

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Фізичного матеріалознавства

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор (перший проректор)

В.Г. Прушківський

20 19 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНА КОРОЗИЯ МАТЕРІАЛІВ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 «Матеріалознавство»

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) «Прикладне матеріалознавство»

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Фізико-технічний інститут,

Інженерно-фізичний факультет

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма «Високотемпературна корозія матеріалів газотурбінних установок» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітня програма (спеціалізація) «Прикладне матеріалознавство» « 09 » 09, 2019 року - 11 с.

Розробники: Гайдук С. В., д.т.н., професор, Ткач Д.В., к.т.н., доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри

Протокол від «09» вересня 2019 року № 1

Завідувач кафедри фізичного матеріалознавства

(найменування кафедри)

« 09 » 09 20 19 року _____ (Ольшанецький В.Ю.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією _____ факультету

(найменування факультету)

Протокол від «17» вересня 2019 року № 1

« 17 » 09 20 19 року Голова _____ (Клишак В.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми* _____

« _____ » _____ 20 _____ року Керівник групи _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,0	Галузь знань 13 Механічна інженерія	Нормативна <u>(за вибором)</u>	
	Спеціальність <u>132</u> «Матеріалознавство»		
Модулів – 1	Освітня програма (спеціалізація) «Прикладне матеріалознавство»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <small>(назва)</small>		Семестр	
Загальна кількість годин - 90		7-й	7-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента -	Освітній ступінь: бакалавр	Лекції	
		14 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		14 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		62 год.	84 год.
Індивідуальні завдання:			
-			
Вид контролю: залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання - (0,45) ; (40% до 60%) ;

для заочної форми навчання - (0,07) ; (7% до 93%).

1. Мета навчальної дисципліни

Мета дисципліни «Високотемпературна корозія матеріалів газотурбінних установок» є розширення уявлення про основні особливості корозійних руйнувань деталей гарячої частини ГТУ, вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на корозійну стійкість деталей з жароміцних сплавів та способів її підвищення.

Завдання: є розвинення знань та навичок студентів в напрямку вивчення жароміцних матеріалів та основних особливостей корозійних руйнувань деталей гарячої частини ГТУ.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

загальні компетентності: КЗ.01; КЗ.02; КЗ.03; КЗ.04; КЗ.05; КЗ.07; КЗ.08; КЗ.10; КЗ.12: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; здатність приймати обґрунтовані рішення; здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність працювати автономно; здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; прагнення до збереження навколишнього середовища.

фахові компетентності: КС.02; КС.03; КС.05; КС.06; КС.07; КС.08; КС.09; КС.12; КС.14: здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів; здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства; здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем; здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань; здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства; здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів у професійній діяльності; здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем; здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів; здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів.

Очікувані програмні результати навчання: ПРН 2 знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми; ПРН 3 володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій; ПРН 8 уміти застосувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі; ПРН 14 розуміти будову металів, неметалів, композитів та функціональних матеріалів методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення; ПРН 17 знати і використовувати методи фізичного і математичного моделювання при створенні нових та удосконаленні існуючих матеріалів, технологій їх виготовлення; ПРН 27 знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Термодинаміка та кінетика високотемпературного окислення (ВТО).

Термодинамічна можливість окислення металів та сплавів. Вимоги до захисних оксидних шарів. Критерій суцільності. Кінетика процесу окислення, лінійний, логарифмічний, параболічний та ступеневий закони.

Тема 2. Вплив зовнішніх факторів на процес ВТО. Основні показники корозійної стійкості.

Вплив температури, тиску, рухомості газового середовища на процес ВТО. Багаточарові окалини, умови їх утворення. Втрата (приріст) маси, питома втрата (приріст) маси, глибина корозійного проникнення (рівномірна та зерномежова), середня швидкість корозії.

Тема 3. Окислення сплавів та теорії жаростійкого легування.

Окислення сплавів. Теорія Вагнера-Хауффе. Теорія Смірнова. Теорія Архарова. Внутрішнє окислення сплавів. Особливості ВТО складнолегованих сплавів, залежність типу оксидних плівок та жаростійкості від хімічного складу сплавів.

Тема 4. Основні особливості ВТК жароміцних сплавів.

Високотемпературна корозія як прискорене та катастрофічне руйнування. Двостадійність процесу ВТК. Типова морфологія продуктів високотемпературної корозії. Вплив зовнішніх факторів на процес ВТК, критична температура.

Змістовий модуль 2.

Тема 5. Вплив ВТК на жароміцність сплавів.

Вплив ВТК на довготривалу міцність. Вплив ВТК на повзучість та витривалість.

Тема 6. Механізми ВТК.

Лужне флюсування. Кислотне флюсування. Сульфідкування. Утворення летких продуктів корозії. Електрохімічна гіпотеза. Сульфідно-оксидна корозія.

Тема 7. Вплив складу сплавів на їх стійкість до ВТК. Методи визначення стійкості сплавів в умовах ВТК.

Вплив металу основи сплаву. Вплив окремих легувальних елементів (хром, алюміній, титан, вольфрам, молібден, кобальт, тантал, ніобій, церій, ітрій). Комплексний вплив легувальних елементів на стійкість сплавів в умовах ВТК. Типові схеми легування жароміцних сплавів на основі нікелю. Методи визначення стійкості матеріалів в умовах ВТК.

Тема 8. Захисні покриття.

Доцільність використання захисних покриттів. Руйнування захисних покриттів. Дифузійні покриття. Покриття, що наносяться напиленням, їх хімічній склад та властивості.

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Макроскопічне та мікроскопічне дослідження зразків та деталей ГТУ з різними видами корозійних пошкоджень	2
2	Оцінка жаростійкості (корозійної стійкості) дослідних сплавів	4
3	Визначення характеристик жаростійкості сплавів параметричним методом	4
4	Визначення фазового складу продуктів високотемпературної корозії та окислення	4
	Усього	14

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Термодинаміка та кінетика високотемпературного окислення (ВТО)	9
2	Тема 2. Вплив зовнішніх факторів на процес ВТО. Основні показники корозійної стійкості.	5
3	Тема 3. Окислення сплавів та теорії жаростійкого легування.	8
4	Тема 4. Основні особливості ВТК жароміцних сплавів.	9
5	Тема 5. Вплив ВТК на жароміцність сплавів.	8
6	Тема 6. Механізми ВТК.	5
7	Тема 7. Вплив складу сплавів на їх стійкість до ВТК. Методи визначення стійкості сплавів в умовах ВТК.	9
8	Тема 8. Захисні покриття.	9
	Разом	62

8. Індивідуальні завдання

9. Методи навчання

- розповідь для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- лабораторна робота для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- індуктивний метод для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу для створення проблемної ситуації.

10. Очікувані результати навчання з дисципліни

Володіти логікою та методологією наукового пізнання; знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі високотемпературної корозії матеріалів ГТУ; володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій; вміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства; знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання; розуміти будову і призначення корозійностійких матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей; кваліфіковано вибирати матеріали для виготовлення деталей ГТУ різного призначення; 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 функціонального призначення матеріалів ГТУ в енергетиці; здатність виявляти корозійностійкі базові (серійні сплави) для їх вдосконалення з метою покращення комплексу технологічних і службових властивостей; знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів; знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування; знання принципів, методів та нормативної бази стандартизації, сертифікації й акредитації матеріалів та виробів з них; вільно спілкуватися державною мовою з професійних питань як усно, так і письмово.

11. Засоби оцінювання

Для студентів усіх форм навчання: тестування з кожного змістовного модулю, усне опитування, письмові завдання.

12. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (залік)	Підсумкова середньозважена оцінка
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	100	100
25	25	25	25	25	25	25	25		

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Високотемпературна корозія матеріалів газотурбінних установок» для студентів напряму 6.050403 «Інженерне матеріалознавство» всіх форм навчання / Укл.: С.Б. Беліков, Л.П. Степанова, Д.В. Ткач. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014 - 58 с.

2. Конспект лекцій з дисципліни «Високотемпературна корозія матеріалів газотурбінних установок» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / Укл. : С.В. Гайдук. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 84 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Никитин, В. И. Коррозия и защита лопаток газовых турбин / В.И. Никитин. - Л.: Машиностроение, 1987. - 272 с.

2. Никитин, В. И. Расчет жаростойкости материалов / В.И. Никитин. - М. : Металлургия, 1975. - 208 с.

3. Беліков, С.Б. Розвиток наукових принципів легування ливарних жароміцних нікельових 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 / Беліков Сергій Борисович. - Запоріжжя, 1996. - 48 с.

4. Брике, Н. Введение в высокотемпературное окисление металлов / Н. Брике, Дж. Майер. - М.: Металлургия, 1987. - С. 129-138.

5. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. - М. : Металлургия, 1976. - С. 17-23.

6. Шлягер, М.А. Коррозия и защита металлов / М.А. Шлугер, Ф.Ф. Ажогин, Е.А. Ефимов. - М.: Металлургия, 1981. - С. 18-21.

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

8. Гайдук, С.В. 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.

9. Мровец, С. Современные жаростойкие материалы / С. Мровец, Т. Вебер. – М.: Металлургия, 1986. – 382 с.

10. Коваль, А.Д. Научные основы легирования жаропрочных никелевых сплавов, стойких против высокотемпературной коррозии (ВТК) / А.Д. Коваль, С.Б. Беліков, Е.Л. Санчугов [и др.]. - Препринт. - К.: УМК ВО, 1990. - 56 с.

11. Симс, Ч. Жаропрочные сплавы / Ч. Симс, В. Хагель. – М.: Металлургия, 1976. – 586 с.

12. Уманский, Я.С. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия / Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Н.М. Расторгуев. - М. : Металлургия, 1982. - С. 275-289, 549-567.

Допоміжна

1. Пат. 35414А, Україна, МПК⁶ С22С 19/05. Жароміцний корозійностійкий нікелевий сплав / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук та ін. ; заявник і дотримувач Запорізький держ. техн. ун-т ; заявл. 11.10.99, № 99105517 ; опубл. 15.03.01, Бюл. № 2. – 8 с.

2. Пат. 48317, Україна, МПК⁶ С22С 19/03, 19/05. Сплав для виготовлення великогабаритних лопаток газових турбін / А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук, А.Д. Коваль та ін. ; заявник і дотримувач Запорізький держ. техн. ун-т ; заявл. 17.02.00, № 2000020889 ; опубл. 15.08.02, Бюл. № 8. – 10 с.

3. Беліков, С.Б. Принципи легування корозійностійких ливарних жароміцних сплавів на основі нікелю для деталей гарячої частини газотурбінних установок / С.Б. Беліков, А.Д. Коваль // Металознавство та обробка металів. – 1995. - № 2. – С. 20–26.

4. Пат. 67814, Україна, МПК⁶ С22С 19/05. Ливарний жароміцний корозійностійкий нікелевий сплав / С.В. Гайдук, А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, В.В. Кононов та ін. ; заявник і дотримувач Запорізький нац. техн. ун-т. - № u 2011 08648 ; заявл. 11.07.11 ; опубл. 12.03.12, Бюл. №5. - 6 с.

5. Пат. 48242, Україна, МПК⁶ С22С19/05. Ливарний жароміцний нікелевий сплав / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук, В.В. Кононов та ін. ; заявник і патентовласник Запорізький нац. техн. ун-т; заявл. 21.09.2009, № u2009 09668; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5. – 8 с.

6. Пат. 48240, Україна, МПК⁶ С23С 10/00 С23С 28/00. Спосіб одержання виробів з корозійностійким високотемпературним покриттям / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук, В.В. Кононов та ін. ; заявник і патентовласник Запорізький нац. техн. ун-т; заявл. 21.09.2009, № u2009 09664; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5. – 14 с.

7. Паспорт властивостей на жароміцний корозійностійкий сплав ЖСЗЛС / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, В.І. Шмирко: утв. проректор з наукової роботи Ю.М. Внуков.- Запоріжжя, 2003.-10 с.

8. Пат. 67814 України на КМ, МПК⁶ С22С 19/00. Ливарний жароміцний нікелевий сплав / П.Д. Жеманюк, В.В. Клочихин, Є.В. Мілонін, В.В. Наумик, С.В. Гайдук, П.Є. Малиновский; заявник і патентовласник АТ «МОТОР СІЧ» ; заявл. 19.03.2018, № U201802749 ; опубл. 25.10.2018., Бюл. №20. – 4 с.

14. Інформаційні ресурси

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
3. Материаловедение <http://www.materialscience.ru/>
4. Материаловедение и ТКМ <http://www.twirpx.com/files/machinery/material/>
5. Библиотека машиностроителя <http://lib-bkm.ru/load/2>
6. <http://www.evek.org/materials/splav-vgl12e.html>
7. http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stn/AISI304
8. <https://scholar.google.ru/citations?user=F6S6dlkAAAAJ&hl=ru>

СИЛЛАБУС**ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНА КОРОЗІЯ МАТЕРІАЛІВ ГАЗОТУРБІННИХ
УСТАНОВОК**

Тип: вибіркова

Курс (рік навчання): 4(1)

Семестр: 1

Кредити: 3

Викладач: Гайдук Сергій Валентинович, докт. техн. наук, професор.

Розподіл годин: загальна кількість 90 годин (14 годин лекцій, 14 годин практичних робіт, 62 години самостійної роботи).

Лекції, лабораторні роботи.

Метою курсу «Високотемпературна корозія матеріалів газотурбінних установок» є розширення уявлення про основні особливості корозійних руйнувань деталей гарячої частини ГТУ, вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на корозійну стійкість деталей із жароміцних сплавів та способів її підвищення, а також розвинення знань та навичок студентів в напрямку вивчення жароміцних матеріалів та основних особливостей корозійних руйнувань деталей гарячої частини ГТУ.

Вміст курсу: термодинамічна можливість окислення металів та сплавів; вимоги до захисних оксидних шарів; критерій суцільності; кінетика процесу окислення, лінійний, логарифмічний, параболічний та ступеневий закони; вплив температури, тиску, рухомості газового середовища на процес ВТО; багатошарові окалини, умови їх утворення; втрата (приріст) маси, питома втрата (приріст) маси, глибина корозійного проникнення (рівномірна та зерно межова), середня швидкість корозії; окислення сплавів; теорія Вагнера-Хауффе, теорія Смирнова, теорія Архарова; внутрішнє окислення сплавів; особливості ВТО складнолегованих сплавів, залежність типу оксидних плівок та жаростійкості від хімічного складу сплавів; високотемпературна корозія (ВТК) як прискорене та катастрофічне руйнування; двостадійність процесу ВТК; типова морфологія

продуктів високотемпературної корозії; вплив зовнішніх факторів на процес ВТК, критична температура; вплив ВТК на довготривалу міцність; вплив ВТК на повзучість та витривалість; лужне флюсування, кислотне флюсування, сульфидування; утворення летких продуктів корозії; електрохімічна гіпотеза; сульфідно-оксидна корозія; вплив металу основи сплаву; вплив окремих легувальних елементів (хром, алюміній, титан, вольфрам, молібден, кобальт, тантал, ніобій, церій, ітрій); комплексний вплив легувальних елементів на стійкість сплавів в умовах ВТК; типові схеми легування жароміцних сплавів на основі нікелю; методи визначення стійкості матеріалів в умовах ВТК; доцільність використання захисних покриттів; руйнування захисних покриттів; дифузійні покриття; покриття, що наносяться напиленням, їх хімічний склад та властивості.

Структура курсу:

1. Вступ (предмет, задачі та зміст дисципліни).
2. Термодинаміка та кінетика високотемпературного окислення (ВТО).
3. Вплив зовнішніх факторів на процес ВТО. Основні показники корозійної стійкості.
4. Окислення сплавів та теорії жаростійкого легування.
5. Основні особливості ВТК жароміцних сплавів.
6. Вплив ВТК на жароміцність сплавів.
7. Механізми ВТК.
8. Вплив складу сплавів на їх стійкість до ВТК. Методи визначення стійкості сплавів в умовах ВТК.
9. Захисні покриття.

Курс буде складатися з 3 кредитів лекційного курсу та лабораторних робіт, які кожен студент повинен виконати під час курсу, з метою засвоєння теоретичного матеріалу та набуття навичок в розв'язанні як теоретичних, так і практичних завдань.

Результати навчання:

1. Володіти логікою та методологією наукового пізнання.

2. Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі високотемпературної корозії матеріалів ГТУ.

3. Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій.

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

5. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.

6. Розуміти будову і призначення корозійностійких матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виготовлення деталей ГТУ різного призначення.

7. Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультиватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до функціонального призначення матеріалів ГТУ в енергетиці.

8. Здатність виявляти корозійностійкі базові (серійні сплави) для їх вдосконалення з метою покращення комплексу технологічних і службових властивостей.

9. Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів.

10. Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування.

11. Знання принципів, методів та нормативної бази стандартизації, сертифікації й акредитації матеріалів та виробів з них.

12. Вільно спілкуватися державною мовою з професійних питань як усно, так і письмово.

Бакалаври отримають всебічні знання з даної дисципліни, матимуть змогу аналізувати призначення корозійностійких матеріалів і оптимальний їх вибір та пропонувати раціональні рішення з урахуванням досягнення певної економічної ефективності та економічної доцільності.

Оцінювання: за результатами засвоєння дисципліни виконуються лабораторні роботи і складається залік. При оцінюванні враховується здатність самостійно обирати корозійностійкі матеріали за заданими властивостями і технології отримання з них деталей гарячого тракту газових турбін, з урахування умов експлуатації, навички у володінні сучасними інформаційними і комунікаційними методами під час вибору корозійностійких матеріалів.

При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності та економічної доцільності.

У разі відвідування всіх занять і своєчасного виконання всіх лабораторних робіт може бути використана наступна схема оцінювання (за засвоєння тем курсу):

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			100	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
40	30	30	30	30	40		

У разі невідвідування певних тем та несвоєчасного виконання лабораторних робіт оцінка може знижуватись шляхом віднімання певної кількості балів у відповідності до вищевказаної таблиці. Зниження оцінки може бути скомпенсоване шляхом відпрацювання пропущених занять та виконання додаткових завдань.

Академічна доброчесність: студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших здобувачів освіти. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

Література:

1. Никитин, В. И. Коррозия и защита лопаток газовых турбин / В.И. Никитин. - Л.: Машиностроение, 1987. - 272 с.
2. Никитин, В. И. Расчет жаростойкости материалов / В.И. Никитин. - М. : Металлургия, 1975. - 208 с.

3. Беліков, С.Б. Розвиток наукових принципів легування ливарних жароміцних никельових 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/ Беліков Сергій Борисович. - Запоріжжя, 1996. - 48 с.

4. Брике, Н. Введение в высокотемпературное окисление металлов / Н. Брике, Дж. Майер. - М.: Металлургия, 1987. - С. 129-138.

5. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. - М.: Металлургия, 1976. - С. 17-23.

6. Шлягер, М.А. Коррозия и защита металлов / М.А. Шлугер, Ф.Ф. Ажогин, Е.А. Ефимов. - М.: Металлургия, 1981. - С. 18-21.

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

8. Гайдук, С.В. 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.

9. Мровец, С. Современные жаростойкие материалы / С. Мровец, Т. Вебер. – М.: Металлургия, 1986. – 382 с.

10. Коваль, А.Д. Научные основы легирования жаропрочных никелевых сплавов, стойких против высокотемпературной коррозии (ВТК) / А.Д. Коваль, С.Б. Беликов, Е.Л. Санчугов [и др.]. - Препринт. - К.: УМК ВО, 1990. - 56 с

11. Симс, Ч. Жаропрочные сплавы / Ч. Симс, В. Хагель. – М.: Металлургия, 1976. – 586 с.

12. Уманский, Я.С. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия / Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Н.М. Расторгуев. - М. : Металлургия, 1982. - С. 275-289, 549-567.

13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Високотемпературна корозія матеріалів газотурбінних установок» для студентів

напряму 6.050403 «Інженерне матеріалознавство» всіх форм навчання / Укл.: С.Б. Беліков, Л.П. Степанова, Д.В. Ткач. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014 - 58 с.

14. Конспект лекцій з дисципліни «Високотемпературна корозія матеріалів газотурбінних установок» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / Укл. : С.В. Гайдук. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 84 с.

15. Пат. 35414А, Україна, МПК⁶ С22С 19/05. Жароміцний корозійностійкий нікелевий сплав / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук та ін. ; заявник і дотримувач Запорізький держ. техн. ун-т ; заявл. 11.10.99, № 99105517 ; опубл. 15.03.01, Бюл. № 2. – 8 с.

16. Пат. 48317, Україна, МПК⁶ С22С 19/03, 19/05. Сплав для виготовлення великогабаритних лопаток газових турбін / А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук, А.Д. Коваль та ін. ; заявник і дотримувач Запорізький держ. техн. ун-т ; заявл. 17.02.00, № 2000020889 ; опубл. 15.08.02, Бюл. № 8. – 10 с.

17. Беліков, С.Б. Принципи легування корозійностійких ливарних жароміцних сплавів на основі нікелю для деталей гарячої частини газотурбінних установок / С.Б. Беліков, А.Д. Коваль // Металознавство та обробка металів. – 1995. - № 2. – С. 20–26.

18. Пат. 67814, Україна, МПК⁶ С22С 19/05. Ливарний жароміцний корозійностійкий нікелевий сплав / С.В. Гайдук, А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, В.В. Кононов та ін. ; заявник і дотримувач Запорізький нац. техн. ун-т. - № u 2011 08648 ; заявл. 11.07.11 ; опубл. 12.03.12, Бюл. №5. - 6 с.

19. Пат. 48242, Україна, МПК⁶ С22С19/05. Ливарний жароміцний нікелевий сплав / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук, В.В. Кононов та ін. ; заявник і патентовласник Запорізький нац. техн. ун-т; заявл. 21.09.2009, № u2009 09668; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5. – 8 с.

20. Пат. 48240, Україна, МПК⁶ С23С 10/00 С23С 28/00. Спосіб одержання виробів з корозійностійким високотемпературним покриттям / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, С.В. Гайдук, В.В. Кононов та ін. ; заявник і патентовласник

Запорізький нац. техн. ун-т; заявл. 21.09.2009, № u2009 09664; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5. – 14 с.

21. Паспорт властивостей на жароміцний корозійностійкий сплав ЖСЗЛС / А.Д. Коваль, А.Г. Андрієнко, В.І. Шмирко: утв. проректор з наукової роботи Ю.М. Внуков.- Запоріжжя, 2003. -10 с.

22. Пат. 67814 України на КМ, МПК⁶ С22С 19/00. Ливарний жароміцний нікелевий сплав / П.Д. Жеманюк, В.В. Клочихин, Є.В. Мілонін, В.В. Наумик, С.В. Гайдук, П.Є. Малиновський; заявник і патентовласник АТ «МОТОР СІЧ» ; заявл. 19.03.2018, № U201802749 ; опубл. 25.10.2018., Бюл. №20. – 4 с.