



СИЛАБУС

вибіркової навчальної дисципліни

«СПЕЦІАЛЬНІ СТАЛІ ТА СТОПИ В ГАЗОТУРБОБУДУВАННІ».

Обсяг: 3 кредитів/90 годин (лекції - 18 годин, лабораторні роботи – 18 годин, самостійна робота - 54 годин). Вид контролю – залік.

Галузь знань: 13 Механічна інженерія. Спеціальність: 132 Матеріалознавство. Освітня програма: Прикладне матеріалознавство. Ступінь вищої освіти: перший рівень.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА



**Грабовський Володимир Якович, доцент,
канд. техн. наук**

Контактна інформація:

- номер телефону 095 733 5536;
- e-mail vladimirgr45@ukr.net;
- навчальний корпус 1, номер аудиторії 158

**Час і місце проведення консультацій:
відповідно додатковій інформації**

ОПИС КУРСУ

В курсі дисципліни головна увага приділена розгляду наступного: особливості роботи деталей ГТУ та вибір матеріалів в залежності від умов експлуатації; сутність різних механізмів зміцнення жароміцних сплавів; класифікація, принципи легування та характеристики сталей та сплавів, що використовуються в газотурбобудуванні; види термічної обробки та відповідні структурні перетворення жароміцних сплавів на основі нікелю; особливості легування ВТК-стійких жароміцних нікелевих сплавів для лопаток ГТУ; різновиди способів отримання виробів литвом; вплив тривалої експлуатації на зміни структури та властивостей виробів з нікелевих жароміцних сплавів і використання системи PHASCOMP для прогнозування утворення ТЩУ фаз; вимоги та технологія нанесення захисних покриттів на лопатки ГТД; сплави на основі важкотопких металів, керамічні матеріали та біметалеві композиції для ГТД.



МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Мета курсу.

Розширення уявлення і знань студентів щодо механізмів зміцнювання, впливу легування, термічної обробки та технології отримання на службові характеристики спеціальних матеріалів для виготовлення деталей газотурбінних установок відповідно до вимог, що висуваються до цих деталей

Компетентності та результати навчання, формування яких забезпечує вивчення дисципліни.

Загальні компетентності

- КЗ.01.** Здатність до системного мислення, аналізу та синтезу.
- КЗ.02.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- КЗ.03.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- КЗ.04.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

Фахові компетентності

- КС.01.** Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань.
- КС.02.** Здатність продемонструвати розуміння проблем якості матеріалів та виробів.
- КС.03.** Здатність продемонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в галузі матеріалознавства.
- КС.04.** Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства.
- КС.05.** Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.
- КС.06.** Здатність обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації.
- КС.07.** Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей.

Очікувані результати навчання

РН1. Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

РН2. Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства



РН3. Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі завдання відповідно до спеціальності ; розуміти важливість не технічних (суспільство, здоров'я і безпека, охорона навколишнього середовища, економіка, промисловість) обмежень.

РН4. Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультуватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

З метою полегшення процесу та досягнення необхідного рівня засвоєння матеріалу даної дисципліни, її вивченню повинно передувати ознайомлення з наступними курсами: «Металознавство», «Теорія термічної обробки», «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, години	Теми практичних (лабораторних) робіт, години
Змістовий модуль 1		
1	Тема 1. Вступ. Умови роботи деталей газових турбін та вибір для них матеріалів. Теоретичні основи та механізми зміцнення сталей та сплавів (2 години).	Лр. № 1. Жароміцні сплави на основі нікелю. Класифікація, вплив легування на структуру та фізико-механічні властивості (6 годин).
2	Тема 2 Сталі та сплави для деталей гарячого тракту ГТУ, їх. класифікація, характеристики та призначення. Жароміцні сплави на основі нікелю, принципи їх легування та термічної обробки в залежності від умов експлуатації (4 години).	
3	Тема 4 Жароміцні сплави на основі нікелю, принципи їх легування та термічної обробки в залежності від умов експлуатації (2 години).	Лр. № 2. Термічна обробка, вибір режимів обробки жароміцних сплавів на основі нікелю (початок, 2 години).



Змістовий модуль 2		
4	Тема 5. Структурні перетворення при термічній обробці жароміцних нікелевих сплавів та забезпечення службових властивостей (2 години).	Лр. № 3. Термічна обробка, вибір режимів обробки жароміцних сплавів на основі нікелю (завершення, 4 години).
5	Тема 6. Жароміцні сталі та різні сплави в газотурбобудуванні, їх класифікація та характеристики (2 години).	
6	Тема 7. Тривала експлуатація деталей ГТУ; утворення ТЦУ- фаз та їх вплив на властивості, система PHASOMP (2 години).	Лр. № 4. Розрахунки стабільності ливарних жароміцних сплавів на основі нікелю за методом PHASOMP (4 годин).
7	Тема 8. Покриття для захисту деталей ГТУ; їх види та нанесення. Перспективи розвитку матеріалів ГТУ (2 години).	

САМОСТІЙНА РОБОТА

Перелік тем та умови виконання самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Тижні Навчання	
1	2	3	4	
1	Вибір матеріалів для деталей ГТУ в залежності від умов експлуатації з урахуванням температур, діючих напружень та корозійного впливу продуктів горіння пального.	4	2	
2	Загальні підходи до легування жароміцних сплавів на основі нікелю алюмінієм та титаном.	4	2	
3	Використання твердорозчинного зміцнення: для підвищення характеристик матеріалів для деталей ГТУ.	6	2	
4	Використання зміцнення дисперсними частинками для підвищення характеристик матеріалів для деталей ГТУ.	4	2	
5	Принципи вибору границь легування для забезпечення заданого комплексу властивостей жаро-	6	3	



	міцних сплавів.			
6	Механізми зміцнення жароміцних сталей аустенітного класу,	4	4	
7	Особливості технології термічної обробки деталей ГТУ (лопатки, диски турбін).	4	5	
8	Сплави на основі кобальту, принципи легування та особливості зміцнення,	4	6	
9	Умови утворення ТЩУ-фаз та їх вплив на властивості	6	7	
10	Вимоги до захисних покриттів на деталях ГТД та їх різновиди.	4	8	
11	Особливості термічної обробки та експлуатації деталей ГТД з захисними покриттями	6	8	
12	Використання сплавів на основі важкотопких металів для деталей ГТД.	4	9	
13	Види та виготовлення керамічних матеріалів для деталей ГТД.	4	9	
	Разом	58		

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Література

Базова

1. Конспект лекцій (1 частина) з дисципліни «Спеціальні сталі та сплави в газотурбобудуванні» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / Укл.: В.Я. Грабовський, О.А. Глотка. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2025. 54 с.

2. Конспект лекцій (2 частина) з дисципліни «Спеціальні сталі та сплави в газотурбобудуванні» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / Укл.: В.Я. Грабовський, О.А. Глотка. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2025. 82 с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Спеціальні сталі та сплави в газотурбобудуванні» для студентів спеціальності 132



«Матеріалознавство» всіх форм навчання / Укл.: Глотка О.А., Грабовський В.Я. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2024. 38 с.

4. Черненко В. Металознавство./ В.Черненко, О. Бялік, В. Писаренко, Ю. Москаленко. Львів: Політехніка, 2018. 384 с.

5. Новітні технології заготівельного виробництва: навчальний посібник/ В.Я. Грабовський, О.В. Лисиця – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 112 с.

6. Конспект лекцій (I частина) з дисципліни “Перспективні технології отримання матеріалів та деталей в ГТУ” для студентів спеціальностей за ОПП 132 «Прикладне матеріалознавство», 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання /Укл.: В.Я. Грабовський, О.В. Лисиця. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». 2023, 74 с.

8. Конспект лекцій (частина II) з дисципліни “Перспективні технології отримання матеріалів та деталей в ГТУ” для студентів спеціальностей за ОПП 132 «Прикладне матеріалознавство», 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання /Укл.: В.Я. Грабовський, О.В. Лисиця. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». 2023, 50 с.

Допоміжна

1. Sims Ch., Hagel V. The Superalloys.-1976. 599 p.
<http://geca.area.ge.cnr.it/files/9014.pdf>

2. Адаскін А.М. Матеріалознавство в машинобудуванні
https://stud.com.ua/73668/tehnika/materialoznavstvo_v_mashinobuduvanni#goog_rewarded

ОЦІНЮВАННЯ

Засоби оцінювання

- поточний контроль знань на лекційних заняттях;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання завдань на модульних контролях;
- опитування при складанні екзамену.

Розподіл балів оцінювання

Поточне оцінювання					Підсумкова поточна оцінка					Підсумкова середньозважена оцінка
Модуль 1				Модуль 2					100	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T5		
10	20	30	40	20	10	40	20	10		

T1, T2 ... T5 – теми змістових модулів



Підсумкова оцінка формується за 100-бальною шкалою згідно наступного розподілу: за практичні заняття - до 40 балів, за відповіді на тестові питання до 60 балів.

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Політика щодо строків виконання та перескладання:

- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- самостійна робота включає в себе самостійне опрацювання питань, що стосуються тем лекційних занять, які не викладені під час занять або ж були розглянуті коротко, їх поглиблене опрацювання за рекомендованою літературою, а також виконання практичних завдань з метою закріплення теоретичного матеріалу;
- індивідуальну роботу студент виконує самостійно, відповідно до методичних вказівок та визначених викладачем завдань і термінів;
- ліквідація заборгованості відбувається під час проведення консультацій з дисципліни за графіком визначеним викладачем;
- здобувачі вищої освіти мають право отримати оцінку за залік автоматично – у випадку, якщо впродовж семестру набрали від 60-100 балів;
- здобувачі вищої освіти, після завершення аудиторних занять, мають право підвищити свою оцінку лише під час складання заліку (підсумкового оцінювання) за графіком екзаменаційної сесії.

Політика щодо відвідування:

- відвідування занять (лекцій, практичних занять) є обов'язковим компонентом навчання;
- з об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, індивідуальний графік, карантин) навчання може відбуватись у дистанційному режимі. За погодженням із керівником курсу студент може презентувати виконані завдання під час консультацій;
- здобувач зобов'язаний дотримуватися термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Політика щодо проведення аудиторних занять. Під час проведення аудиторних занять слід дотримуватися встановленого порядку, брати активну участь в обговоренні запропонованих питань, висловлюючи та відстоюючи власну думку, виказуючи повагу та толерантність до чужої думки. Мобільні пристрої можна використовувати під час проведення аудиторних занять лише з дозволу викладача. За «гострої» потреби дозволяється залишати аудиторію на короткий час.

Політика щодо академічної доброчесності спрямована на самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога за-



стосується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності визначених Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізької політехніки» від 29.06.2021 р. (Див. URL: https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних. Обмін персональними даними між викладачем і здобувачем вищої освіти в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (Див. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>).

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

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