

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА Обробки металів тиском

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-
наукового інституту ЗНУ

_____ Н. Г. Метеленко
(підпис) (ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2021

Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврів
(назва освітнього ступеня)

денної (очної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 136 Металургія
(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Металургія
(назва)

Укладач: Проценко В.М., к.т.н., с.н.с., доцент каф. ОМТ
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри обробки металів
тиском

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2021 р.
Завідувач кафедри ОМТ

_____ Ю. О. Белоконь
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2021 р.
Голова науково-методичної ради ІННІ

_____ Т. А. Шарапова
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

2021 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань _13 Механічна інженерія_ (шифр і назва)	Кількість кредитів – 4	Вибіркова	
Спеціальність _136 Металургія_ (шифр і назва)	Загальна кількість годин – 120	Цикл дисциплін: Дисципліни вибору закладу вищої освіти	
Освітньо-професійна програма _Обробка металів тиском_ (назва)	Змістових модулів – 6	Семестр:	
		2 -й	2 -й
		Лекції	
		48 год.	8 год.
		Практичні	
		16 год.	4 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 18	Лабораторні	
		16 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		40 год.	104 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: <u>екзамен</u>	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» є вивчення конструктивних особливостей обладнання для нагріву металу в процесах обробки металів тиском; вивчення методик розрахунку характеристик нагрівального обладнання; вивчення технологій термічної обробки, що використовуються на металургійних підприємствах, уміння виконувати розрахунки печей різноманітних видів.

Завдання вивчення дисципліни «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» – засвоєння принципів класифікації нагрівальних печей і найбільш поширені конструкції нагрівальних печей, що використовуються при обробці металів тиском (ОМТ); навчання методикам розрахунку нагрівального обладнання, особливості застосування різних видів нагрівального обладнання в залежності від типу технологічного процесу ОМТ, набути вмінь застосування обладнання та усвідомити шляхи вдосконалення виробництва продукції, отриманої методами ОМТ.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
<p>Загальні компетентності:</p> <p>ЗК2. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК8. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.</p> <p>ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК11. Навички здійснення безпечної діяльності, прагнення до збереження навколишнього середовища.</p> <p>ЗК12. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.</p> <p>ЗК16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.</p> <p>ЗК17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.</p> <p>ЗК18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії.</p> <p>ЗК19. Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.</p> <p>ЗК20. Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.</p> <p>ЗК21. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.</p> <p>ЗК22. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.</p> <p>ЗК23. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).</p> <p>ЗК24. Здатність визначити та дослідити проблему у сфері спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями сталого розвитку, охорони природи, здоров'я і безпеки та з оцінками ризиків.</p>	<p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>

<p>ЗК25. Усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації.</p> <p>ЗК26. Здатність працювати з технічною невизначеністю.</p> <p>ЗК27. Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії.</p> <p>ЗК28. Здатність управляти комплексними діями або проектами відповідно до спеціалізації для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, у тому числі пов'язаних із виробництвом, експлуатацією, технічним обслуговуванням та утилізацією.</p> <p>ЗК29. Здатність забезпечувати якість продукції.</p> <p>ЗК30. Усвідомлення комерційного та економічного контекстів діяльності; здатність ідентифікувати фактори, що впливають на витрати в планах і проектах, відповідно до спеціалізації, та керувати ними; здатність застосовувати методи управління, адекватні поставленим цілям та завданням.</p> <p>ЗК31. Усвідомлення вимог до діяльності в сфері спеціалізації, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.</p> <p>ЗК32. Усвідомлення питань інтелектуальної власності та контрактів у металургії.</p> <p>ЗК33. Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.</p> <p>ЗК34. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії.</p>	
<p>Спеціальні (фахові) компетентності:</p> <p>СК16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.</p> <p>СК17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.</p> <p>СК18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії.</p> <p>СК19. Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.</p> <p>СК20. Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.</p> <p>СК21. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.</p> <p>СК22. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.</p> <p>СК23. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).</p> <p>СК24. Здатність визначити та дослідити проблему у сфері спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями сталого розвитку, охорони природи, здоров'я і безпеки та з оцінками ризиків.</p> <p>СК25. Усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації.</p> <p>СК26. Здатність працювати з технічною невизначеністю.</p> <p>СК27. Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії.</p> <p>СК28. Здатність управляти комплексними діями або проектами відповідно до спеціалізації для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, у тому числі пов'язаних із виробництвом, експлуатацією, технічним обслуговуванням та утилізацією.</p> <p>СК29. Здатність забезпечувати якість продукції.</p> <p>СК30. Усвідомлення комерційного та економічного контекстів діяльності; здатність ідентифікувати фактори, що впливають на витрати в планах і проектах, відповідно до спеціалізації, та керувати ними; здатність застосовувати методи управління, адекватні поставленим цілям та завданням.</p> <p>СК31. Усвідомлення вимог до діяльності в сфері спеціалізації, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.</p> <p>СК32. Усвідомлення питань інтелектуальної власності та контрактів у металургії.</p>	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти).</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>

<p>СК33.Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.</p> <p>СК34. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії.</p>	
<p>Програмні результати навчання:</p> <p>РНЗн01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.</p> <p>РНЗн02. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.</p> <p>РНЗн03. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізацій в металургії.</p> <p>РНУ04. Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів</p> <p>РНУ06. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.</p> <p>РНУ07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультиватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.</p> <p>РНУ08. Вміння розробляти і проектувати, відповідно до спеціалізації, складні вироби, процеси і системи, які задовольняють встановлені вимоги, що передбачає обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка) аспекти, обрання і застосування адекватної методології проектування, у тому числі інструментами автоматизованого проектування.</p> <p>РНУ10. Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.</p> <p>РНУ23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства</p> <p>РНУ24. Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.</p> <p>РНЗ305. Розуміння важливості нетехнічних обмежень, пов'язаних із суспільством, здоров'ям і безпекою, охороною навколишнього середовища, економікою, промисловістю.</p> <p>РНЗ39. Вміння обирати і використовувати системи управління і організації виробництва згідно із спеціалізацією.</p> <p>РНЗ311. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.</p> <p>РНЗ312. Вміння демонструвати розуміння проблем здоров'я, безпеки і правових питань та відповідних обов'язків згідно із спеціалізацією, соціальних та екологічних наслідків технічних рішень, відповідальності та обов'язків щодо дотримання кодексу професійної етики і норм інженерної практики.</p> <p>РНЗ313. Вміння застосовувати стандарти інженерної діяльності відповідно до спеціалізації.</p> <p>РНК14. Вміння ефективно формувати комунікаційну стратегію і спілкуватися державною та іноземною мовами з питань інформації, ідей, проблем та рішень, що стосуються спеціалізації, з інженерним співтовариством і суспільством загалом.</p> <p>РНК15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.</p> <p>РНК16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.</p> <p>РНК17. Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.</p> <p>РНК18. Готовність відповідати за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб.</p> <p>РНАіВ19. Вміння впроваджувати автоматизовані інструменти управління в усіх напрямках діяльності.</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, лабораторно-практичний). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>

<p>РНАіВ20. Вміння перетворювати нові ідеї в бізнес-проекти та успішно їх презентувати аудиторії.</p> <p>РНАіВ21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.</p> <p>РНАіВ22. Навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану металургійного обладнання.</p>	
--	--

Міждисциплінарні зв'язки.

Вивчення дисципліни «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» базується на дисциплінах «Електротехніка» і «Хімічна термодинаміка».

Дисципліна «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» забезпечує подальше засвоєння дисциплін «Теорія та технологія феросплавного виробництва» і «Металургія кольорових металів», підготовку кваліфікаційної роботи бакалавра та подальшу дослідницьку діяльність в галузі обробки металів тиском та інших галузях науки і техніки.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Нагрівання металу (загальні положення)

Зміст. Призначення та параметри нагрівання. Технологія нагрівання металу. Нагрівальні пристрої. Механізми ділянки нагрівальних печей широкоштабових станів гарячої прокатки. Тривалість і режими нагрівання.

Змістовий модуль 2. Підігрів штаби перед чистовими клітями індукційним способом

Зміст. Нагрівання заготовок з прокатки. Нагрівання товстих заготовок з прокатки. Нагрівання зливків. Охолодження поковок. Уточнення методики розрахунку теплових втрат металу на неперервних станах гарячої прокатки.

Змістовий модуль 3. Удосконалення технології рівномірного розподілу механічних властивостей

Зміст. Теплозберігаючі екрани. Індукційний підігрів. Окислення і знеуглецення сталі при нагріванні. Температурний інтервал обробки тиском. Термічно тонкі і товсті заготовки. Брак при нагріванні.

Змістовий модуль 4. Термічна обробка та відділка холоднокатаної листової сталі

Зміст. Характеристика термічного відділення цеху холодної прокатки ЦХП–1 комбінату «Запоріжсталь». Одностопні газові ковпакові печі. Паливо для нагрівальних печей. Види та склад палива. Процес горіння палива.

Змістовий модуль 5. Призначення і класифікація контрольно-вимірвальних приладів

Зміст. Прилади для вимірювання тиску. Прилади для вимірювання витрат рідини і газів. Прилади для вимірювання температури. Прилади для контролю витрат палива та повітря, температури, хімічного складу продуктів згоряння.

Змістовий модуль 6. Основи проектування полум'яних печей

Зміст. Визначення типу печей. Методика розрахунку печі. Визначення основних розмірів печі. Приклад розрахунку камерної печі. Приходні і витратні статті теплового балансу. Засоби для теплозберігання.

4. Структура навчальної дисципліни

Номери змістових модулів	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота		Система накопичення балів		
		Усього годин		лекційні заняття		практичні/лабораторні заняття		денна	заочна	теоретичне завдання	практичне завдання	усього
		денна	заочна	денна	заочна	денна	заочна					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	15	12	2	8	1	2/2	1/-	3	13	5	5	10
2	15	14	4	8	2	3/3	1/1	1	11	5	5	10
3	15	14	2	8	1	3/3	-/1	1	13	5	5	10
4	15	14	2	8	1	3/3	1/-	1	13	5	5	10
5	15	14	4	8	2	3/3	1/1	1	11	5	5	10
6	15	12	2	8	1	2/2	-/1	3	13	5	5	10
Усього за змістові модулі	90	80	16	48	8	16/16	4/4	10	74	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль - екзамен	30							30	30	20	20	40
Загалом	120	80	16	48	8	32	8	40	104	50	50	100

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Нагрівання металу (загальні положення)	8	1
2	Підігрів штаби перед чистовими клітями індукційним способом	8	2
3	Удосконалення технології рівномірного розподілу механічних властивостей	8	1
4	Термічна обробка та відділка холоднокатаної листової сталі	8	1
5	Призначення і класифікація контрольно-вимірювальних приладів	8	2
6	Основи проектування полум'яних печей	8	1
Разом		48	8

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Розрахунок камерної печі – визначення площі печі	2	1
2	Розрахунок камерної печі – тривалість нагрівання заготовок	3	1
3	Розрахунок камерної печі – ескіз камерної печі	3	-
4	Розрахунок камерної печі – витратні статті балансу	3	1
5	Розрахунок камерної печі – приходні статті балансу	3	1
6	Розрахунок камерної печі – тепловий баланс камерної печі	2	-
Разом		16	4

7. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Визначення окалиноутворення при нагріві сталевих заготовок	2	-
2	Залежність окалиноутворення сталевих заготовок від тривалості нагрівання	3	1
3	Визначення градієнта температур по перетину заготовки і коефіцієнта тепловіддачі металу при нагріві	3	1
4	Визначення втрат тепла при транспортуванні заготовки до ковальського агрегату	3	-
5	Визначення коефіцієнта корисної дії (к.к.д.) електропечі	3	1
6	Залежність коефіцієнта корисної дії (к.к.д.) електропечі від теплових втрат	2	1
Разом		16	4

8. Теми занять для самостійної роботи

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Розрахунок параметрів формозмінювання при поздовжньому прокатуванні штаби	3	13
2	Співвідношення швидкості валків і металу в осередку деформування	1	11
3	Приклад визначення параметрів формозмінювання при прокатуванні і розрахунок за варіантами	1	13
4	Розрахунок змінювання температури металу при гарячому прокатуванні в реверсивній кліті	1	13
5	Визначення від проходу до проходу зміни температури металу, викликані контактом з валками	1	11
6	Приклад визначення змінювання температури металу по проходам і розрахунок за варіантами	3	13
Разом		10	74

9. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Тест 1	Питання для підготовки: 1. Основні вимоги до якості вихідної заготовки. 2. Основні вимоги до якості готової продукції. 3. Призначення нагріву металу перед обробкою тиском.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь на одне питання оцінюється в 2 бала.	6
	Практичне завдання 1	Вимоги до виконання та оформлення: Розрахунок камерної печі – визначення площі печі. Практичне завдання у вигляді файлу завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Практичне завдання за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів. Правильний розрахунок – 2 бала, частково правильний – 1 бал, неправильний – 0,5 бала.	2

	Лабораторна робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: Виконати лабораторну роботу «Визначення окалиноутворення при нагріві сталевих заготовок». Лабораторна робота у вигляді файлу завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю запитань в роботі.	2
Усього за ЗМ 1	3			10
2	Тест 2	Питання для підготовки: 1. Теплоота горіння палива. 2. Прокідні печі прокатного виробництва. 3. Параметри нагріву металу.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь на одне питання оцінюється в 2 бала.	6
	Практичне завдання 2	Вимоги до виконання та оформлення: Розрахунок камерної печі – тривалість нагрівання заготовок. Практичне завдання у вигляді файлу завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Практичне завдання за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів. Правильний розрахунок – 2 бала, частково правильний – 1 бал, неправильний – 0,5 бала.	2
	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: Виконати лабораторну роботу «Залежність окалиноутворення сталевих заготовок від тривалості нагрівання». Лабораторна робота у вигляді файлу завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю запитань в роботі.	2
Усього за ЗМ 2	3			10
3	Тест 3	Питання для підготовки: 1. Калориметрична та дійсна температура горіння палива. 2. Зміна механічних параметрів металу при нагріванні.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь на одне питання оцінюється в 2 бала.	6

		3. Розрахунок горіння палива. Перерахунок складу палива.		
	Практичне завдання 3	Вимоги до виконання та оформлення: Розрахунок камерної печі – ескіз камерної печі. Практичне завдання у вигляді файлу завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Практичне завдання за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів. Правильний розрахунок – 2 бала, частково правильний – 1 бал, неправильний – 0,5 бала.	2
	Лабораторна робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: Виконати лабораторну роботу «Визначення градієнта температур по перетину заготовки і коефіцієнта тепловіддачі металу при нагріві». Лабораторна робота у вигляді файлу завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю запитань в роботі.	2
Усього за ЗМ 3	3			10
4	Тест 4	Питання для підготовки: 1. Визначення температурного інтервалу обробки тиском. 2. Визначення кількості повітря та продуктів згорання. 3. Загальна будова нагрівальної печі.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь на одне питання оцінюється в 2 бала.	6
	Практичне завдання 4	Вимоги до виконання та оформлення: Розрахунок камерної печі – витратні статті балансу. Практичне завдання у вигляді файлу завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Практичне завдання за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів. Правильний розрахунок – 2 бала, частково правильний – 1 бал, неправильний – 0,5 бала.	2
	Лабораторна робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Виконати лабораторну роботу «Визначення втрат тепла при транспортуванні заготовки до	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	2

		ковальського агрегату». Лабораторна робота у вигляді файлу завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Загальна максимальна сума балів визначається кількістю запитань в роботі.	
Усього за ЗМ 4	3			10
5	Тест 5	Питання для підготовки: 1. Розрахунок тривалості нагрівання тонких заготовок. 2. Основи механіки пічних газів. 3. Кладка печей. Вогнетривкі матеріали.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь на одне питання оцінюється в 2 бала.	6
	Практичне завдання 5	Вимоги до виконання та оформлення: Розрахунок камерної печі – приходні статті балансу. Практичне завдання у вигляді файлу завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Практичне завдання за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів. Правильний розрахунок – 2 бала, частково правильний – 1 бал, неправильний – 0,5 бала.	2
	Лабораторна робота 5	Вимоги до виконання та оформлення: Виконати лабораторну роботу «Визначення коефіцієнта корисної дії (к.к.д.) електропечі». Лабораторна робота у вигляді файлу завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю запитань в роботі.	2
Усього за ЗМ 5	3			10
6	Тест 6	Питання для підготовки: 1. Передача тепла випромінюванням. 2. Засоби для спалювання рідкого та газового палива. 3. Брак при нагріванні металу.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь на одне питання оцінюється в 2 бала.	6
	Практичне завдання 6	Вимоги до виконання та оформлення: Розрахунок камерної печі – тепловий баланс камерної печі. Практичне завдання у вигляді файлу	Практичне завдання за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів. Правильний розрахунок – 2 бала, частково	2

		завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	правильний – 1 бал, неправильний – 0,5 бала.	
	Лабораторна робота 6	Вимоги до виконання та оформлення: Виконати лабораторну роботу «Залежність коефіцієнта корисної дії (к.к.д.) електропечі від теплових втрат». Лабораторна робота у вигляді файлу завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.	Лабораторна робота за змістовим модулем оцінюється від 0,5 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю запитань в роботі.	2
Усього за ЗМ 6	3			10
Усього за змістові модулі	18	-	-	60

10. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
Екзамен	Тестування	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1 – 6 у таблиці 9. Тестування передбачає обмежену у часі (40 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 4 бали.	20
		Кожен екзаменаційний білет містить 1 розрахункову задачу, що наведена у розділах 6, 8.	За правильне розв'язання задачі студент може отримати до 20 балів, з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	20
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

11. Рекомендована література

Основна:

1. Ніколаєв В. О. Теорія і технологія точної прокатки штаб : навчальний посібник для студентів ЗДІА металургійних спеціальностей денної та заочної форм навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 100 с.
2. Ніколаєв В. О. Теорія та обладнання точної прокатки штаб: методичні рекомендації до виконання практичних завдань, контрольних і самостійних робіт для студентів ЗДІА напряму 8.0504104 "Обробка металів тиском". Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 52 с.
3. Проценко В. М. Теорія та технологія точної прокатки штаб : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів ЗДІА, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Обробка металів тиском» зі спеціальності 136 «Металургія», рівня вищої освіти «Магістр» денної і заочної форм навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 40 с.
4. Чубенко В. А., Хіноцька А. А. Технологія прокатного виробництва : навчальний посібник. Кривий Ріг : Видавничий центр КНУ, 2017. 169 с.
5. Свинолобов Н. П., Бровкин В. Л. Печи черной металлургии : учебн. пособ. для вузов. Днепропетровск : Пороги, 2004. 154 с.

Додаткова:

1. Кухарь В. В., Присяжный А. Г., Балалаева Е. Ю. и др. Управление тепловым состоянием тонколистового проката для повышения равномерности распределения механических свойств : монография. Мариуполь : ПГТУ, 2018 216 с.
2. Телегин А. С., Авдеева В. Г. Теплотехника и нагревательные устройства : учебн. пособ. Москва : Машиностроение, 1985. 248 с.
3. Телегин А. С., Авдеева В. Г. Теплотехника и нагревательные устройства : учебн. пособ. Москва : Машиностроение, 1985. 248 с.
4. Yavtushenko A. V., Protsenko V. M., Bondarenko Y. V., Kirichenko A. G., Ping F. Y. Numerical experiment for the calculation of normal contact stress in the deformation center when rolling a metal strip. *Journal of Engineering Sciences*, Volume 6, Issue 2 (2019), pp. E 31–E 35.
5. Yavtushenko A. V., Protsenko V. M., Belokon Yu. A., Bondarenko Y. V. Productivity Optimization of Cold Rolling Mills. *Steel in Translation*, 2020, Vol. 50, No. 5, pp. 335–339.

Інформаційні ресурси:

1. Бібліотека Придніпровського наукового семінару «Обробка металів тиском» при Національній металургійній академії України. URL: <http://metal-forming.org/index.php/elibrary-omd> (дата звернення: 05.10.2021).
2. Явтушенко О. В., Проценко В. М., Корнілов О. О. Розрахунок валків прокатних станів на міцність і деформацію у програмному комплексі «AutoCAD Mechanical». *Металургія : Збірник наукових праць*. Запоріжжя , 2018. Вип. 2 (40). С. 85 – 90. URL: <http://www.zgia.zp.ua/index.php?page=4353&lang=u> (дата звернення: 05.12.2020).