ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

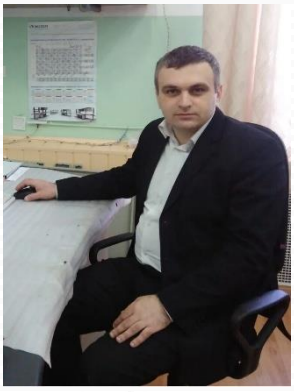
Факультет Інженерно-фізичний
Кафедра Фізичне матеріалознавство

СИЛАБУС
вибіркової навчальної дисципліни
кафедрального каталогу
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РОБОТИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК ТА ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

6/180 (кредитів/годин)

другого рівня вищої освіти

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА



ПІБ, посада, науковий ступінь
Глотка Олександр Анатолійович, кандидат технічних наук,
доцент кафедри «Фізичне матеріалознавство»
Контактна інформація:
Глотка О.А Телефон викладача: +38(096)4275651
e-mail: glotka-alexander@ukr.net
Аудиторія: 156

Час і місце проведення консультацій:
Згідно з графіком консультацій

ОПИС КУРСУ

Дисципліна присвячена розгляду всебічних знань з аналізу вхідних даних для оптимального вибору матеріалів (жароміцних, корозійностійких, зносостійких, зварювальних), а також данні (виробнича програма, номенклатура виробів, базові технології термічної обробки, різновиди обладнання тощо) та пропонувати раціональні рішення з урахуванням досягнення певної економічної ефективності та економічної доцільності. Отримати навички з розробки, прогнозуванню та проектуванню нових матеріалів з використанням програмного забезпечення.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Метою курсу є розширення знань магістрів про жароміцні матеріали з врахуванням специфіки умов їх експлуатації при забезпеченні тривалої працездатності газотурбінних установок в екстремальних умовах, специфіка легування цих матеріалів, технології, які використовуються для виготовлення відповідальних деталей гарячого тракту різного функціонального призначення. Розвинення знань та навичок магістрів щодо перспектив розвитку в напрямку розробки як нових сплавів, так і вдосконалення (модернізації) складів існуючих промислових марок, призначених для роботи в екстремальних умовах, з метою покращення комплексу їх технологічних і службових властивостей. При вивченні

дисципліни використовуються результати науково-дослідних робіт співробітників кафедри фізичного матеріалознавства та аналізуються їх теоретична та практична значимість.

загальні компетентності: вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми; здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень; уміння складати наукові та науково-технічні звіти за результатами роботи.

фахові компетентності: здатність критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання та обробки; знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретних умов експлуатації; здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується; здатність інтерпретувати, презентувати і захищати результати науково-дослідницької діяльності в фаховому середовищі та публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях; здатність виявляти об'єкти для їх вдосконалення з метою покращення комплексу технологічних і службових властивостей; знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та виробів, здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання; здатність розробляти програми, організовувати та проводити комплексні випробування матеріалів, напівфабрикатів та виробів; здатність застосовувати системний підхід до вирішення прикладних задач при виробництві, обробці, експлуатації та утилізації матеріалів та виробів; здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування виробів з застосованими процесами термічної обробки.

Очікувані програмні результати навчання: отримання знань щодо основних процесів термічної обробки жароміцних сплавів, які застосовують для роботи в екстремальних умовах газотурбінних установок, основних характеристик, які забезпечують необхідну температурну працездатність жароміцних матеріалів в екстремальних умовах; перспективних технологій, які застосовуються з метою здійснення термічної обробки відповідальних деталей гарячого тракту газотурбінних двигунів різного функціонального призначення. Одержання знань про жароміцні сплави з урахуванням специфіки умов їх експлуатації для забезпечення тривалої працездатності газотурбінних установок в екстремальних умовах. Знання щодо перспектив розвитку в напрямку розробки як нових, так і вдосконалення (модернізації) існуючих промислових технологій термічної обробки деталей, призначених для роботи в екстремальних умовах, з метою покращення комплексу їх технологічних і службових властивостей.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Для опанування дисципліни студент повинен мати базові знання з фізики та хімії.

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год.
1	2	3
Змістовий модуль 1		
1-3	Тема 1. Жароміцні нікелеві сплави (ЖНС) для отримання литих деталей методом рівноосьової кристалізації (РК). Специфіка їх легування, структуроутворення і режими термічної обробки.	Застосування аналітичних методів для розрахунку параметрів структурної стабільності жароміцних нікелевих сплавів (4 год)

3-5	Тема 2. Жароміцні нікелеві сплави (ЖНС) для отримання литих деталей методом спрямованої кристалізації (СК). Специфіка їх легування, структуроутворення і режими термічної обробки.	Моделювання термодинамічних процесів фазових перетворень в сплавах за їх хімічним складом. Розрахунки типу і кількості фаз та їх хімічного складу в структурі сплавів. (4 год)
6-8	Тема 3. Жароміцні нікелеві сплави (ЖНС) різних поколінь для отримання литих деталей з монокристалічною (МК) структурою. Специфіка їх легування, структуроутворення і режими термічної обробки.	Розрахунки фізичних властивостей на основі хімічного складу сплавів з використанням моделювання термодинамічних процесів. (4 год)
Змістовий модуль 2		
8-10	Тема 4. Жароміцні кобальтові сплави (ЖКС). Специфіка їх легування, структуроутворення і режими термічної обробки.	Розрахунки критичних температур за хімічним складом сплавів з використанням моделювання термодинамічних процесів і за методикою «КРАМ». (4 год)
10-12	Тема 5. Зносостійкі і зварювальні жароміцні нікелеві сплави (ЖНС) і жароміцні кобальтові сплави (ЖКС). Специфіка їх легування, структуроутворення і режими термічної обробки.	Вплив системи легування сплавів на їх корозійні властивості. Розрахунки корозійних характеристик за методикою «КРАМ». (4 год)
13-15	Тема 6. Перспективи розвитку жароміцних матеріалів при використанні їх для роботи в екстремальних умовах ГТУ.	Вплив системи легування сплавів на їх механічні властивості. Розрахунки границь короткочасної і тривалої міцності за методикою «КРАМ». (4 год)

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота – це вид розумової діяльності, за якої студент самостійно (без сторонньої допомоги) опрацьовує в кожному змістовному модулі перелік тем та на основі опрацювання інформаційних джерел веде пошук відповідей на існуючі питання.

Головною метою самостійної роботи є засвоєння навчального матеріалу, розвиток у здобувачів когнітивного мислення і формування у них свідомості.

Самостійна робота здобувачів вищої освіти є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від аудиторних навчальних занять час. Навчальний час, відведений для самостійної роботи здобувачів, регламентується робочим навчальним планом.

Самостійна робота здобувачів передбачає виступи на наукових конференціях (друковані тези); участь у Інтернет-конференціях; реферат з теми (модуля) або вузької проблематики; написання есе, творчих завдань тощо.

Рівень виконання здобувачами самостійної роботи враховується при виставленні підсумкової оцінки за змістовими модулями навчальної дисципліни.

Здобувачі вищої освіти мають змогу отримати завдання та завантажити свої напрацювання в систему дистанційного навчання (Moodle) НУ «Запорізька політехніка» (https://moodle.zp.edu.ua/).

Консультативна допомога здобувачам вищої освіти надається у таких формах:

- особистої зустрічі викладача і здобувача за графіком консультацій;
- відеоконференцій на платформі Zoom (особиста або колективна);

- листування за допомогою електронної пошти;
- відеозустріч, аудіоспілкування або у месенджерах (за графіком консультацій викладача);
- спілкування по телефону (крім вихідних та святкових днів).

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Матеріали для роботи в екстремальних умовах ГТУ» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / Укл.: С.В. Гайдук, С.Б. Бєліков. Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 89 с.

2. Конспект лекцій з дисципліни «Спеціальні розділи матеріалознавства. Спеціальні розділи термодинаміки і кінетики фазових перетворень» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання: частина I / Укл.: С.В. Гайдук, С.Б. Бєліков. Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 76 с.

3. Конспект лекцій з дисципліни «Спеціальні розділи матеріалознавства. «Спеціальні розділи термодинаміки і кінетики фазових перетворень» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання: частина II / Укл.: С.В. Гайдук, С.Б. Бєліков. Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. 66 с.

4. Гайдук, С.В. Наукові основи проектування ливарних жароміцних нікелевих сплавів з необхідним комплексом службових властивостей / С.В. Гайдук, С.Б. Бєліков. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. 80 с.

5. Гайдук С.Б. Розвиток і застосування наукових принципів легування для розробки жароміцних нікелевих сплавів з гарантованими властивостями : дисертація на здобуття наук. ступеня д-ра. техн. наук : 05.02.01 / Гайдук Сергій Валентинович. Запоріжжя, 2018. 404 с.

6. Ye, T. Study on Material Performance Calculation and Rolling Process Simulation of 35W210X Advanced High Strength Silicon Containing Steel / T. Ye, B. Chen, Z. Li [et al.] // Manufacturing Technology. – 2025. – Vol. 25, № 4. – P. 549–558. – DOI: 10.21062/mft.2025.055.

7. Бєліков, С.Б. Розвиток наукових принципів легування ливарних жароміцних нікелевих сплавів з метою підвищення корозійної стійкості деталей в умовах високотемпературного середовища газотурбінних установок : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. техн. наук : 05.02.01 / Бєліков Сергій Борисович. Запоріжжя, 1996. 48 с.

8. Glotka A.A. Distribution of alloying elements in the structure of heat-resistant nickel alloys in secondary carbides/ A.A. Glotka, S.V. Gaiduk // Journal of Applied Spectroscopy. - Vol. 87, November, 2020. PP. 812-819, DOI 10.1007/s10812-020-01075-2 **НБД Scopus/ Web of Science**

9. Glotka O.A. Distribution of Elements in Carbides of Multicomponent Superalloys/ O.A. Glotka, S. V. Haiduk// Metallofiz. Noveishie Tekhnol. - **42**, No. 6, 2020. – Pp. 869–884 (in Russian), DOI: 10.15407/mfint.42.06.0869. **НБД Scopus**

10. Ol'shanetskii V.E. Distribution of Elements Within Carbides of Multicomponent Alloys of the Ni – Cr – Co – Al – W – Re – Ta – Mo – Nb – C System / *V.E. Ol'shanetskii, A.A. Glotka* // Metal Science and Heat Treatment. 2021. Vol. 63, No. 5-6. PP. 318-326. https://doi.org/10.1007/s11041-021-00689-3 **НБД Scopus**

11. Hlotka A. A. Prediction of the thermodynamic processes of phase separation in single-crystal refractory alloys based on nickel / A. A. Hlotka, S. V. Haiduk// Materials Science. 2020. Vol. 55, No. 6. PP. 878-883 https://doi.org/10.1007/s11003-020-00382-5. **НБД Scopus/ Web of Science**

12. Glotka A.A. Modeling of carbides composition in welded alloy system Ni-34Cr-4,3W-2,3Mo-1,3Al-1,3Ti-1,3Nb-0,1C/ A.A. Glotka, V.E. Ol'shanetskii // Acta metallurgica Slovaca. 2021. Vol. 27, No. 3. PP. 157-161, https://doi.org/10.36547/ams.27.3.1049

Інформаційні джерела

1. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. URL: https://cutt.ly/08JNNyK (дата звернення: 04.08.2026).
2. Основи матеріалознавства. Навчальний посібник. 2019 рік URL: https://cutt.ly/N8JNoGQ (дата звернення: 04.08.2026).

ОЦІНЮВАННЯ

Контроль успішності здобувачів, як сукупність усвідомлених дій, спрямованих на отримання відомостей про рівень опанування ним програмного матеріалу, оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками і вміннями, що необхідні для виконання завдань професійної діяльності, є важливою ланкою навчального процесу. Формами контролю, що використовується при перевірці (виявлені знань, умінь та навичок), оцінюванні (вимірюванні знань, умінь, навичок) та обліку (фіксування) отриманих результатів є поточний, рубіжний (модульний) та підсумковий контролі. Поточний контроль знань, вмінь та навичок пов’язаний з усіма видами навчальної роботи і спонукає здобувачів готуватись до занять систематично і планомірно, накопичуючи тим самим максимально можливу суму балів за встановлений період навчання (модуль, семестр тощо). Рубіжний (модульний) контроль знань, вмінь та навичок є показником якості вивчення окремих розділів, тем і пов'язаних з цим пізнавальних, методичних, психологічних і організаційних якостей здобувачів. Підсумковий контроль є формою перевірки здобувачів щодо оцінки набутих ними тих компетентностей, що передбачені освітньою програмою. З основних форм організації перевірки знань, навичок і вмінь (індивідуальна, фронтальна і групова) використовуються індивідуальна та групова. Для реалізації цих форм перевірки, залежно від форми контролю, використовують такі методи, як усне опитування (виконання завдань для виступу на семінарському занятті), письмовий контроль (перевірка виконаних групою модульних контрольних робіт), презентаційний контроль (перевірка підготовлених презентаційних та відеоматеріалів), тестовий контроль (перевірка тестів) письмово або ж за допомогою комп’ютерних технологій. Підсумковий контроль з освітнього компонента здійснюється у формі екзамену.

Поточний контроль: – Виконання та захист звітів з лабораторних робіт всього максимально 50 балів. Оцінюється самостійність виконання роботи, грамотність в оформленні та правильність виконання. Критерії оцінювання та кількість балів за лабораторні роботи:

- робота виконана правильно і самостійно та звіт зданий з першого разу (відмінно) – 10-9 балів;
- робота виконана самостійно, але є неточності у розрахунках та оформленні (добре) –8-7 балів;
- робота виконана самостійно, але є помилки у розрахунках та оформленні, неповні відповіді на запитання (задовільно) – 5-6 балів;
- робота виконана не самостійно, є помилки у розрахунках та оформленні, незадовільні відповіді на запитання – 4 бали і менше.

До кожної лабораторної роботи студент повинен підготувати звіт, який складається із: номера; назви; мети; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначання та умовні позначення; порядок виконання. На занятті студенти після опитування допускаються до виконання лабораторної роботи. Після чого викладач проводить ознайомлення студентів із обладнанням і алгоритмом проведення лабораторної роботи. В кінці лабораторної роботи студенти отримують результати досліду. У продовж тижня студенти дооформляють звіт лабораторної роботи відповідно до вимог завдання і на наступному занятті її захищають

Рубіжний (модульний) контроль проводять двічі на семестр. Максимальна оцінка 50 балів за тест. Мінімальна позитивна оцінка за тест 12 балів. Бали знижуються за неточності, помилки та неправильні відповіді.

Критерії оцінювання та кількість балів:

- повна відповідь –50-45 балів;
- неповна відповідь – -44-36 балів;
- неповна відповідь з неточностями – 35-12 балів;
- незадовільна відповідь – 11 балів і менше.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий позитивний рейтинг не менше 60 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт.

Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Залікова контрольна робота складається з чотирьох питань. Проводиться письмово, на написання відводиться 2 академічні години часу. Сумарна максимальна оцінка складає 100 балів, яка складається з балів, які студент отримує за відповіді на питання, максимально 25 балів за кожне питання, тобто, 25 балів × 4 =100 балів.

Критерії оцінювання відповідей на питання та кількість балів за залікову контрольна роботу: – «відмінно» (25-24 бали), повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації), студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу; – «дуже добре» (23-22 бали), достатньо повна відповідь (не менше 85 % потрібної інформації), студент демонструє хороші знання навчального матеріалу; – «добре» (21-19 балів), достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності; – «задовільно» (18-17 балів), неповна відповідь (але не менше 65 % потрібної інформації), студент задовільно засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань; – «достатньо» (16-15 балів), неповна відповідь (але не менше 60 % потрібної інформації), студент задовільно засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві помилки, щодо використання отриманих знань; – «незадовільно» (14 балів і менше), незадовільне знання теорії (менше 60 % потрібної інформації) та відсутність вміння та навичок у вирішенні поставлених завдань, відповідь не відповідає умовам до «задовільно». Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді, за неповну відповідь, неточності, за неправильне використання термінів.

Критерії оцінювання

<table>
<tr><td colspan="6">Поточне тестування та самостійна робота</td><td>Підсумковий тест (залік)</td><td>Підсумкова середньозважена оцінка</td></tr>
<tr><td colspan="3">Змістовий модуль №1</td><td colspan="3">Змістовий модуль № 2</td><td>100</td><td>100</td></tr>
<tr><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т5</td><td>Т6</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>20</td><td>20</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td>10</td></tr>
</table>

Т1, Т2, Т3, …Т6,– теми змістових модулів.

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Організація навчання та комунікація. Основні навчальні матеріали, завдання для самостійної роботи, критерії їх оцінювання та терміни виконання розміщуються в системі Moodle. Консультації проводяться відповідно до графіка консультацій викладача, а за необхідності — із застосуванням засобів дистанційного зв'язку.

Відвідування занять. Відвідування навчальних занять є важливою складовою опанування дисципліни. У разі пропуску заняття здобувач самостійно опрацьовує відповідний навчальний матеріал та за потреби може отримати консультацію викладача. Оцінювання здійснюється на підставі досягнення визначених результатів навчання та виконання передбачених програмою контрольних завдань.

Дедлайни та повторне виконання робіт. Терміни виконання навчальних завдань повідомляються здобувачам заздалегідь та зазначаються в Moodle. За наявності обґрунтованих обставин термін виконання може бути змінений за погодженням із викладачем. Роботи, за які отримано результат нижчий від мінімально встановленого рівня, можуть бути доопрацьовані та повторно подані відповідно до встановленого порядку.

Академічна доброчесність. Здобувачі зобов'язані дотримуватися Закону України «Про академічну доброчесність», Кодексу академічної доброчесності та інших нормативних документів НУ «Запорізька політехніка». Не допускаються академічний плагіат, фабрикація або фальсифікація даних, списування, виконання оцінюваної роботи іншою особою, недоброчесне використання результатів, згенерованих штучним інтелектом, та інші порушення академічної доброчесності.

Використання генеративного штучного інтелекту. Використання технологій генеративного штучного інтелекту здійснюється відповідно до Декларації про принципи використання генеративного штучного інтелекту в НУ «Запорізька політехніка». Допустимий рівень використання ШІ визначається умовами конкретного навчального завдання. У разі його використання здобувач повинен дотримуватися встановлених вимог щодо зазначення такого використання та самостійно перевіряти достовірність використаної інформації.

Оскарження результатів оцінювання. Здобувач має право отримати від викладача пояснення щодо результатів оцінювання та оскаржити результати контрольного заходу відповідно до нормативних документів НУ «Запорізька політехніка».

Академічна взаємодія. Учасники освітнього процесу дотримуються принципів взаємної поваги, академічної етики, недискримінації та толерантності. Цифрові пристрої можуть використовуватися під час занять у навчальних цілях за умови, що це не перешкоджає освітньому процесу.

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.