

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ _____ МЕТАЛУРГІЇ _____
КАФЕДРА _____ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету металургії
В.Р. Румянцев
(підпис) (ініціали та прізвище)
_____ 2019 р.

Термічна обробка
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____ Бакалаврський _____
(назва освітнього ступеня)
спеціальності _____ 136 «Металургія» _____
(шифр, назва спеціальності)
спеціалізації _____ Обробка металів тиском _____
(назва)
освітньо-професійна програма _____ Металургія _____
(назва)

Укладач: Кругляк Д.О., канд. техн. наук, доцент кафедри обробки металів тиском
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри обробки металів
тиском

Протокол № 1 від "27" серпня 2019 р.
Завідувач кафедри обробки металів тиском*

О. В. Явтушенко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
факультету металургії

Протокол № 1 від "04" вересня 2019 р.
Голова науково-методичної ради
факультету металургії

Ю. В. Мусейко
(підпис) (ініціали, прізвище)

2019 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u>	нормативна	
		Цикл дисциплін професійної і практичної підготовки	
Розділів – 4	Спеціальність <u>136 «Металургія»</u>	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120		3-й	4-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: 10 аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 7	Освітньо-професійна програма <u>Металургія</u>	26 год.	8 год.
		Практичні	
		-	-
		Лабораторні	
	Рівень вищої освіти: бакалаврський	14 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		80 год.	108 год.
		Вид підсумкового контролю: іспит	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Термічна обробка» навчити студентів знаходити оптимальні варіанти режимів термічної обробки, яка полягає в проведенні операцій деформації, нагріву та охолодження, щоб сформувати кінцеву структуру металевих сплавів.

Завданням вивчення дисципліни полягає у тому, що у кожному конкретному випадку були вибрані оптимальний спосіб пластичної деформації, найефективніша ступінь деформації, скоректовані (у зв'язку з використанням деформації) режими термічної обробки.

Дисципліна повинна дати достатні фундаментальні знання щодо термічної обробки металів та їх сплавів, вивчення структури металічного сплаву, його властивостей, що були отримані в умовах підвищеної щільності неодомованих будов, що створені пластичною деформацією.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- оптимальний спосіб пластичної деформації,
- найефективніший ступінь деформації, скоректовані (у зв'язку з використанням деформації) режими термічної обробки.

вміти:

- розробляти технологічний процес НТМО і ВТМО у металургійному виробництві; знаходити оптимальне рішення різних виробничих задач;

- робити якісні, науково-обґрунтовані висновки та давати рекомендації щодо впровадження отриманих оптимальних рішень у практичній діяльності.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

К 16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії;

К 17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.

Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Термічна обробка» продовжує професійну і практичну підготовку студента і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Обробка металів тиском», «Матеріалознавство».

Вивчення дисципліни «Термічна обробка» розширює можливості студентів при виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра. Отримані знання можуть бути корисними для подальшого навчання за дисциплінами «Прокатка плоского прокату», «Прокатка сортового металу», «Технологія кування та об'ємного штампування».

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Теорія термічної обробки сталі

Тема 1. Перлітне перетворення

Продукти перлітного перетворення. Механічні властивості сталі зі структурами перліту, сорбіту й троститу.

Тема 2. Мартенситне перетворення в сталі

Природа мартенситу. Механізм мартенситного перетворення. Мартенситне перетворення в сталі.

Тема 3. Проміжне (бейнітне) перетворення

Проміжне перетворення. Ізотермічне перетворення аустеніту в легованих сталях. Механічні властивості сталі з бейнітною структурою.

Розділ 2. Вплив деформаційної, термічної та інших видів дій на структуру та властивості металів і сплавів

Тема 4. Вплив термічної обробки на структуру

Фазові перетворення при нагріванні. Ріст зерна аустеніту при нагріванні. Загальна характеристика перетворення переохолодженого аустеніту (діаграма ізотермічного перетворення аустеніту).

Тема 5. Вплив термічної обробки на властивості

Ізотермічне перетворення аустеніту в легованих сталях. Карбідоутворюючі елементи. Перетворення аустеніту при безперервному охолодженні.

Тема 6. Деформаційно-термічна обробка сталей

Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів. Попередня деформація. Деформація при температурі навколишнього середовища.

Розділ 3. Технологія термічної обробки сталі

Тема 7. Відпал I роду. Відпал II роду.

Відпалювання I роду. Характерні риси цього виду відпалу. Температури фазових перетворень. Гомогенізація (дифузійне відпалювання). Відпал для зняття залишкових напружень. Відпал II роду (фазова перекристалізація).

Тема 8. Гартування сталі

Вибір температури гартування. Вибір середовища для нагрівання при термічній обробці. Охолодні середовища для гартування. Закаліваємість і прокалюваємість сталі. Способи гартування.

Тема 9. Відпуск сталі

Відпуск сталі, як остаточна операція термічної обробки для одержання необхідних механічних властивостей та часткового усунення внутрішніх напружень. Швидкість охолодження після відпуску, як впливає на величину залишкових напружень. Види відпуску.

Розділ 4. Хіміко-термічна обробка металів

Тема 10. Хіміко-термічна обробка металів

Процес хімічної і термічної дії на поверхневий шар сталі з метою її покращання. Явищах: дисоціація, абсорбція, дифузія та сублімація.

Тема 11. Види хіміко-термічна обробка металів

Цементация. Азотування. Ціанування. Борирування, Силіціювання. Цинкування. Адлітування.

Тема 12. Дифузійна металізація

Насичення поверхні сталі атомами інших металів (алюмінієм, хромом, цинком та ін.). Насичення твердим металізатором, рідким металізатором, газовим металізатором.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		лек	прак. роб.	сам. роб.		лек	лаб. роб.	сам. роб.
Розділ 1 – Теорія термічної обробки сталі								
Тема 1. Перлітне перетворення	10	2	2	6	10	1	-	9
Тема 2. Мартенситне перетворення в сталі	10	2	-	8	10	1	-	9
Тема 3. Проміжне (бейнітне) перетворення	10	2	-	8	10	-	-	10
Розділ 2 – Вплив деформаційної, термічної та інших видів дій на структуру та властивості металів і сплавів								
Тема 4. Вплив термічної обробки на структуру	10	2	2	6	10	1	4	5
Тема 5. Вплив термічної обробки на властивості	10	2	2	6	10	1	-	9
Тема 6. Деформаційно-термічна обробка сталей	10	2	2	6	10	-	-	10
Разом модуль 1	60	12	8	40	60	4	4	54
Розділ 3 – Технологія термічної обробки сталі								
Тема 7. Відпал I роду. Відпал II роду.	10	3		7	10	1	-	9
Тема 8. Гартування сталі	10	3	4	3	10	1	-	9
Тема 9. Відпуск сталі	10	2	2	4	10	-	-	10
Розділ 4 – Хіміко-термічна обробка металів								
Тема 10. Хіміко-термічна обробка металів	10	2	-	8	10	1	-	9
Тема 11. Види хіміко-термічна обробка металів	10	2	-	8	10	1	-	9
Тема 12. Дифузійна металізація	10	2	-	8	10	-	-	10
Разом модуль 2	60	14	6	40	60	4	-	54
Усього годин	120	26	14	80	120	8	4	108

5. Теми лекційних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Перлітне перетворення.	2	1
2	Мартенситне перетворення в сталі.	2	1
3	Проміжне (бейнітне) перетворення.	2	-
4	Вплив термічної обробки на структуру	2	1
5	Вплив термічної обробки на властивості	2	1
6	Деформаційно-термічна обробка сталей.	2	-
7	Відпал I роду. Відпал II роду.	3	1
8	Гартування сталі.	3	1
9	Відпуск сталі.	2	-
10	Хіміко-термічна обробка металів.	2	1
11	Види хіміко-термічна обробка металів	2	1
12	Дифузійна металізація.	2	-
Разом		26	8

6. Теми лабораторних робіт

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
4	Лабораторна робота 1. Термічний аналіз металів	2	-
5	Лабораторна робота 2. Дослідження впливу температури нагрівання і швидкості охолодження на мікроструктуру і твердість вуглецевих сталей	2	-
6	Лабораторна робота 3. Вплив складу вуглецю на механічні властивості вуглецевих сталей.	2	-
8	Лабораторна робота 4. Дослідження різних способів гартування сталі	2	-
8	Лабораторна робота 5. Термічна обробка сталі 40 і мікроструктура сталі після різних видів термічної обробки	4	4
9	Лабораторна робота 6. Вплив температури відпуску гартованої вуглецевої сталі на її мікроструктуру і твердість	2	-
Разом		14	4

7. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 1, підготовка до виконання та захисту <i>Лабораторної роботи 1.</i>	3	4
2	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 2.	4	4
3	Опрацювання теоретичного матеріалу Темі 3.	4	4
1-3	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Перетворення мартенситу і залишкового аустеніту при нагріванні».	5	7
1-3	Підготовка до тестування.	5	7

4	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 4, підготовка до виконання та захисту <i>Лабораторної роботи 2.</i>	3	4
5	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 5, підготовка до виконання та захисту <i>Лабораторної роботи 3.</i>	3	4
6	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 6.	5	4
4-6	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Дефекти, які виникають при термічній обробці сталі».	3	7
4-6	Підготовка до тестування.	5	7
7	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 7, підготовка до виконання та захисту <i>Лабораторної роботи 4.</i>	3	4
8	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 8, підготовка до виконання та захисту <i>Лабораторної роботи 5.</i>	3	4
9	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 9.	5	4
7-9	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Термічне і деформаційне старіння вуглецевої сталі»	3	8
7-9	Підготовка до тестування.	5	8
10	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 10, підготовка до виконання та захисту <i>Лабораторної роботи 6.</i>	3	4
11	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 11.	4	4
12	Опрацювання теоретичного матеріалу Теми 12.	4	4
10-12	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Технологічний процес НТМО і ВТМО»	5	8
10-12	Підготовка до тестування.	5	8
Разом		80	108

8. Види контролю і система накопичення балів

Поточний контроль здійснюється за тестовою методикою з отриманням бальних оцінок, які характеризують рівень засвоєння студентами теоретичного матеріалу, та бальною оцінкою якості виконання лабораторних робіт. Передбачено, що для модулів 1-2 значення максимальної рейтингової оцінки складає 60 балів. Підсумкова атестація – 40 балів. Навчальним планом підготовки з дисципліни «Термічна обробка» передбачена така форма проведення підсумкового контролю як залік. Сумарний рейтинговий бал за період вивчення дисципліни «Термічна обробка» у 6-му (8-му для заоч.ф.) семестрі складає 100 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти

Назва теми	Кількість балів
Розділи 1-2	
<i>Лабораторна робота 1.</i> Термічний аналіз металів (індивідуальне опитування).	5
<i>Лабораторна робота 2.</i> Дослідження впливу температури нагрівання і швидкості охолодження на мікроструктуру і твердість вуглецевих сталей (індивідуальне опитування).	5
<i>Лабораторна робота 3.</i> Вплив складу вуглецю на механічні властивості вуглецевих сталей. (індивідуальне опитування).	5
Поточне тестування	15

Загальна кількість балів за розділами 1-2	30
Розділи 3-4	
<i>Лабораторна робота 4. Дослідження різних способів гартування сталі (індивідуальне опитування).</i>	5
<i>Лабораторна робота 5. Термічна обробка сталі 40 і мікроструктура сталі після різних видів термічної обробки (індивідуальне опитування).</i>	5
<i>Лабораторна робота 6. Вплив температури відпуску загартованої вуглецевої сталі на її мікроструктуру і твердість (індивідуальне опитування).</i>	5
Поточне тестування	15
Загальна кількість балів за розділами 3-4	30
Всього за поточний контроль	60
Підсумковий контроль (екзамен)	40
Разом	100

8.1 Критерії оцінювання студентів на лабораторних роботах

Критерії комплексного оцінювання доводяться до студентів на початку викладання навчальної дисципліни.

За темою дисципліни бали отримуються за виконання практичних завдань та лабораторних робіт за підсумками індивідуального опитування. За індивідуальне опитування бали нараховуються за такою схемою:

5 балів – відповідь відзначається повнотою без допомоги викладача. Студент володіє узагальненими знаннями з предмета, аргументовано використовує їх, вміє застосовувати вивчений матеріал для внесення власних аргументованих суджень у практичній діяльності. Студент має системні, дієві здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів доказу своєї думки, вирішує складні проблемні завдання, вміє ставити і розв'язувати проблеми.

4 бала – відповідь повна, без допомоги викладача, але з деякими огріхами. Студент вільно володіє вивченим матеріалом, зокрема, застосовує його на практиці, вміє аналізувати і систематизувати наукову й методичну інформацію. Використовує загальновідомі докази у власній аргументації, здатний до самостійного опрацювання навчального матеріалу, виконує дослідницькі завдання.

3 бала – відповідь неповна з допомогою викладача. Студент володіє вивченим матеріалом, зокрема, застосовує його на практиці, вміє аналізувати і систематизувати наукову й методичну інформацію. Використовує загальновідомі докази у власній аргументації, здатний до самостійного опрацювання навчального матеріалу, виконує дослідницькі завдання, але потребує консультації викладача.

2 бала – відповідь відзначається фрагментарністю виконання, за консультацією викладача або під його керівництвом. Студент володіє навчальним матеріалом, виявляє здатність елементарно викласти думку. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, з допомогою

викладача виконує елементарні завдання, здатний усно відтворити окремі частини теми, але відсутні сформовані уміння і навички.

1 бал – теоретичний зміст курсу засвоєно частково; необхідні практичні уміння роботи сформовані частково.

0 балів – теоретичний зміст курсу не засвоєно; необхідні практичні уміння роботи не сформовані.

8.2 Критерії оцінювання студентів на поточному тестуванні

Поточний контроль знань студентів відбувається у вигляді тестування. Всього передбачено 2 теста. Максимальна оцінка, яку студент може отримати по результатах виконання кожного тестування складає 15 балів.

Кожний тест завдання складається з 10 тестових запитань. Тестове питання містить 4 відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне запитання студент отримує 1 бал. Таким чином, відповівши правильно на всі тестові запитання, студент може отримати 10 балів.

8.3 Критерії оцінювання підсумкового контролю

Максимальна оцінка, яку студент може отримати за підсумковий контроль, складає 40 балів. Підсумкова атестація відбувається у вигляді тестування за кожним розділом дисципліни. Всього передбачено 4 теста. Максимальна оцінка, яку студент може отримати по результатах виконання кожного тестування складає 10 балів.

Кожний тест завдання складається з 7 тестових запитань. Тестове питання містить 4 відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне запитання студент отримує 1 бал. Таким чином, відповівши правильно на всі тестові запитання, студент може отримати 7 балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)		

9. Рекомендована література

Основна:

1. Серета Б. П. Термічна обробка металів : нав. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 270 с.
2. Серета Б. П., Кругляк І. В. Термічна обробка : методичні вказівки до практичних занять для студентів ЗДІА спеціальності «Обробка металів тиском». Запоріжжя, 2004. 66с.
3. Серета Б. П., Кругляк І. В. Термическая обработка : методические указания к лабораторному практикуму для студентов ЗГИА специальности ОМД. Запорожье, 2003. 130с.
4. Кругляк І. В., Белоконь Ю. О., Кругляк Д.О. : Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та контрольні завдання з дисципліни «Термічна обробка при ОМТ» для студентів ЗДІА за фахом ОМТ денного та заочного відділень Запоріжжя, ЗДІА, 2014. 52с.

Додаткова:

1. Малый С. А. Экономический нагрев металла. Москва : Металлургия, 1967. 191с.
2. Пластичность стали при высоких температурах : учеб. пособие. / М. И. Зуев и др. Москва, Металлургиздат, 1954. 248с.
3. Тайц Н. Ю. Технология нагрева стали. Москва : Металлургиздат, 1962. 567 с.
4. Кулаков В. Ф. Нагрев стали в печи. Москва : Металлургиздат, 1955. 457с.
5. Асонов А. Д. Технология термической обработки деталей машин. Москва : Металлургия, 1969. 263с.
6. Райцес В.Б. Термическая обработка на металлургических заводах. Москва : Металлургия, 1971. 248 с.
7. Бернштейн М. Л., Займовский В. А. Механические свойства металлов. Москва : Металлургия, 1976. 494 с.
8. Металловедение и термическая обработка: Справочник / под ред М. А. Бернштейна, А. Г. Рахштадта Москва : Металлургия, 1983. т.1 452 с.
9. Металловедение и термическая обработка: Справочник / под ред М. А. Бернштейна, А. Г. Рахштадта Москва : Металлургия, 1983. т.2 367 с.
10. Металловедение и термическая обработка: Справочник / под ред М. А. Бернштейна, А. Г. Рахштадта Москва : Металлургия, 1983., т.3 215 с.
11. Натанов Б. С. Термическая обработка металлов. Киев : Высшая школа, 1980. 287 с.

Інформаційні ресурси:

Бібліотека Придніпровського наукового Семінару «Обробка металів тиском» при Національній металургійній академії України – підручники, навчальні посібники, наукові статті. URL: <http://metal-forming.org/index.php/elibrary-omd>. (дата звернення: 27.08. 2019).

Погоджено

з навчальним відділом

О.В. Мисинська
«11» лютого 2019р