр

Модуль 3.

К.р. №3 Технологічні основи виробництва напівпродукту та сортового прокату.

9 триместр

Модуль 4.

К.р. №4 Технологічні основи виробництва листового прокату

Приклади завдань на контрольні роботи наведені в додатку Б.

Рейтингова оцінка за модуль виводиться шляхом складання оцінок контрольних точок.

Критерії оцінки рейтингових контрольних точок наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Критерії оцінювання модулів

№	Назва	оцінка	
		мін	макс
Модуль 1			
1	К.р.1	52	91
2	Л.р. 1-3	3	9
	Сумарна	55	100
Ваговий коефіцієнт		0,15	
Модуль 2			
1	К.р.2	51	88
2	Л.р. 4-7	4	12
	Сумарна	55	100
Ваговий коефіцієнт		0,35	
Модуль 3			
1	К.р.3	51	88
	Л.р. 8-11	4	12
	Сумарна	55	100
Ваговий коефіцієнт		0,25	
Модуль 4			
	К.р.4	50	85
	Л.р. 12-16	5	15
	Сумарна	55	100
Ваговий коефіцієнт		0,25	

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 екзаменаційна оцінка. В протилежному випадку студенти здають іспит за питаннями до відповідного модуля (додаток А). Якщо за його результатом студент набирає менше 30 балів, то він направляється на комісію, тому що ця оцінка є сумарною за триместр і вона свідчить про те, що дана дисципліна студентом повністю не засвоєна. Студентам, які отримали за результатами складання екзамену або заліку від 30 до 54 балів, надається можливість перескласти іспит. Однак якщо і за його підсумками студент набирає менше 55 балів, то він також направляється на комісію, котра повинна проводитися не пізніше кінця першого тижня навчальних занять наступного триместру. Для студентів які з поважних причин підтверджених документально, пропустили значну частину навчальних занять у триместрі або екзаменаційну сесію, деканом можуть бути установлені індивідуальні графіки навчання і складання сесії. У

цьому випадку всі модулі, заліки та екзамени, котрі будуть складатися після початку наступного триместру, приймаються тільки комісією. Склад комісії затверджується розпорядженням по факультету, де навчається даний студент. Комісія оцінює ступінь засвоєння студентом кожного модуля і може прийняти рішення про відрахування студента із академії, про надання йому можливості повторного вивчення даної дисципліни або повторного вивчення одного модуля (у тому випадку, коли усі інші модулі з даної дисципліни зараховані). В останніх двох випадках зі студентом укладається додаткова угода.

11 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1 Конспект лекцій з дисципліни «Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів» (для студентів спеціальності 6.05050311 «Металургійне обладнання») / Укл. В.А.Федорінов.- Краматорськ: ДДМА, 2015

2 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів» (для студентів спеціальності 6.05050311) / Укл. Ю.К.Добронос.- Краматорськ: ДДМА, 2014.- с.

3 Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів» (для студентів спеціальності 6.05050311) / Укл. Добронос Ю.К.- Краматорськ: ДДМА, 2014.- с.

4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів» (для студентів спеціальності 6.05050311) / Укл. Грибков Е.П..- Краматорськ: ДДМА, 2015.- с.

5 Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів» (для студентів спеціальності 6.05050311). / Укл.Грибков Е.П.- Краматорськ: ДДМА, 2013.-46с.

12 Рекомендована література

Базова

1 Воскобойников В.Г. Основы металлургии/ В.Г. Воскобойников, В.А.Кудрин, А.М.Якушев .- М.: Металлургия,1998.-768с.

2 Усачов В.П. Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів-У 2-х част.-Ч.2 технологічні основи компоновки ліній металургійних виробництв/ В.П. Усачов.- К.:ІСДО,1994.- 416с.

3 Машиностроение: Энциклопедия в 40 т. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2002. – Т.IV-5 Машины и агрегаты металлургического производства/ В.М. Синицкий, Н.В. Пасечник, В.Г. Дрозд и др. – 912с

4 Прокатное производство /П.И.Полухин, Н.М.Федосов, А.А.Королев, Ю.Г.Матвеев.- М.:Металлургия,1988.-668с.

5 Целиков А.И. Теория продольной прокатки./ А.И. Целиков, Н.С.Никитин, С.Е. Рокотян - М.: Металлургия, 1980.- 320 с.

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. – 640 с.

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. – 668 с.

8. Прокатные станы. Справочник. В 3-х томах Т.1 Обжимные, заготовочные и сортопрокатные станы 500-950/ В.Г.Антипин, С.В.Тимофеев, Д.К.Нестеров и др.. – М.: Металургія, 1992.- 429с.

9. Прокатные станы. Справочник. В 3-х томах Т.2 Средне-, мелкосортные и специальные станы / В.Г.Антипин, С.В.Тимофеев, Д.К.Нестеров и др.. – М.: Металургія, 1992.- 496с.

10. Прокатные станы. Справочник. В 3-х томах Т.3 Листовые станы и профилегибочные агрегаты / В.Г.Антипин, Д.К.Нестеров, В.Г.Кизиев и др.. – М.: Металургія, 1992.- 428с.

11 Машины и агрегаты металлургических заводов. Уч.для вузов/А.И.Целиков, П.И.Полухин, В.М.Гребеник:В3т. -Т.3 Машины и агрегаты для производства и обработки проката.-М.:Металлургия,1988.-674с.

12 Королев А.А. Прокатные станы и оборудования прокатных цехов/ А.А.Королев.- М.:Металлургия,1981,-203с.

Додаткова

10 Грудев А.П. Трение и смазки при обработке металлов давлением :справочник / А.П. Грудев, Ю.В. Зильберг, В.Т. Тилик.- М.: Металлургия, 1982.- 321 с.

11 Процессы непрерывной разливки / А.Н. Смирнов, В.Л. Пилошенко, А.А. Минаев и др.- Донецк: ДонНТУ, 2002.-536с.

12 Минаев А.А. Совмещенные процессы прокатки / А.А.Минаев.- Донецк,2008.- 656с.

Питання до модульного контролю

Модуль 1

Технологічні й економічні переваги безперервних металургійних процесів.

Металургійний завод з повним циклом (схема вантажопотоків). Металургійні комбінати.

Підготовка сирих матеріалів до доменної плавки. Техніко-економічна доцільність підготовки сировини до доменної плавки. Етапи підготовки. Дроблення й сортування сировини. Стадії й способи дроблення. Способи збагачення (промивання, випал, магнітна сепарація, флотація, гравітаційні способи). Фізико-хімічні основи спікання. Окискування, технологічний процес агломерації (схема, технологія). Состав агломераційної шихти. Окатування. Процес виробництва залізорудних окатишів (схема, технологія). Состав шихти для виробництва окатишів.

1. Виробництво чавуну. Характеристика доменного процесу й вимоги, пропоновані до профілю доменної печі. Зони печі. Заходу щодо інтенсифікації доменного процесу. Показники роботи доменної печі. Подача шихти в доменну піч (скіпові підйомники, транспортні схеми). Організація доменної плавки (організація завантаження шихти, подача дуття, відвід колошникового газу і його очищення, збирання й використання чавуну й шлаків). Планування доменних цехів.

2. Виробництво сталі. Класифікація способів виробництва сталі і їхня коротка характеристика). Виробництво сталі в конверторах. Мартенівський процес. Виробництво сталі у двохванних печах.

3. Сталеплавильні агрегати безперервної дії (САБД). Умови створення САБД, техніко-економічна доцільність. Варіанти САБД. САБД конструкції ІРСІД (схема, технологія). САБД конструкції ВНДІМЕТМАШ-ЦНДІЧМ (схема, технологія). Стан і перспективи розвитку САБД.

4. Технологічні основи безперервного лиття заготовок. Сутність безперервного лиття. Техніко-економічні переваги. Варіанти машин безперервного лиття заготовок (МНЛЗ). МНЛЗ вертикального типу й з вигином злитка після кристалізації (схема, технологія). МНЛЗ радіального типу й криволінійні МНЛЗ (схема, технологія), переваги й недоліки. МНЛЗ горизонтального типу (схема, технологія), їхньої переваги.

Модуль 2

1. Будова металів і сплавів. Типи кристалічних решіток.
2. Основи пластичної деформації. Діаграма розтягання матеріалу.
3. Пластична деформація монокристалу. Дислокації.
4. Холодна пластична деформація полікристалу. Зміни в металі при холодній деформації..
5. Гаряча деформація. Зміни в металі при гарячій деформації.
6. Закон найменшого опору й закон сталості обсягу.
7. Напружений стан металу. Тензор напружень.
8. Головні й октаедричні напруження. Кола Мору.
9. Деформований стан металу. Тензор деформацій.
10. Формули для визначення ступеня деформації. Логарифмічні деформації. Швидкість деформації.
11. Диференціальні рівняння рівноваги при пластичній деформації.
12. Плоский напружений і плоский деформований стан. Диференціальні рівняння рівноваги.
13. Умова пластичності Треска - Сен-Венана. Опір плинності матеріалу й фактори, які на нього впливають
14. Умова пластичності Губера-Мизеса. Порівняння зі спрощеною умовою пластичності.
15. Умова пластичності для плоского завдання.
16. Поздовжня прокатка. Осередок деформації.
17. Геометричні параметри осередку деформації. Класифікація прокатки смуг залежно від $l/h_{\text{ср}}$
18. Визначення кута захоплювання. Нейтральний перетин
19. Зони випередження й відставання. Розподіл швидкостей металу по товщині прокату.
20. Довжина дуги контакту. Урахування пружного сплюснення.
21. Умови вільного захоплювання металу валками. (Л.Р.№3)

22. Випередження при прокатці й фактори, які на нього впливають. Розрахунок швидкостей у безперервній групі клітей.
23. Напруження при плоскій прокатці тонких смуг. Формула А.І.Целікова.
24. Розширення при прокатці й фактори, які на нього впливають. (Л.Р.№6).
25. Аналіз ф-ли А.І.Целікова. Вплив різних факторів на нормальну контактну напругу.
26. Сила прокатки. Вплив різних факторів на величину сили прокатки. Коефіцієнт напруженого стану
27. Сила прокатки. Напрямок сили при різних випадках прокатки.

Момент прокатки. Вплив різних факторів на величину

Модуль 3

- 1 Структура прокатного виробництва.
2. Завдання розробки технології прокатки.
3. Класифікація прокатних станів по призначенню.
4. Температурний режим при гарячій прокатці.
5. Швидкісні режими прокатки.
6. Вибір одиничних обтиснень і фактори, що їх визначають.
7. Поняття калібрування профілю.
8. Основи калібрування валків. (у т.ч. за матеріалами практичного заняття)
9. Вибір витяжок на сортових станах (у т.ч. за матеріалами практичного заняття)
- 10 Типи й призначення калібрів.
11. Стани обтискного переділу. Призначення, сортамент.
12. Технологічний процес виробництва блюмів.
13. Технологічний процес виробництва слябів.
14. Технологічний процес виробництва заготовок на НЗС.
15. Технологічний процес виробництва рейок на РБС. Особливості обробки. РБС 950/800.
16. Технологічний процес виробництва крупного сорту. Сортамент. Крупносортний стан 600.
17. Технологічний процес виробництва середнього сорту. Сортамент. Середньосортний стан 450.
18. Технологічний процес виробництва дрібного сорту. Дрібносортний стан 250.
- 19 Технологічний процес виробництва катанки. Технологія термообробки. Дротопрокатний стан 270.
20. Способи підвищення точності при прокатці дроту.
21. Сортіві ливарно-прокатні модулі. Особливості сполучення МНЛЗ і прокатного стану.
22. Схеми сортових ливарно-прокатних модулів.

Модуль 4

1. Структура листопрокатного виробництва. Класифікація станів для прокатки плоского прокату. Сортамент.
2. Товстолистові стани. Сортамент. Склад устаткування.
3. Технологічний процес прокатки товстих листів на ТЛС 3600.
4. Схеми прокатки на товстолистових станах.
5. Способи прокатки на ТЛС, що забезпечують зниження обрізі.
6. Термообробка товстих листів, у тому числі, у потоці стану.
7. Стани для прокатки гарячекатаних штаб у рулонах. Коротка характеристика, достоїнства, недоліки. Сортамент.
8. Безперервні широкоштабові стани. Технологія прокатки на НШШС.
9. НШШС 2000, склад устаткування, послідовність операцій.
10. Забезпечення необхідного температурного режиму на ШСГП. Заходи щодо збереження температури.
11. .Захисні екрани. CoilBox (проміжний перемотувальний пристрій).
12. Підвищення точності прокату на ШСГП. САРТ.
13. Способи зниження поперечної різнотовщинності.
14. Ливарно- прокатні широкоштабові модулі. Технологія прокатки на ЛПМ.
15. Стани Стеккеля. Особливості устаткування. Технологія прокатки на станах Стеккеля.
16. Устаткування цеху холодної прокатки, його призначення.
17. Сортамент холоднокатаного прокату.
18. Неперервні травильні агрегати. Склад устаткування й технологічний процес.
19. Класифікація станів холодної прокатки.
20. Технологічні особливості холодної прокатки.
21. Безперервний стан холодної прокатки. Склад устаткування й послідовність технологічних операцій.
22. Реверсивний стан холодної прокатки. Склад устаткування й послідовність технологічних операцій.

Приклади контрольних робіт та критерії оцінки.

Модуль 1

К.р.1

- 1 Виробництво агломерату та окатишів.
- 2 Технологія виплавлення сталі в дугових сталеплавильних печах.

Модуль 2

К.р.2

1. Будова металів і сплавів. Типи кристалічних решіток.
2. Задача.
Визначити силу і момент прокатки листа зі сталі 3кп, якщо $H_0=70\text{мм}$, $h_1=55\text{мм}$, $b=2500\text{мм}$, $D=1000\text{мм}$, $t^0=1000^\circ\text{C}$, $v=5\text{м/с}$.
3. Записати формули: ε , η , λ , l , u , $p_{\text{ср}}$, $\sigma_{\text{ф}} = f(?)$, P , Δb , з-н сталості секундних об'ємів.

Модуль 3

К.р.3

5. Структура прокатного виробництва
6. Завдання.
Визначити розміри вихідної квадратної сталеві заготовки при виробництві профілю заданого перетину, а також довжини розкатів після кожного проходу. Маса заготовки 1 т, перетин готового прокату - коло 100мм, число проходів -7 (витяжки по проходах прийняти рівними середній витяжці).
- 3 Записати формули: ε , η , λ , l , u , $p_{\text{ср}}$, $\sigma_{\text{ф}} = f(?)$, P , Δb , з-н сталості секундних обсягів.

Модуль 4

К.р4

- 1 Технологічний процес прокатки товстих листів на ТЛС 3600.
 - 2 Задача.
Розрахувати загальне число проходів при прокатці поперек- уздовж, число проходів і обтиснення в кожному проході при розбивці ширини (поперек) сляба на ТЛС.
Дано: $H_0=350\text{мм}$, $h_1=50\text{мм}$, $b_0=1800\text{мм}$, $l_0=3000\text{мм}$, $b_1=2550$, $R=550\text{мм}$, $[P]=45\text{МН}$. Нормальні контактні напруження в проходах поперек $p_{\text{ср}1}=70\text{МПа}$, у проходах уздовж $p_{\text{ср}2}=140\text{МПа}$.
 - 3 Записати формули: η , λ , λ_{Σ} , l , α , u , $p_{\text{ср}}$, $\sigma_{\text{ф}} = f(?)$, P , M
- Зі зворотного боку білету містять довідковий матеріал.

Критерії оцінювання

Оцінка “*відмінно*” виставляється тоді, коли студент дає вірні відповіді на теоретичні і практичні завдання білету, показує не тільки глибокі теоретичні знання та практичні навички, а й уміння самостійно приймати нетрадиційні рішення, робити висновки і узагальнення.

Оцінка “*добре*” виставляється, коли студент допускається незначних помилок, які суттєво не впливають на підсумковий результат.

Оцінка “*задовільно*” виставляється якщо студент в основному виконав роботу в обсязі наданого екзаменаційного завдання, але його знання мають розрізнений, фрагментарний характер, студент припускається значних помилок у висновках при рішенні практичних завдань.

Оцінка “*незадовільно*” виставляється тоді, коли студент не орієнтується в матеріалі, дає невірні відповіді, має дуже слабкі теоретичні знання і практичні навички.

До грубих помилок відносяться:

У теоретичних питаннях – невірна відповідь на питання, наведення схеми іншого обладнання;

У розрахунках – використання невірних формул для розрахунків, грубі математичні помилки, невірний вибір констант

Максимальні бали за контрольну роботу вказані в білеті.

Дисципліна містить базові достатньо прості формули, що відображають фізичні основи та є основними в розрахунках процесів прокатки, тобто є «абеткою» дисципліни. Незнання цих формул автоматично означає, що студент матеріал не засвоїв і не розуміє. Тому до к.р. 2-4 включено третє питання (10 формул) за яке нараховуються штрафні бали - (-5) за кожну невірну відповідь.

Робочу навчальну програму розробив доцент

Ю.К.Добронос