

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩІЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВництва та архітектури»**

КАФЕДРА Матеріалознавства та обробки матеріалів
(повна назва кафедри)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи
Р. Б. Папірник

бересень 20 19 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 «Матеріалознавство»

(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Прикладне матеріалознавство»

(назва освітньої програми)

освітній ступень магістр

(ступень)

форма навчання денна

(денна, заочна, вечірня)

Розробник ВАХРУШЕВА Віра Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна спрямована на вивчення методів виробництва конструкційних матеріалів, їх структури та властивостей; ознайомленням з можливостями сучасного машинобудування і перспективними технологіями обробки конструкційних матеріалів; визначенням фізичної суті явищ, що відбуваються в матеріалах при дії на них різних факторів в умовах виробництва та експлуатації, їх вплив на властивості матеріалів; економічні та екологічні проблеми при одержанні та обробці матеріалів.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			I	
Всього годин за навчальним планом, з них:	165	5.5	165	
Аудиторні заняття, у т.ч:	52		52	
лекції	30		30	
лабораторні роботи	-		-	
практичні заняття	22		22	
Самостійна робота, у т.ч:	113		113	
підготовка до аудиторних занять	20		20	
підготовка до контрольних заходів	20		20	
виконання курсової роботи	15		15	
опрацювання розділів програми, які	28		28	

не викладаються на лекціях				
підготовка до екзамену	30	1	30	
Форма підсумкового контролю			Eкзамен	

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни: формування у студентів знань з теоретичних основ термічної обробки та технології термічної і комбінованої обробки конструкційних сталей.

Завдання дисципліни: вміння встановлювати взаємозв'язок між комплексом властивостей металопрокату, його структурою та режимом термомеханічної обробки, за яким він виробляється. оволодіння студентами вибором виду та режимів термічної обробки для виготовлення конструкційних матеріалів з заданим рівнем властивостей. Вміти вибрati технологію термічної обробки та встановити взаємозв'язок між комплексом властивостей, структурою та режимами термічної обробки.

Пререквізити дисципліни. Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Металознавство та обробка матеріалів»; «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»; «Теорія процесів формування структури та властивостей конструкційних матеріалів»; «Методи структурного аналізу»; «Будівельне матеріалознавство».

Постреквізити дисципліни:

1. Підготовка до підсумкової атестації. Атестація здійснюється у формі публічного захисту дипломної роботи.

2. Доступ до навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти.

Компетентності. Здатність критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання та обробки. Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик моделювання, розробки та дослідження матеріалів. Здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, уміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретних умов експлуатації. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог. Здатність планувати і виконувати дослідження, обробляти результати експерименту з використанням сучасних інформаційних технологій, програмного забезпечення, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів. Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

1. Загальні положення термічної обробки.
2. Теоретичні основи термічної обробки сталей.
3. Утворення аустеніту.
4. Механізм та кінетика аустенітизації.
5. Гомогенізація аустеніту та його зерна.
6. Перетворення переохолодженого аустеніту.
7. Мартенсітне перетворення.
8. Бейнітне перетворення.
9. Відпуск загартованої сталі.
10. Розпад мартенситу та перетворення залишкового аустеніту.
11. Полігонізація фериту, сфероїдизація та коагуляція карбідів.
12. Старіння.
13. Загальні положення теорії деформації аустеніту.
14. Динамічна рекристалізація.

15. Структурні зміни на кінцевої стадії гарячого деформування.
16. Прискорене охолодження після деформації.
17. Первинна рекристалізація.
18. Вторинна рекристалізація.
19. Полігонізація.
20. Основні стадії процесу відпуску.
21. Противофлокена термічна обробка.
22. Термічна обробка стального металопрокату та труб.
23. Технологія термічної обробки відливок та поковок.
24. Печі для термічної обробки.
25. Технологія термічної обробки сортових проділей прокату.
26. Контрольована прокатка сортових проділей.
27. Технологія термічної обробки гарячекатаних періодичних проділей (арматури).
28. Технологія термічної обробки гарячекатаних сталевих листів?
29. Технологія термічної обробки деталей металургійного обладнання.

вміти:

1. Обирати комплекс властивостей конструкційних сталей для будівельних конструкцій в залежності від умов експлуатації.
2. На підставі даних про комплекс властивостей, визначити яку структуру потрібен мати металопрокат.
3. Задати режим термічної обробки для одержання обраної структури.
4. Аналізувати основні стадії обраного режиму виробництва металопрокату для будівельних конструкцій.
5. Визначити на якому обладнанні та яка технологія термічної обробки забезпечує комплекс структура – властивості.

Методи навчання:

1. Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (пояснення, інструктаж, розповідь, лекція, бесіда, робота з підручником; ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження, вправи, лабораторні, практичні і дослідні роботи);
2. Методи стимулювання навчальної діяльності (навчальна дискусія, забезпечення успіху в навчанні, пізнавальні ігри, створення ситуації інтересу у процесі викладення, створення ситуації новизни, опора на життєвий досвід студента; стимулювання обов'язку і відповідальності в навчанні);
3. Методи контролю і самоконтролю у навчанні (усний, письмовий, тестовий, графічний, програмований, самоконтроль і самооцінка).

Форми навчання: індивідуальні, групові, фронтальні, колективні..

4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
Змістовий модуль 1. Теорія термічної обробки конструкційних сталей.					
Загальні положення теорії термічної обробки. Утворення аустеніту. Механізм та кінетика аустенітизації. Мета термічної обробки. Основні фактори впливу при термічній обробці. Види термічної обробки. Утворення аустеніту, кінетика та механізм аустенітизації. Кінетичні криві, ізотермічні та термокінетичні диграми утворення аустеніту. Гомогенізація та зерно аустеніту.	14	4	4	-	6
Перетворення переохолодженого аустеніту.	6	2	-	-	4

Кінетика та механізм перетворення аустеніту в ферито-цементитну суміш. Вплив составу сталі, розмір зерна та неоднорідність аустеніту. Мартенситне перетворення у сталі.					
Бейнітне (проміжне) перетворення. Відпуск загартованої сталі. Кінетика бейнітного перетворення. Структура та механічні властивості при бейнітному перетворенні. Види відпуску загартованої сталі. Перетворення залишкового аустеніту. Формування цементиту. Полігонізація фериту, сфероїдізація та коагуляція карбідів.	14	4	4	-	6
Старіння металів та сплавів. Термічне старіння та його стадії. Вплив термічного старіння на властивості. Мартенситно-старіючі сталі. Статичне деформаційне старіння та його кінетика. Динамічне деформаційне старіння.	4	2	-	-	2
Термомеханічна обробка. Види термомеханічної обробки (ВТМО, НТМО). Вплив температури та ступеню деформування. Основні технологічні фактори.	6	4			2
Механізми зміцнення, структури і механічні властивості сталей підвищеної і високої міцності.	14	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 1.	58	16	8		34
Змістовий модуль 2. Види прокату та технологія і обладнання термічної обробки конструкційних сталей.					
Контрольована прокатка. Вплив температури, ступеню деформації. Безперервна прокатка.	4	2	-	-	2
Термічна обробка стального металопрокату. Термічна обробка і контрольована прокатка гарячекатаних і холоднокатаних листів. Термічна обробка проволоки Патентування проволоки. Термічна обробка труб і балонів. Сфероїдизуючий відпал.	12	2	6	-	4
Противофлокенна термічна обробка. Вплив різних факторів на утворення флокенів у металопрокаті. Режими противофлокенної обробки. Методи контролю наявності флокенів у конструкційній сталі.	4	2	-	-	4
Термічна обробка періодичних профілів (арматури) для армірування залізобетонних конструкцій. Класи міцності та вміст елементів у сталі для арматури. Технологія термічного поліпшення. Термічне зміцнення арматурної сталі з прокатного нагріву у лінії сортопрокатного стану. Електроконтактні та індукційні установки для термічної обробки арматури.	8	4	-	-	4
Термічна і термомеханічна обробка та контрольована прокатка фасонних профілів	4	2		-	4

прокату загального призначення. Профілі прокату та їх форма. Технологія термічного зміщення фасонних профілів. Прискорене охолодження – основні схеми. Рекристалізаційна контрольована прокатка.					
Технологія термічної обробки стальних злитків і безперервнолитих заготівок. Дефекти злитків. Дифузійний (гомогенизуючий) відпал. Змягчуюча термічна обробка. Контроль якості злитків.	8	2	4	-	2
Термічна обробка сталевої проволоки. Термічна обробка труб і балонів. Термічна обробка ленти та жесті. Термічна обробка чавунного металопрокату.	14	-	-	-	14
Разом за змістовим модулем 2	62	14	14	-	34
Змістовий модуль 3 (курсова робота). Обґрутування вибору матеріалу, процесів і технологій термічної обробки конструкційних матеріалів.					
Вибір режиму т/о, технології та обладнання.	15	-	-	-	15
Вибір марки сталі.					
Разом за змістовим модулем 3.	15				15
Підготовка до екзамену	30				30
Усього годин	165	30	22		113

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ заняття	Назва розділу/ теми та її зміст	Тривалість (годин)
1	2	3
1, 2	Загальні положення теорії термічної обробки. Утворення аустеніту. Механізм та кінетика аустенітізації. Мета термічної обробки. Основні фактори впливу при термічній обробці. Види термічної обробки. Утворення аустеніту, кінетика та механізм аустенітізації. Кінетичні криві, ізотермічні та термокінетичні диграми утворення аустеніту. Гомогенізація та зерно аустеніту.	4
3	Перетворення переохолодженого аустеніту. Кінетика та механізм перетворення аустеніту в ферито-цементитну суміш. Вплив складу сталі, розмір зерна та неоднорідність аустеніту. Мартенситне перетворення у сталі.	2
4, 5	Бейнітне (проміжне) перетворення. Відпуск загартованої сталі. Кінетика бейнітного перетворення. Структура та механічні властивості при бейнітному перетворенні. Види відпуску загартованої сталі. Перетворення залишкового аустеніту. Формування цементиту. Полігонізація фериту, сфероідізація та коагуляція карбідів.	4
6	Старіння металів та сплавів. Термічне старіння та його стадії. Вплив термічного старіння на властивості. Мартенситно-старіючі сталі. Статичне деформаційне старіння та його кінетика. Динамічне деформаційне старіння.	2
7, 8	Термомеханічна обробка. Види термомеханічної обробки (ВТМО, НТМО). Вплив температури та ступеню деформування. Основні технологічні фактори.	4

№ заняття	Назва розділу/ теми та її зміст	Тривалість (годин)
	Термічна обробка і контролювана прокатка гарячекатаних і холоднокатаних листів. Термічна обробка проволоки Патентування проволоки. Термічна обробка труб і балонів. Сфероїдизуючий відпал.	
11	Противофлокенна термічна обробка. Вплив різних факторів на утворення флокенів у металопрокаті. Режими противофлокенної обробки. Методи контролю наявності флокенів у конструкційній сталі.	2
12, 13	Термічна обробка періодичних профілів (арматури) для армірування залізобетонних конструкцій. Класи міцності та вміст елементів у сталі для арматури. Технологія термічного поліпшення. Термічне зміцнення арматурної сталі з прокатного нагріву у лінії сортопрокатного стану. Електроконтактні та індукційні установки для термічної обробки арматури.	4
14	Термічна та термомеханічна обробка та контролювана прокатка фасонних профілів прокату загального призначення. Профілі прокату та їх форма. Технологія термічного зміцнення фасонних профілів. Прискорене охолодження – основні схеми. Рекристалізаційна контролювана прокатка.	2
15	Технологія термічної обробки сталевих злитків і безпреривнолитих заготовок. Дефекти злитків. Дифузійний (гомогенізуючий) відпал. Змягчуоча термічна обробка. Контроль якості злитків.	2

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема заняття	Тривалість (годин)
1, 2	Діаграми ізотермічного утворення аустеніту в стальах з різним складом хімічних елементів. Основні види діаграм кінетики ізотермічного утворення аустеніту у стальах з різним складом хімічних елементів.	4
3, 4	Кінетика бейнітного перетворення в залежності від режимів охолодження. Умови створення верхнього та нижнього бейніту. Структурні особливості їх будови.	4
5, 6	Схеми та режими НТМО і ВТМО. Послідовність проведення операцій деформування та термічної обробки для забезпечення отримання потрібних суб- і мікроструктури та властивостей конструкційних матеріалів.	4
7-9	Процеси термічного зміцнення прокату труб, фасонних профілів загального призначення. Процеси та агрегати для термічного зміцнення прокату як з окремого пічного нагріву так і в потоці станів з реалізацією термомеханічного ефекту з використанням тепла прокатного нагріву.	6
10, 11	Мета та види термічної обробки злитків та поковок. Дефекти злитків і термічна обробка злитків та безперервно литих заготовок.	4

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занятъ	Кількість годин
	Навчальний план не передбачає	

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
	підготовка до аудиторних занять	20
	підготовка до контрольних заходів	20
	виконання курсового роботи: Вибір режиму т/о, технології та обладнання. Вибір марки сталі.	15
	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: 1. Механізми зміщення, структури і механічні властивості сталей підвищеної і високої міцності. 2. Термічна обробка сталевої проволоки. Термічна обробка труб і балонів. Термічна обробка ленти та жесті. Термічна обробка чувунного металопрокату.	28
	підготовка до екзамену	30

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний.

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Змістовий модуль 1. Теорія термічної обробки конструкційних сталей.

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модульного контролю складається з:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 24 балів;
- практичні заняття - максимальна кількість – 34 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 42 балів).

Присутності студента на лекціях – 3 бали за лекцію, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 3 бали, якщо неактивний був – 2-1 бал, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів - 34. Загальна кількість практичних занять – 2 (17 балів за кожну практичну роботу). За кожну практичну роботу нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 17 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 16 - 8 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 7-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 14 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 14 балів;

- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 13-8 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів -7- 5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Змістовий модуль 2. Види прокату та технологія і обладнання термічної обробки конструкційних сталей.

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модульного контролю складається з:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 28 балів;
- практичні заняття - максимальна кількість – 30 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 42 бали).

Присутності студента на лекціях – 4 бали за лекцію, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 4 бали, якщо неактивний був – 3-1 бал, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів - 30. Загальна кількість практичних робіт – 3 (10 балів за кожну практичну роботу). За кожну практичну роботу нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 10 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 9 - 5 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 14 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 14 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 13-10 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів -9- 5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Змістовий модуль 3. (курсова робота). Обґрунтування вибору матеріалу, процесів і технології термічної обробки конструкційних матеріалів.

Максимальна оцінка за *курсовий проект* – 100 балів. Курсовий проект складається з двох рівноважних розділів. Максимальна кількість балів за кожен розділ – 50 балів. На кожен розділ курсового проекту нараховують:

- за повністю викладений розділ – 50 балів;
- розрахункова частина розділу має не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 49-30 балів;
- студент виконав експериментальні розрахунки, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 29-11 балів;
- студент неповністю виконав завдання розділу курсової роботи, у відповіді допущені грубі помилки – 10-1 балів;

- розрахункова частина розділу має не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 49-30 балів;
- студент виконав експериментальні розрахунки, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 29-11 балів;
- студент неповністю виконав завдання розділу курсової роботи, у відповіді допущені грубі помилки – 10-1 балів;
- за повну відсутність розрахункової частини – 0 балів.

- Екзамен

Екзаменаційна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи нараховують:

- повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 25 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 24-18 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів – 17-10 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) – 9-1 балів;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середнє арифметичне між оцінками за змістовий модуль 1, 2 та екзамен.

Порядок зарахування пропущених занять: захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу або відпрацювання пропущеного практичного заняття шляхом виконання відповідного завдання згідно з тематикою практичного заняття.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. В.И.Большаков, И. Е. Долженков, В.И. Долженков Термическая обработка стали и металлопроката.-Днепропетровск, 2002.-272с.
2. Скороходов В.Н., Одесский П.Д., Рудченко А.В. Строительная сталь. М. Металлургиздат, 2002. – 622 с.
3. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1967. – 647 с.

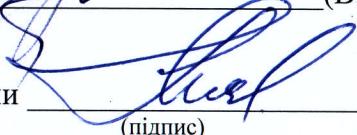
Допоміжна

1. В.И.Большаков, И. Е. Долженков, В.И. Долженков Технология термической и комбинированной обработки металлопродукции.- Днепропетровск, 2002.-386с.
2. Большаков В.И., Береза О.Ю., Харченко В.И. Прикладное материаловедение. Підручник. Дн-вск, РВА «Дніпро-VAL», 2000. – 292 с.
3. Большаков В.И., Сухомлин Г.Д., Погребная Н.Э. Атлас структур металлов и сплавов. - Дн-вск: Gaudeamus, 2001. – 115 с.
4. Большаков В.И., Сухомлин Г.Д., Лаухин Д.В. Атлас металлов и сплавов. Учебное пособие. ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», 2010 г. – 174 с.
5. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. М.: Металлургия, 1986. – 479 с.

12. INTERNET-РЕСУРСИ

1. <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/481720/2>
2. <http://www.moluch.ru/archive/26/2830/>
3. <http://www.findpatent.ru/patent/207/2073780.html>
4. <http://www.splav.kharkov.com/main.php>
5. http://www.splav.kharkov.com/choose_type.php
6. <http://www.met-trans.ru/Marochnik-stali>
7. <http://www.polukrovka.ru/materials/information.shtml>
8. <http://www.pandia.ru/466608/>
9. <http://gptstal.ru/stati/sovremennoye-texnologii-proizvodstva-metallokonstrukcij/>

Розробник 
 (підпис) (В. С. Вахрушева)

Гарант освітньої програми 
 (підпис) (Д. В. Лаухін)

Силабус затверджено на засіданні кафедри
 матеріалознавства та обробки матеріалів
 Протокол від « 16 » 09 2019 року № 3