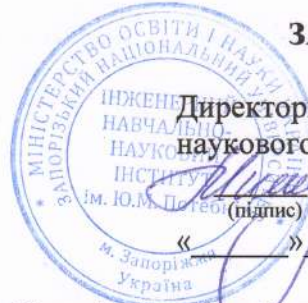


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директорка Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ ім. Ю. М. Потебні
Наталія МЕТЕЛЕНКО
(ініціали та прізвище)
2024

Термічна обробка
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврів
(назва освітнього ступеня)

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

освітньо-професійні програми Металургія, Обробка металів тиском,

Укладач: Кругляк Д.О.к.т.н. доцент, доцент. каф. МТЕТБ
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри металургійних
технологій, екології та техногенної безпеки

Протокол № 7 від “28” грудня 2023 р.
Завідувач кафедри МТЕТБ

Юрій БЕЛОКОНЬ
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ ім. Ю. М. Потебні

Протокол № 6 від “16” січня 2024 р.
Голова науково-методичної ради ІННІ ім.
Ю. М. Потебні

Тетяна ШАРАПОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Оксана ВОДЕННІКОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Дмитро КРУГЛЯК
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Відповідальний за секцію «Металургійний
профіль»

Оксана ВОДЕННІКОВА
(ініціали, прізвище)

2024р.

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 <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва) | Кількість кредитів – 5 | Вибіркова | |
| | | Цикл вільного вибору в межах спеціальності | |
| Спеціальність <u>136 Металургія</u> (шифр і назва) | Загальна кількість годин – 150 | Семестр: | |
| | | 4-й | 4 -й |
| Освітньо-професійна програма <u>Обробка металів тиском.</u> <u>Металургія</u> | Змістових модулів – 8 | Лекції | |
| | | 16 год. | 8 год. |
| Рівень вищої освіти: перший (бакалаврського) | Кількість поточних контрольних заходів – 16 | Практичні | |
| | | 16 год. | 8 год. |
| | | Лабораторні | |
| | | 16 год. | 8 год. |
| | | Самостійна робота | |
| | | 102 год. | 126 год. |
| | | Вид підсумкового семестрового контролю: Залік | |

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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

Завдання 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.

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

| Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності | Методи і контрольні заходи |
|--|---|
| 1 | 2 |
| Загальні компетентності: ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. | Теоретична та практична підготовка: лекції, практичні заняття, творче розкриття питань щодо дисципліни, активна участь на дискусіях, розповідь доповідей. |
| Спеціальні (фахові) компетентності: СК1. Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері металургії, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти. СК4. Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії. СК6. Здатність оцінювати технічні, економічні, екологічні, безпекові та інші ризики при плануванні або впровадженні нових технологічних процесів. | |
| Програмні результати навчання: РН6. Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників. РН7. Аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження. РН8. Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології. РН12. Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей. РН 14. Розуміння теоретичних та технологічних навичок для дослідження та впровадження | Поточний та підсумковий контроль: опитування, перевірка завдань на практичних заняттях, перевірка розв'язання задач, перевірка теоретичних знань у тестовому режимі за допомогою СЕЗН Moodle. Залік |

| | |
|---|--|
| технологій обробки металів тиском у виконанні інноваційних проєктів для оборонної промисловості в галузі механічна інженерія. (відповідно до спеціалізації) | |
|---|--|

Міждисциплінарні зв'язки. Дисципліна «Термічна обробка» є логічним продовженням дисциплін першого (бакалаврського) рівня «Матеріалознавство» та «Металургія чорних металів та «Металургія кольорових металів»», **** написанню кваліфікаційної роботи бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теорія термічної обробки сталі

Фазові перетворення при нагріванні. Перлітне перетворення. Мартенситне перетворення в сталі. Проміжне (бейнітне) перетворення. Термічне і деформаційне старіння вуглецевої сталі.

Змістовий модуль 2. Технологія термічної обробки сталі.

Відпал 1 роду. Відпал 11 роду (фазова перекристалізація). Гартування сталі. Відпуск сталі. Термомеханічна обробка (ТМО) сталі. Поверхнєве загартування сталі.

Змістовий модуль 3. Термічна обробка злитків

Особливості будови литої сталі. Устаткування для термічної обробки злитків. Технологія Відпал 1 роду. Відпал 11 роду (фазова перекристалізація). Гартування сталі. Відпуск сталі. Термомеханічна обробка (ТМО) сталі. Поверхнєве загартування сталі. термічної обробки.

Змістовий модуль 4. Термічна обробка сортового прокату.

Устаткування для термічної обробки листового прокату. Технологія термічної обробки. Контроль якості відпалу. Термічне зміцнення прокату. Термічне зміцнення арматурної сталі

Змістовий модуль 5. Термічна обробка листового прокату.

Устаткування для термічної обробки листового прокату. Технологія термічної обробки. Контроль якості термічної обробки листів.

Змістовий модуль 6. Термічної обробки труб.

Устаткування для термічної обробки труб. Технологія термічної обробки труб. Термічне зміцнення труб з низьковуглецевих сталей. Контроль якості термічної обробки труб.

Змістовий модуль 7. Термічна обробка сталевих виливок

Загальна характеристика сталевих виливок. Технологія термічної обробки виливок. Контроль якості термічної обробки сталевих виливок.

Змістовий модуль 8. Термічна обробка кувань

Режим охолодження кувань після кування-штампування. Термічна обробка кувань із теплозв'язаних корозійностійких і жаростійких сталей. Контроль якості термічної обробки кувань.

4. Структура навчальної дисципліни

| Змістовий модуль | Усього годин | Аудиторні (контактні) години | | | | | | Самостійна робота, год | | Система накопичення балів | | |
|--|--------------|------------------------------|----|-----------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|--------------|
| | | Усього годин | | Лекційні Заняття, год | | Лабораторні / практичні заняття, год | | о/д ф. | з/дист ф. | Теор зав-ня, к-ть балів | Практ ичні зав-ня, к-ть балів | Усього балів |
| | | | | о/д ф. | з/дист ф. | о/д ф. | з/дист ф. | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 15 | 6 | 2 | 2 | 1 | 2/2 | -/1 | 9 | 13 | 1,5 | 6 | 7,5 |
| 2 | 15 | 6 | 3 | 2 | 1 | 2/2 | 1/1 | 9 | 12 | 1,5 | 6 | 7,5 |
| 3 | 15 | 6 | 3 | 2 | 1 | 2/2 | 1/1 | 9 | 12 | 1,5 | 6 | 7,5 |
| 4 | 15 | 4 | 2 | 2 | 1 | -/2 | -/1 | 11 | 13 | 4,5 | 3 | 7,5 |
| 5 | 15 | 6 | 4 | 2 | 1 | 2/2 | 2/1 | 9 | 11 | 1,5 | 6 | 7,5 |
| 6 | 15 | 8 | 4 | 2 | 1 | 4/2 | 2/1 | 7 | 11 | 1,5 | 6 | 7,5 |
| 7 | 15 | 8 | 4 | 2 | 1 | 4/2 | 2/1 | 7 | 11 | 1,5 | 6 | 7,5 |
| 8 | 15 | 4 | 2 | 2 | 1 | -/2 | -1 | 9 | 13 | 4,5 | 3 | 7,5 |
| Усього за змістові модулі | 120 | 48 | 24 | 16 | 8 | 16/16 | 8/8 | 72 | 96 | 18 | 42 | 60 |
| Підсумковий семестровий контроль Залік | 30 | | | | | | | 30 | 30 | 20 | 20 | 40 |
| Загалом | | 150 | | | | | | | | 100 | | |

5. Темі лекційних занять

| № змістового модуля | Назва теми | Кількість годин | |
|---------------------|---|-----------------|-----------|
| | | о/д ф. | з/дист ф. |
| 1 | Фазові перетворення при нагріванні. Перлітне перетворення. Мартенситне перетворення в сталі. Проміжне (бейнітне) перетворення. Термічне і деформаційне старіння вуглецевої сталі. | 2 | 1 |
| 2 | Особливості будови литої сталі. Устаткування для термічної обробки злитків. Технологія термічної обробки. | 2 | 1 |
| 3 | Особливості будови литої сталі. Устаткування для термічної обробки злитків. Технологія термічної обробки. | 2 | 1 |
| 4 | Устаткування для термічної обробки листового прокату. Технологія термічної обробки. Контроль якості відпалу. Термічне зміцнення прокату. Термічне зміцнення арматурної сталі | 2 | 1 |
| 5 | Устаткування для термічної обробки листового прокату. Технологія термічної обробки. Контроль якості термічної обробки листів. | 2 | 1 |
| 6 | Устаткування для термічної обробки труб. Технологія термічної обробки труб. Термічне зміцнення труб з низьковуглецевих сталей. Контроль якості термічної обробки труб. | 2 | 1 |

| | | | |
|--------------|--|-----------|----------|
| 7 | Загальна характеристика сталевих виливок. Технологія термічної обробки виливок. Контроль якості термічної обробки сталевих виливок. | 2 | 1 |
| 8 | Режим охолодження кувань після кування-штампування. Термічна обробка кувань із теплотривких корозійностійких і жаростійких сталей. Контроль якості термічної обробки кувань. | 2 | 1 |
| Разом | | 16 | 8 |

6. Теми практичних робіт

| № мод уля | Назва теми | Кількість годин денна форма | Кількість годин заочна форма |
|------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Визначення напруг при миттєвій зміні температури поверхні | 2 | 1 |
| 2 | Визначення напруг при лінійній зміні температури поверхні | 2 | 1 |
| 3 | Напруги в металі при нагріві в печі з постійною температурою | 2 | 1 |
| 4 | Визначення температури нагріву сталі | 2 | 1 |
| 5 | Визначення тривалості нагріву сталі | 2 | 1 |
| 6 | Визначення часу нагріву по напівемпіричних формулах | 2 | 1 |
| 7 | Визначення температурних напруг в сталі при миттєвій зміні температури поверхні | 2 | 1 |
| 8 | Визначення напруг при лінійній зміні температури поверхні | 2 | 1 |
| Разом | | 16 | 8 |

7. Теми лабораторних робіт

| № мод уля | Назва теми | Кількість годин денна форма | Кількість годин заочна форма |
|------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Термічний аналіз металів | 2 | - |
| 2 | Дослідження впливу температури нагрівання і швидкості охолодження на мікроструктуру і твердість вуглецевих сталей | 2 | 1 |
| 3 | Вплив складу вуглецю на механічні властивості вуглецевих сталей. | 2 | 1 |
| 4 | Дослідження різних способів гартування сталі | 2 | - |
| 5 | Термічна обробка сталі 40 і мікроструктура сталі після різних видів термічної обробки | 4 | 4 |
| 6 | Вплив температури відпуску гартованої вуглецевої сталі на її мікроструктуру і твердість | 4 | 2 |
| Разом | | 16 | 8 |

8. Самостійна робота

| № модуля | Зміст самостійної роботи | Кількість годин, денна форма | Кількість годин, заочна форма |
|----------|--|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР1, ПР1 | 9 | 13 |
| 2 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР2, ПР2 | 9 | 12 |
| 3 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР3, ПР3 | 9 | 12 |
| 4 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР4 (Проміжний тест) | 11 | 13 |
| 5 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР4, ПР5 | 9 | 11 |
| 6 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР5, ПР6 | 7 | 11 |
| 7 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР6, ПР7 | 7 | 11 |
| 8 | Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ПР8 (Проміжний тест) | 9 | 13 |
| | Підготовка до заліку | 30 | 30 |
| | Разом | 102 | 126 |

8. 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 | Лабораторна робота 1 | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів Word, завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4,5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 4,5 |
| | Практична робота 1 | Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 3 |
| Усього за ЗМ 1 | 2 | | | 7,5 |
| 2 | Лабораторна робота 2 | Вимоги до виконання та оформлення: | Кожне завдання лабораторної роботи | 4,5 |

| | | | | |
|-----------------------|----------------------|---|---|------------|
| | | Лабораторна робота у вигляді файлів Word, завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4,5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | |
| | Практична робота 2 | Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 3 |
| Усього за ЗМ 2 | 2 | | | 7,5 |
| 3 | Лабораторна робота 3 | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів Word, завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4,5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 4,5 |
| | Практична робота 3 | Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 3 |
| Усього за ЗМ 3 | 2 | | | 7,5 |
| 4 | Тест 1 | Питання для підготовки: За змістовними модулями 1-4 | Тестові питання. Кількість питань – 9 Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бал. | 4,5 |
| | Практична робота 4 | Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.. | 3 |
| Усього за ЗМ 4 | 2 | | | 7,5 |
| 5 | Лабораторна робота 4 | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів Word, завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4,5 балів з урахуванням | 4,5 |

| | | | | |
|-----------------------|----------------------|---|---|------------|
| | | | відповідей на запитання при захисті роботи. | |
| | Практична робота 5 | Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 3 |
| Усього за ЗМ 5 | 2 | | | 7,5 |
| 6 | Лабораторна робота 5 | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів Word, завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4,5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 4,5 |
| | Практична робота 6 | Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 3 |
| Усього за ЗМ 6 | 2 | | | 7,5 |
| 7 | Лабораторна робота 6 | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів Word, завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4,5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 4,5 |
| | Практична робота 7 | Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | Кожне завдання практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | 3 |
| Усього за ЗМ 7 | 2 | | | 7,5 |
| 8 | Тест 2 | Питання для підготовки: За змістовними модулями 5-8 | Тестові питання. Кількість питань – 9 Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бал. | 4,5 |
| | Практична | Вимоги до виконання та оформлення: | Кожне завдання | 3 |

| | | | | |
|----------------------------------|-----------|---|---|------------|
| | робота 8 | оформлення: Практична робота у вигляді файлів Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ. | практичної роботи за розділом оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. | |
| Усього за ЗМ 8 | 2 | | | 7,5 |
| Усього за змістові модулі | 16 | | | 60 |

9. Підсумковий семестровий контроль

| Форма | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу | Критерії оцінювання | Усього балів |
|--|--------------------------------------|--|---|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Залік | Тестування | Тестування передбачає обмежену у часі (40 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle. | Тестові питання Кількість питань – 20 Правильна відповідь оцінюється у 1 бал. | 20 |
| | Розв'язання задачі | Задача складається з практичного завдання | Правильна відповідь оцінюється у 20 бал з урахуванням кількості виконаних рішень | 20 |
| Усього за підсумковий семестровий контроль | 2 | | | 40 |

10. Рекомендована література

Основна:

1. Серeda Б. П. Термічна обробка металів : нав. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 270 с.
2. Серeda Б. П., Кругляк І. В. Термічна обробка : методичні вказівки до практичних занять для студентів ЗДІА спеціальності «Обробка металів тиском». Запоріжжя, 2004. 66с.
3. Серeda 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. Трофименко В.В., Клименко О.П., Овчаренко В.І. Методичні вказівки з дисципліни “Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство” до виконання лабораторного практикуму з розділу “Вплив деформації та термічної обробки на структуру та властивості матеріалів, частина II (Основи термічної обробки сталі)” для студентів I–III курсів усіх форм навчання / Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2014. 36 с.
2. Будник А.Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць : Навч. посіб. Суми: Вид-во СумДУ, 2008. 212 с.
3. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів / Хільчевський В.В. та ін. Київ : «Либідь», 2002. 328с.

Інформаційні ресурси:

1. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
2. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>
3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>