



## жароміцні сплави

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (Магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) / дистанційна/ змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS, 36 годин лекцій</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекція -1 раз на тиждень <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Биба Євген Георгійович, e-mail: <a href="mailto:egby-iff@ill.kpi.ua">egby-iff@ill.kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://foundry.kpi.ua/courses/heat-resistant-alloys/">https://foundry.kpi.ua/courses/heat-resistant-alloys/</a></i>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Вивчаючи дисципліну, студенти узагальнюють власні знання з різних дисциплін та долучаються до світового досвіду використання сучасних матеріалів з урахуванням технічних, технологічних, економічних та екологічних факторів. Дисципліна спрямована на вивчення загальних концепцій формування структури та особливих властивостей жароміцних сплавів; знайомство з сучасними технологічними схемами виробництва даних матеріалів; вивчення областей та способів застосування жароміцних сплавів з урахуванням особливостей умов експлуатації.*

*Метою навчальної дисципліни є засвоєння студентами основних положень взаємозв'язку структури і властивостей жароміцних матеріалів; загальних відомостей щодо закономірностей формування структури матеріалів при фазових переходах в умовах зміни фізико-хімічних параметрів, а також знайомство з основами сучасних і новітніх методів аналізу та контролю матеріалів.*

*Предметом вивчення навчальної дисципліни «Жароміцні сплави» є сучасні матеріали, їх хімічні, фізичні та фізико-механічні властивості, а також процеси і технології, які знайшли своє застосування для створення жароміцних сплавів.*

##### **Програмні результати навчання відповідно до освітньої програми:**

*ПР 1. Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.*

*ПР 5. Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.*

ПР 11. Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.

**Компетентності, яких набуває студент:**

**Фахові компетентності:**

ФК1. Здатність вибирати матеріал для виготовлення продукції з метою забезпечення заданих властивостей.

ФК 4. Здатність застосовувати методи стандартних випробувань для визначення фізичних, хімічних, структурних та механічних властивостей вихідних матеріалів та готової продукції.

ФК 8. Здатність використовувати професійні знання для забезпечення якості та оптимізації технологічних процесів та продукції.

ФК12. Здатність здійснювати оптимізацію технологічних процесів з метою отримання якісної продукції.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідно володіти знаннями з дисциплін «Металознавство», «Спеціальні та особливі види лиття» «Металургія благородних металів», «Сталеве литво».

Вивчення дисципліни сприяє засвоєнню навчальних дисциплін циклу професійної підготовки.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Розділ 1.** Жароміцні і жаростійкі сплави, загальні відомості, історія розвитку.

**Розділ 2.** Жароміцні сплави із легованих порошків.

**Розділ 3.** Дисперснозміцнені жароміцні сплави.

**Розділ 4.** Сплави на основі інтерметалідів.

**Розділ 5.** Методи визначення основних жароміцних властивостей металів і сплавів.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Базова література:

1. Спеціальні сплави, РЗМ та благородні метали. Навчальний посібник / Куцова В.З., Носко О.А., Ковзель М.А. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2007. – 163 с.
2. Манько Т.А. та ін. Спеціальне металознавство/ Підручник для студ. вищих навч. закл.- Дн-вск: АРТ-ПРЕС, 2004.- 216 с.
3. Буренніков, Ю. А. Нові матеріали та композити : навчальний посібник / Ю.А.Буренніков, І. О. Сивак, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 161с.
4. Металознавство і технологія конструкційних матеріалів : навчальний посібник / Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О. та ін. - К.: Либідь, 2002. - 328 с.
5. Дурягіна З.А. Сплави з особливими властивостями : навч. посібник / З.А. Дурягіна, О.Я. Лизун, В.Л. Пілюшенко. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007. – 236 с.

Додаткова література:

6. Азаренков М. О. Сучасні конструкційні матеріали – композити : навчально-методичний посібник / М. О. Азаренков, В. Є. Семененко, М. М. Пилипенко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2004. – 75 с.
7. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін. – К.: Вища школа, 2002. – 374 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи лабораторних робіт. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

## 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Зміст лекційних занять

Заняття 1. Історія розвитку виробництва жароміцних сплавів. Структура і хімічний склад жароміцних сплавів.[1-7]

Заняття 2. Загальні положення та визначення. Основні групи жароміцних матеріалів. [1-7]

Заняття 3. Жароміцні сплави на основі нікелю, титану та кобальту. Жароміцні сплави на основі нікелю. Жароміцні сплави на основі титану. Жароміцні сплави на основі кобальту.[1-7]

Заняття 4. Жароміцні сплави на основі тугоплавких металів. Загальні положення. Вольфрам і його сплави. Молибден і його сплави. [1-7]

Заняття 5. Жаростійкі сталі та сплави.[1-7]

Заняття 6. Отримання легованих порошків жароміцних сплавів, їх структура та властивості.[1-7]

Заняття 7. Леговані порошки отримані при високих швидкостях кристалізації.[1-7] **Тематична контрольна робота**

Заняття 8. Дисперснозміцнені жароміцні сплави. Загальна характеристика.[1-7]

Заняття 9. Отримання та механізми зміцнення жароміцних порошків.[1-7]

Заняття 10. Термомеханічна обробка та компактування порошкових жароміцних сплавів.[1-7]

Заняття 11. Окислення, корозія та механічні властивості порошкових жароміцних сплавів.[1-7]

### Тематична контрольна робота

Заняття 12.Тенденції розвитку дисперснозміцнених сплавів.[1-7]

Заняття 13. Сучасні металеві, керамічні та метало-керамічні жароміцні сплави.[1-7]

Заняття 14. Сплави на основі інтерметалідів.Загальні положення, класифікація та галузі використання. [1-7]

Заняття 15.Сплави на основі алюмінідів титану та нікелю.[1-7]

Заняття 16. Области використання сплавів на основі інтерметалідів. [1-7]

Заняття 17. Методи визначення основних жароміцних властивостей металів і сплавів. Випробування на повзучість, релаксацію.[1-7]

### Залік

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 84 години) з дисципліни полягає в:

- підготовці до лекційних занять – в розрахунку 3 години на 1 лекцію (54 годин)
- підготовці до тематичних контрольних робіт – 21 година.
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (9 годин).

## Політика та контроль

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування усіх видів занять не є обов'язковим.
- Пропущене без поважної причини лекційне заняття студент повинен відпрацювати шляхом написання тестування з кожної пропущеної теми.
- Під час усіх видів робіт забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Тестування за пропущену лекцію має бути пройдено не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими

«Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

- експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях – максимум 2 бали, всього 36 балів.
- МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді тестів на 7-му та 11-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожний тест 32 балів, всього складає 64 бали за семестр.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивну оцінку за тематичну контрольну роботу №1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивну оцінку за тематичну роботу №2.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів, відповідно:

- Експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях не менше 15
- Тематичні контрольні роботи не менше 45.

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, студент має право здавати залікову контрольну роботу, що складається з двох завдань. Проводиться письмово, на написання відводиться 2 академічні години. У випадку, якщо оцінка за залікову контрольну менша ніж за рейтингом, застосовується «м'який» PCO (студент отримує більшу з оцінок із отриманих за результатами залікової контрольної або за рейтингом).

Відповідь на кожне з питань оцінюється у 50 балів за 100-бальною шкалою, відповідно:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *Перелік питань, які виносяться на семестровий та календарний контроль знаходиться в Додатку А.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доцентом каф. Ливарного виробництва, к.т.н., Бибою Євгеном Георгійовичем

Ухвалено кафедрою Ливарного виробництва (протокол № 12 від 26 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією Науково навчального Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)

## ДОДАТОК А

### Перелік питань на семестровий та календарний контроль з дисципліни «Функціональні матеріали та покриття»

#### **До тематичної контрольної роботи №1**

1. Що називають жароміцним матеріалом?
2. В чому різниця між жароміцністю і жаростійкістю?
3. Що передувало інтенсивному розвитку жароміцних сплавів?
4. Поясніть, у результаті чого відбувається газова корозія.
5. Дайте визначення жаростійкості або окалиностійкості.
6. Назвіть елементи, якими легують залізо для підвищення його жаростійкості.
7. Наведіть приклади марок жаростійких сталей.
8. Назвіть вироби, які виготовляють із жаростійких сталей.
9. Поясніть, чому алюмінієві сплави типу АМг поступаються чистому алюмінію по жаростійкості.
10. Поясніть, чому жаростійкість промислових сплавів на основі міді вище жаростійкості чистої міді.
11. Назвіть мідні сплави, які відрізняються високою жаростійкістю.
12. Поясніть, як можна підвищити жаростійкість титану.
13. Дайте визначення жароміцності.
14. Поясніть важливість жароміцності при виборі металу.
15. Поясніть, які дії вживають для забезпечення жароміцності в полікристалічних матеріалах.
16. Перелічіть основні групи жароміцних матеріалів.
17. Назвіть матеріали, які застосовують при температурі вище 1000<sup>o</sup>C.
18. Опишіть групи, на які ділять мартенситні сталі.
19. Назвіть основні легуючі елементи аустенітних сталей.
20. Назвіть легуючі елементи, що додатково вводять в аустенітні сталі.
21. Назвіть групи, на які ділять аустенітні жароміцні сталі.
22. Наведіть приклади марок аустенітних жароміцних сталей.
23. Перелічіть легуючі елементи, якими легують жароміцні нікелеві сплави, вкажіть вміст хрому.
24. Дайте визначення суперсплавом.
25. Опишіть температурні властивості суперсплавів на основі титану
26. Запропонуйте легуючі елементи для підвищення жаростійкості сплавів на основі заліза.
27. Від чого залежить жароміцність сталі?

#### **До тематичної контрольної роботи №2**

28. Що собою являють дисперснозміцнені сплави?
29. Якими методами отримують жароміцні порошки?
30. Переваги і недоліки отримання і використання дисперснозміцнених жароміцних порошків.
31. Дайте визначення повзучості.
32. За яких умов виникає повзучість металів?
33. Перелічіть ділянки, із яких складається крива повзучості.
34. Поясніть, від чого залежить розвиток кожної стадії на кривій повзучості.
35. Назвіть критерії жароміцності.
36. Дайте визначення межі повзучості.
37. Сформулюйте поняття корозія.
38. Назвіть види корозії
39. Сформулюйте поняття корозійна стійкість.

40. Вкажіть критерій корозійної стійкості.
41. Сформулюйте поняття корозійностійкої сталі.
42. Назвіть основний легуючий елемент корозійностійких сталей.
43. Назвіть легуючі феритоутворюючі елементи, якими легують корозійностійкі сталі для одержання необхідного комплексу властивостей.
44. Опишіть зв'язок корозійної стійкості сталей феритного класу та вмісту в них хрому, вуглецю та азоту.
45. Які механічні властивості можна встановити при розтягуванні металу?
46. Поясніть фізичний зміст таких характеристик як межа міцності, границя текучості, відносне подовження і відносне звуження металу.
47. Яким чином отримують дисперсно-зміцнені КМ?
48. Наведіть переваги і недоліки дисперсно-зміцнених КМ.