**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра _____Ливарне виробництво_____
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

# КОМПЛЕКС НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Термообробка виливків
( назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти_____перший (бакалаврський)_____
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань_____13 «Механічна інженерія»_____
(шифр і назва)

спеціальність _____131 «Прикладна механіка»_____
(шифр і назва )

освітня програма __131. 09 «Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє _____ та ювелірне литво»_____
(назви освітніх програм спеціальностей )

вид дисципліни _Профільований пакет дисциплін 09 «Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво»_____
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання _____денна_____
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2022 рік

# АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Назва показників | Характеристика |
|---|---|
| Повна назва дисципліни | Термообробка виливків |
| Викладацький склад | |
| Спеціальність | 131 «Прикладна механіка» |
| Освітня програма | 131. 09 «Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво» |
| Кількість годин | |
| Кредити ECTS | |
| Опис | В рамках курсу ….<br><br>Мета вивчення дисципліни – дати майбутнім фахівцям знання основних сучасних теоретичних уявлень відносно механізмів фазових перетворень, які відбуваються при нагріванні та охолодженні сталей та сплавів, а також придбання вмінь і практичних навичок у галузі термічної обробки металевих виробів різноманітного призначення.<br><br>Результати навчання полягають у наступному: РНз-5; РН-2; РН-4; РН-6; РНс-6<br><br>Методи навчання: …. |
| Тип дисципліни | Обов’язкова/вибіркова |
| Підсумковий контроль | Екзамен/залік у ХХ семестрі |

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Ливарне виробництво
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

«**ЗАТВЕРДЖУЮ**»
Завідувач кафедри Ливарне виробництво
(назва кафедри )

(підпис) Олег АКІМОВ
(ініціали та прізвище)

«_30__»____06____2022 року

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Термообробка виливків
( назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(шифр і назва)

спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва )

освітня програма __131. 09 «Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво»
(назви освітніх програм спеціальностей )

вид дисципліни Профільований пакет дисциплін 09 «Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво»
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2022 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни _Термообробка виливків
(назва дисципліни)

Розробники:

| | | |
|---|---|---|
| __проф., д.т.н., проф._____ | _____ | Катерина КОСТИК___ |
| (посада, науковий ступінь та вчене звання) | (підпис) | (ініціали та прізвище) |
| _____ | _____ | _____ |
| (посада, науковий ступінь та вчене звання) | (підпис) | (ініціали та прізвище) |

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

_____Ливарне виробництво_____
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

Протокол від «_30_»___06_____2022 року № _14____

Завідувач кафедри _____ _Олег АКІМОВ_____
(підпис) (ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

| Шифр та назва освітньої програми | ПІБ Гаранта ОП | Підпис, дата |
|---|---|---|
| 131 «Прикладна механіка» 131. 09 «Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво» | | |

Голова групи забезпечення
спеціальності _____
(ПІБ, підпис)

«_____» _____ 20___ р.

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

| Дата засідання кафедри-розробника РПНД | Номер протоколу | Підпис завідувача кафедри | Гарант освітньої програми |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

## МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: дати майбутнім фахівцям знання основних сучасних теоретичних уявлень відносно механізмів фазових перетворень, які відбуваються при нагріванні та охолодженні сталей та сплавів, а також придбання вмінь і практичних навичок у галузі термічної обробки металевих виробів різноманітного призначення.

Компетентності:

ЗК-5; ЗК-7;ПК-4; ПКс-2.

Результати навчання:

РНз-5; РН-2; РН-4; РН-6; РНс-6.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

| Попередні дисципліни: | Наступні дисципліни: |
|---|---|
| Загальна фізика ЗК-5; РНз-5 | Технологія та обладнання спеціальних видів лиття ЗК-6; ЗК-7; ПК-1;ПК-2; ПК-6; ПКс-2; ПКс-4; ПКс-5 |
| Хімія ЗК-5; РНз-5 | Системи CAD/CAM/CAE в ливарному виробництві ЗК-5; ЗК-7;ЗК-8; ПК-4; ПК-6; ПКс-1; ПКс-2; ПКс-3; ПКс-4 |
| Ресурсозберігаючі технології в ливарному виробництві ЗК-7; ЗК-11; ПК-3; ПК-4 | Теорія формування виливків ЗК-5; ЗК-7; ПК-1; ПКс-2; ПКс-4 РНз-5; РН-2; РН-3; РН-4; РН-5; РН-6; РНс-1; НРс-3; РНс-13 |
| Формувальні матеріали та суміші ПКс-2; ПКс-3; ПК-4; ПК-6; ПКс-2; ПКс-4 | Технологія та обладнання спеціальних видів лиття ЗК-5; ЗК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-5; ПК-8; ПКс-1; ПКс-2; ПКс-3 РНз-5; РНз-6; РНз-7; РНз-8; РН-2; РН-6; РНс-1; РНс-6; РНс-12 |
| Основи теорії ливарних сплавів ЗК-5; ЗК-7; ПК-3; ПК-4; ПКс-2; ПКс-4 | Теплообмін у ливарній формі ЗК-5; ЗК-7; ПК-1; ПКс-2; ПКс-4 РНз-5; РН-2; РН-3; РН-4; РН-5; РН-6; РНс-1; НРс-3; РНс-13 |
| Ливарні сплави та технології плавки ЗК-5; ЗК-7; ПК-3; ПК-4; ПКс-2; ПКс-4 РНз-5; РНз-8;РН-2; РН-3; РН-4; РН-5; РН-6; РНс-6; РНс-7; РНс-10 | |

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

| Семестр | Загальний обсяг | | | За видами аудиторних занять (годин) | | | Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ) | Поточний контроль | Семестровий контроль | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всього (годин) / кредитів ECTS | З них | | | | | | | | |
| | | Аудиторні заняття (годин) | Самостійна робота (годин) | Лекції | Лабораторні заняття | Практичні заняття, семінари | | Контрольні роботи (кількість робіт) | Залік | Екзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 7 | 120/4 | 64 | 86 | 32 | 32 | | КР | 2 | | 2 |
| | | | | | | | | | | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає _____ (%):

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Порядковий № занять | Види навчальних занять (Л, ПЗ, С, І) | Кількість годин | Номери семестрів. Найменування тем і питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу студентам | Інформаційно-методичне забезпечення |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| **1** | **Л1** | **1** | **Змістовий модуль № 1**<br>Теорія термічної обробки сталі<br><br>Тема 1. Перлітне перетворення Продукти перлітного перетворення. Механічні властивості сталі зі структурами перліту, сорбіту й троститу.<br>Мартенситне перетворення в сталі Природа мартенситу. Механізм мартенситного перетворення. Мартенситне перетворення в сталі.<br>Проміжне (бейнітне) перетворення Проміжне перетворення. Ізотермічне перетворення аустеніту в легованих сталях. Механічні властивості сталі з бейнітною структурою. | 1,2,8,9 |
| **2** | **Л2** | **1** | Тема 2. Вплив термічної оборки на структуру Фазові перетворення при нагріванні. Ріст зерна аустеніту при нагріванні. Загальна характеристика перетворення переохолодженого аустеніту (діаграма ізотермічного перетворення аустеніту). | 1,2,3,4 |
| **3** | **Л3** | **1** | Тема 3. Вплив термічної оборки на властивості Ізотермічне перетворення аустеніту в легованих сталях. Карбідоутворюючі елементи. Перетворення аустеніту при безперервному охолодженні. | 1,2,6,7,8 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **4** | **Л4** | **1** | Тема 4. Деформаційно-термічна обробка сталей Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів. Попередня деформація. Деформація при температурі навколишнього середовища. | 2,3,8,9 |
| **5** | **ЛЗ1** | **2** | Дослідження впливу температури нагрівання і швидкості охолодження на мікроструктуру і твердість вуглецевих сталей | |
| **6** | **Л5** | **1** | Тема 5. 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). | 1-11 |
| **7** | **ЛЗ2** | **2** | Вплив складу вуглецю на механічні властивості вуглецевих сталей | |
| **8** | **Л6** | **1** | Тема 6. Гартування сталі Вибір температури гартування. Вибір середовища для нагрівання при термічній обробці. Охолодні середовища для гартування. Закаліваємість і прокалюваємість сталі. Способи гартування. | 1-11 |
| **9** | **ЛЗ3** | **2** | Дослідження різних способів гартування сталі | |
| **10** | **Л7** | **1** | Тема 7. 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. | 1-11 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **11** | **Л8** | **1** | **Змістовий модуль № 2**<br>Теорія термічної обробки чавунів та кольорових сплавів<br><br>Тема 8. Особливості термічної обробки чавунів | 1-11 |
| **12** | **Л34** | **2** | Термічна обробка вуглецевої сталі і мікроструктура сталі після різних видів термічної обробки | |
| **13** | **Л9** | **1** | Тема 9. Особливості термічної обробки кольорових сплавів | 1-11 |
| **14** | **Л10** | **1** | 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. Види хіміко-термічна обробка металів Цементація. Азотування. Ціанування. Борирування, Силіціювння. Цинкування. Адлітування. Дифузійна металізація Насичення поверхні стальної деталі атомами інших металів (алюмінієм, хромом, цинком та ін.). Насичення твердим металізатором, рідким металізатором, газовим металізатором. | 1-11 |
| **Усього** | | **18** | | |

Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.

## САМОСТІЙНА РОБОТА

| № з/п | Назва видів самостійної роботи | Кількість годин |
|---|---|---|
| 1 | Опрацьовування лекційного матеріалу | 30 |
| 2 | Підготовка до практичних (лабораторних) занять | 10 |
| 3 | Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях | 40 |
| 4 | Виконання індивідуального завдання: | 40 |
| 5 | Інші види самостійної роботи | 12 |
| | Разом | 132 |

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

(вид індивідуального завдання)

| № з/п | Назва індивідуального завдання та (або) його розділів | Терміни виконання (на якому тижні) |
|---|---|---|
| | | |

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

(надається опис методів навчання)

- Модульні контрольні роботи (тести, індивідуальні завдання);
- Розрахункові завдання;
- іспит.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

(надається опис методів контролю)

Модульна контрольна робота №1
Модульна контрольна робота №2
Індивідуальне  завдання

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для заліку

| Контрольні роботи | Лабораторні роботи | КР (КП) | РГЗ | Індивідуальні завдання | Тощо | Залік | Сума |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ….. | ….. | …. | … | …. | …. | *…. | 100 |

Таблиця 2. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

| Контрольні роботи | Лабораторні роботи | КР (КП) | РГЗ | Індивідуальні завдання | Тощо | Іспит | Сума |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ….. | ….. | …. | … | …. | …. | ** | 100 |

* На залік виділення балів не обов'язково. Залік може бути отримано за накопиченням балів.

** На іспит потрібно обов'язково виділити бали (кількість балів індивідуально для кожної дисципліни на розсуд викладача)

**Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.**

Згідно основних положень ЄКТС, під **системою оцінювання** слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними **критеріями оцінювання** для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

**Критерії оцінювання –** це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

2. Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 2). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно", „добре", „задовільно" чи „незадовільно") та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Таблиця 3 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

| **Рейтингова Оцінка, бали** | **Оцінка ECTS та її визначення** | **Національна оцінка** | **Критерії оцінювання** | |
|---|---|---|---|---|
| | | | **позитивні** | **негативні** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 90-100 | A | Відмінно | - **Глибоке знання** навчального матеріалу модуля, що містяться в **основних і додаткових літературних джерелах;**<br>- **вміння аналізувати** явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;<br>- **вміння** проводити **теоретичні розрахунки**;<br>- **відповіді** на запитання **чіткі**, **лаконічні, логічно послідовні;**<br>**- вміння вирішувати складні практичні задачі.** | Відповіді на запитання можуть містити **незначні неточності** |
| 82-89 | B | Добре | - **Глибокий рівень знань** в обсязі **обов'язкового матеріалу**, що передбачений модулем;<br>- вміння давати **аргументовані відповіді** на запитання і проводити **теоретичні розрахунки**;<br>- вміння вирішувати **складні практичні задачі.** | Відповіді на запитання містять **певні неточності;** |
| 75-81 | C | Добре | - **Міцні знання** матеріалу, що вивчається, та його **практичного застосування;**<br>**-** вміння давати **аргументовані відповіді** на запитання і проводити **теоретичні розрахунки**;<br>- вміння вирішувати **практичні задачі.** | **-** невміння використовувати теоретичні знання для вирішення **складних практичних задач.** |
| 64-74 | Д | Задовільно | - Знання **основних фундаментальних положень** матеріалу, що вивчається, та їх **практичного застосування**;<br>- вміння вирішувати прості **практичні задачі**. | Невміння давати **аргументовані відповіді** на запитання;<br>- невміння **аналізувати** викладений матеріал і **виконувати розрахунки;**<br>- невміння вирішувати **складні практичні задачі.** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 60-63 | E | Задовільно | - Знання **основних фундаментальних положень** матеріалу модуля,<br>- вміння вирішувати найпростіші **практичні задачі**. | Незнання **окремих (непринципових) питань** з матеріалу модуля;<br>- невміння **послідовно і аргументовано** висловлювати думку;<br>- невміння застосовувати теоретичні положення при розвязанні **практичних задач** |
| 35-59 | FX (потрібне додаткове вивчення) | Незадовільно | **Додаткове вивчення** матеріалу модуля може бути виконане **в терміни, що передбачені навчальним планом**. | Незнання **основних фундаментальних положень** навчального матеріалу модуля;<br>- **істотні помилки** у відповідях на запитання;<br>- невміння розв'язувати **прості практичні задачі.** |
| 1-34 | F (потрібне повторне вивчення) | Незадовільно | - | - Повна **відсутність знань** значної частини навчального матеріалу модуля;<br>- **істотні помилки** у відповідях на запитання;<br>-незнання основних фундаментальних положень;<br>- невміння орієнтуватися під час розв'язання **простих практичних задач** |

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

Навчальний контент, плани практичних занять, індивідуальні завдання, кейси поточних та підсумкового контролю, завдання для комплексної контрольної роботи розміщені на сайті кафедри:
**http://web.kpi.kharkov.ua/lv/**

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література


| | |
|---|---|
| 1 | Materials Science and Engineering. William D. Callister, David G. Rethwisch. 2014. – 905. |
| 2 | Heat Treatment: Master Control Manual. William E. Bryson. Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 2015. – 352. |
| 3 | Пахолюк А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник – Львів: Світ, 2015. – 172с. |
| 4. | Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. – Львів: Світ, 2011. – 624с. |
| 5. | Дяченко С.С. Матеріалознавство: підручник. / С.С. Дяченко, І.В. Дощечкіна, А.О. Мовлян, Е.І. Плешков. – Харків, ХНАДУ, 2007. – 440с. |
| 6. | Materials Science and Engineering. R. Balasubramaniam. John Wiley & Sons, 2009. – 717. |
| 7. | Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. – Київ: Кондор, 2006.- 528 с. |
| 8. | Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О., Лопатько К.Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. – Київ: «Либідь», 2002.- 326 с. |
| 9. | Introduction to Materials Science and Engineering: A Guided Inquiry MasteringEngineering Series. Elliot Douglas. Pearson, 2013. – 357. |
| 10. | The Coming of Materials Science. R.W. Cahn. 2001. – 570. |
| 11. | Materials: Engineering, Science, Processing and Design. Michael F. Ashby, Hugh Shercliff, David Cebon. Elsevier Science, 2019. – 806. |


Допоміжна література

| | |
|---|---|
| 1 | Фільм «Термообробка виливків» |
| 2 | Атлас структур |

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

http://archive.kpi.kharkov.ua/
http://repository.kpi.kharkov.ua/
http://web.kpi.kharkov.ua/lv/

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Ливарне виробництво

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма 131. 09 «Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво»

Форма навчання денна

Навчальна дисципліна Термообробка виливків

Семестр 7

## КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОМУ КОНТРОЛЮ

### ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

**Варіант 1**

Відпал сталі та сплавів

**Варіант 2**

Нормалізація сталі та чавуну

**Варіант 3**

Гартування сталі та сплавів

**Варіант 4**

Відпуск сталі та сплавів

**Варіант 5**

Хіміко-термічна обробка

**Варіант 6**

Термічна обробка чавунів

**Варіант 7**

Поверхневе зміцнення виливків

**Варіант 8**

Термічна обробка титанових сплавів.

**Варіант 9**

Термічна обробка алюмінієвих сплавів.