

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Фізико-механічного  
інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України  
академік НАН України  
З.Т. Назарчук



## Силабус

для вивчення дисципліни «**Фізико-хімічні проблеми матеріалознавства**» для  
аспірантів, спеціальність 132 «Матеріалознавство» Фізико-механічний Інститут  
ім. Г.В. Карпенка НАН України.

### 1. Викладач

*Студент Олександра Зиновіївна, д.т.н., професор*

Контактний телефон: (067) 284-31-95; [student@ipm.lviv.ua](mailto:student@ipm.lviv.ua)

*Наукові інтереси:* Вивчення фізико-хімічних процесів в конструкційних матеріалах під час їх тривалої експлуатації за впливу різних технологічних чинників таких як робочі корозійно-активні середовища, температура і напруження, дослідження структурних і фрактографічних особливостей деградації конструкційних матеріалів різного призначення після експлуатації в різних технологічних процесах, оцінювання міри їх деградації за механічними властивостями при випробуваннях на розтяг, удар та статичну і циклічну тріщинотійкість, пошук кореляцій між структурними, фрактографічними ознаками деградації матеріалів та їх механічними властивостями як базис для прогнозування зміни характеристик роботоздатності експлуатованих матеріалів під час їх тривалої роботи в елементах відповідальних конструкцій.

### 2. Назва, код дисципліни та кількість кредитів.

«**Фізико-хімічні проблеми матеріалознавства**» спеціальність 132  
«Матеріалознавство», код: 132, кількість кредитів – 2.

### 3. Місце проведення навчальної дисципліни та час.

ФМІ НАН України (ГК, кім. 67, 35); відповідно до розкладу.

**4. Пререквізити навчальної дисципліни:** знати базові положення сучасного матеріалознавства, механізми взаємодії технологічних середовищ з конструкційними матеріалами, принципи вибору матеріалів для забезпечення їх роботоздатності в різних технологічних процесах та методи їх покращення, володіти знаннями про структуру та механічні властивості конструкційних матеріалів, вживаних у різних галузях сучасного виробництва відповідальних елементів в авіа- і машинобудуванні, енергетиці, в системах нафто-і газопостачання тощо; вміти обирати конструкційні матеріали під конкретні технологічні умови їх експлуатації і мати уявлення про застосовувати стосовно них методів покращення їх властивостей з використанням сучасних технологій термічного оброблення, нанесення захисних покриттів, використання інгібіторного захисту; знати основні закономірності формування механічних властивостей та принципи виготовлення і застосування сучасних конструкційних матеріалів у технологічних процесах; вміти аналізувати та користуватися інформацією з сучасних вітчизняних та закордонних джерел для глибокого аналізу об'єкту досліджень та обґрунтування актуальності проведення наукового дослідження; вміти використовувати сучасне устаткування для проведення досліджень структури матеріалів та фрактографічного обстеження поверхонь експлуатаційних зламів елементів конструкцій, як основи їх експертизи для встановлення причин пошкодження.

**Постреквізити:** за результатами вивчення цієї дисципліни будуть отримані базові знання щодо розуміння природи явищ, які виникають під час взаємодії агресивних технологічних середовищ з напруженим металом, про механізми їх негативного впливу та засоби його нівелювання, способи визначення стадійності та оцінювання негативного впливу агресивних технологічних середовищ на характеристики роботоздатності конструкційних матеріалів; слухачі навчатимуться обирати методи підвищення роботоздатності матеріалів під конкретні технологічні умови експлуатації на реальних об'єктах; використовувати руйнівні і неруйнівні методи матеріалознавчих досліджень для оцінювання зміни структурно-фазового стану і мікропошкоженості деградованих матеріалів для обґрунтування можливості їх подальшої експлуатації в різних галузях виробництва.

#### **5. Вимоги навчальної дисципліни.**

Вивчення курсу «**Фізико-хімічні проблеми матеріалознавства**» є обов'язковим. Об'єм навчального навантаження складає 2 кредити із них 32годин – лекції, 8 год – практичні, 20 години – самостійна робота. Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкового відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісної своєчасної виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.

#### **6. Характеристика дисципліни.**

*Завдання учбової дисципліни.* Освоїти сучасні уявлення щодо принципів вибору конструкційних матеріалів під конкретні технологічні умови та способів

оцінювання стабільності їх властивостей в часі тривалої експлуатації в реальних елементах конструкцій.

*Мета викладання дисципліни* – надати можливість опанувати комплексом сучасних знань щодо принципів вибору конструкційних матеріалів для тривалої експлуатації в реальних технологічних процесах з урахуванням чинників впливу на їх роботоздатність та ознайомити з матеріалознавчими підходами щодо оцінювання поточного технічного стану експлуатованих матеріалів.

*План викладання дисципліни:*

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин		
	усього	У тому числі	
		аудиторні	самостійна робота
<b>Змістовний модуль 1. Основні положення сучасного матеріалознавства. Конструкційні та жароміцні матеріали. Вплив легувальних елементів на фізико-механічні характеристики матеріалів. Механізми взаємодії технологічних середовищ з конструкційними матеріалами, принципи вибору матеріалів для забезпечення їх роботоздатності в різних технологічних процесах та методи їх покращення</b>			
<b>Тема 1.</b> Сплави на основі алюмінію. Характеристики та властивості. Вплив основних легуючих елементів (мідь, магній, марганець, літій) на структуру та властивості. Дисперсійне зміцнення. Термообробка алюмінієвих сплавів. Застосування алюмінієвих сплавів в літаках.	4	3	2
<b>Тема 2.</b> Титанові сплави. Чистий титан. Характеристики та властивості. Вплив легування (Cr, Al, Si) та спеціальних обробок на властивості. Характеристики та властивості авіаційних титанових сплавів.	4	3	1
<b>Тема 3.</b> Магнієві сплави. Характеристика, переваги та недоліки. Застосування в авіабудуванні. Сплави на основі міді. Свинцеві бронзи.	4	2	2
<b>Тема 4.</b> Конструкційні сталі. Вплив термообробок на границю міцності. Жароміцні сталі. Склад, структура, властивості. Дисперсійне зміцнення.	4	3	2

Способи підвищення теплостійкості та жароміцності. Застосування жароміцних сталей.			
<b>Тема 5.</b> Сплави на основі нікелю. Загальна характеристика. Нікелеві сплави електротехнічного призначення. Температурні властивості нікелевих сплавів. Корозійна стійкість сплавів. Особливі властивості нікелевих сплавів. Жаростійкість: жаротривкі нікелеві сплави та жароміцні нікелеві сплави.	4	3	1
<b>Тема 6.</b> Тугоплавкі метали. Основні властивості тугоплавких металів. Фізичні та хімічні властивості. Вольфрам та його сплави, сплави молібдену, хрому, ванадію та його характеристики. Загальні характеристики функціональних та спеціальних сплавів. Основні способи застосування сплавів з пам'яттю форми. «Розумні матеріали» (Smart materials).	4	2	2
<b>Змістовний модуль 2. Особливості будови приповерхневих шарів. Енергетичний стан поверхні. Поверхнева енергія та поверхневий натяг. Природа явищ, які виникають під час взаємодії агресивних технологічних середовищ з напруженим металом</b>			
<b>Тема 7.</b> Характеристика поверхневих явищ, особливості будови приповерхневих шарів. енергетичний стан поверхні. поверхнева енергія та поверхневий натяг.	4	2	2
<b>Тема 8.</b> Контактні явища. Явище адсорбції. Адсорбція на межі тверде тіло – розчин. Явище змочування. Роль поверхневої енергії при крихкому руйнуванні.	4	2	2
<b>Змістовний модуль 3. Механізми взаємодії технологічних середовищ з конструкційними матеріалами, принципи вибору матеріалів для забезпечення їх роботоздатності в різних технологічних процесах та методи їх покращення» Сучасні методи оцінювання впливу агресивних технологічних середовищ на характеристики роботоздатності конструкційних матеріалів</b>			
<b>Тема 9.</b> Загальні уявлення про експлуатаційну деградацію конструкційних сталей в різних	5	3	2

технологічних процесах. Чинники впливу на процес деградації сталей. Процеси корозії, корозійно-ерозійного зношування, водневого окрихнення та їх роль у деградації конструкційних сталей. Загальні закономірності впливу водню на механічні характеристики конструкційних сталей.			
<b>Тема 10.</b> Особливості деградації конструкційних сталей тривалої експлуатації за впливу кліматичних умов та високотемпературної експлуатації в наводню вальних середовищах. Чутливість до експлуатаційної деградації різних механічних характеристик низько- і високолегованих сталей.	5	3	1
<b>Тема 11.</b> Ознаки інтенсифікації корозійно-водневої деградації конструкційних сталей під впливом технологічного середовища та експлуатаційних напружень за структурними і фрактографічними показниками.	5	3	2
<b>Тема 12.</b> Ранжування теплостійких сталей за їх чутливістю до тривалої високотемпературної деградації з використанням комплексу їх механічних властивостей.	5	3	1
<b>Разом</b>	<b>52</b>	<b>32</b>	<b>20</b>

### ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Назва та стислий зміст роботи	Мета роботи	Кількість годин
1. Дослідження структури конструкційних сплавів методами оптичної та електронної мікроскопії	Оволодіти сучасними методами дослідження структури конструкційних сплавів, використовуючи оптичний та електронний мікроскоп.	4
2. Аналіз фрактографічних зображень та визначення природи руйнування	Оволодіти сучасними методами фрактографічних досліджень. Навчитись	4

конструкційних сплавів	розпізнавати механізми зародження та поширення тріщин в процесі експлуатації деталей.	
<b>Разом</b>		<b>8</b>

## 7. Контроль знань

В основі методів контролю знань використовуються поточне індивідуальне опитування, виконання та захист практичних робіт; виконання поточних контрольних робіт та екзаменаційна оцінка.

Екзамен проводиться відповідно до розкладу. Екзамен включає відповіді на шість питань: три питання з екзаменаційного білету та три додаткових питання. Оцінка відповідей на питання: – з екзаменаційного білету 25%; – додаткові 7%. Оцінка за індивідуальне опитування – до 4%.

### Шкала оцінювання знань

Національна	Університетська (в балах)	ECTS	Визначення ECTS	Рекомендована система оцінювання
<b>Відмінно</b>	<b>90-100</b>	A	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	<b>90-100</b> (відмінно)
<b>Добре</b>	<b>82-89</b>	B	<b>Дуже добре</b> - вище середнього рівня з кількома помилками	<b>75-89</b> (добре)
	<b>75-81</b>	C	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	
<b>Задовільно</b>	<b>67-74</b>	D	<b>Задовільно</b> – непогано, але зі значною кількістю недоліків	<b>60-74</b> (задовільно)
	<b>60-66</b>	E	<b>Достатньо</b> - виконання задовольняє мінімальні критерії	

Незадовільно	35-59	FX	Незадовільно - потрібно попрацювати перед тим, як отримати залік або складати екзамен	35-59 (незадовільно із можливістю повторного складання екзамену)
	0-34	F	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота	0-34 (незадовільно із обов'язковим повторним вивченням модуля)

## 8. Список базової літератури

1. Романів О. М., Зима Ю. В., Карпенко Г. В. Електронна фрактографія зміцнених сталей. К.: Наук. думка, 1974. 207 с.
2. Крижанівський Є.І. Корозійно-воднева деградація нафтових і газових трубопроводів та її запобігання : наук.-техн. посіб. у 3-х т. / [Під ред. В. В. Панасюка]. Т. 1: Основи оцінювання деградації трубопроводів / Є. І. Крижанівський, Г. М. Никифорчин. – Івано-Франківськ: 2011. – 457 с.
3. Романив О. Н. Механика коррозионного разрушения конструкционных сплавов / О. Н. Романив, Г. Н. Никифорчин // – М.: Металлургия, 1986. – 294 с.
4. Технічна діагностика матеріалів і конструкцій / Довідниковий посібник Т. 1: Експлуатаційна деградація конструкційних матеріалів / Під заг. ред. З.Т. Назарчука. - Львів: Простір-М, 2016. – 360 с.
5. Белов А. Ф., Бенедиктова Г. П., Висков А. С. и др., Строение и свойства авиационных материалов: Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1989. – 368 с
6. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов . Учебное пособие. 2-е издание, стереотипное. — Москва: Альянс, 2006. — 472 с.
7. Коррозия и защита от коррозии: учебное пособие / И. В. Семенова, А. В. Хорошилов, Г. М. Флорианович. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Физматлит, 2006. — 376 с.
8. Дмитрах І. М., Панасюк В. В. Вплив корозійних середовищ на локальне руйнування металів біля концентраторів напружень. Львів: Національна академія наук України. Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка, 1999. 341 с.
9. Мелехов Р. К. Конструкційні матеріали енергетичного обладнання / Р. К. Мелехов, В. І. Похмурський. – К.: Наукова думка, 2003. – 384 с. – (Проект "Наукова книга")
10. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп.

- М.: Металлургия, 1986. - 544 с.
11. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990.
  12. Крутасова Е. И. Надежность металла энергетического оборудования / Е. И. Крутасова. – М.: Энергоиздат, 1981. – 240 с.
  13. Сміян О. Д. Водень і руйнування металу об'єктів тривалої експлуатації. К.: Наук. Думка, 2018. 244 с.
  14. Гельд П. В. Водород и несовершенства структуры металла Гельд П. В., Рябов Р. А., Кодес Е. С. – М.: Металлургия, 1979. – 221 с.
  15. Швед М. М. Изменение эксплуатационных свойств железа и стали под влиянием водорода / М. М. Швед. – К.: Наукова думка, 1985. – 120 с.
  16. Ткачов В. І. Воднева крихкість сталей і способи її підвищення /Методи дослідження газів в металах і неорганічних матеріалах // Ткачов В. І. – Л.: Наука, 1979. – С. 139–140.
  17. Шаповалов В.И. Легирование водородом. Д.: Журфолд, 2013. 385 с.
  18. Фрактодиагностика разрушения металлических материалов и конструкций / Г. В. Клевцов и др. М.: МИСиС, 2007. 264 с.
  19. Иверонова В.И., Ревкевич Г.П. Теория рассеяния рентгеновских лучей. - М., 1978. – 277 с.
  20. Вульф Б.К. Ромадин К.П. Авиационное материаловедение. – М., 1967. – 19 с.
  21. В.Г. Александров, Б.И. Базанов Название: Справочник по авиационным материалам и технологиям их применения. – М.: Транспорт, 1979. – 263 с.
  22. В.М. Белецкий, Г.А. Кривов, Аллюминиевые сплавы (состав, свойства, технология, применение). – Киев: КОМИНТЕХ, 2005. – 365 с.
  23. А. И. Беляев, О. А. Романова, О. С. Бочвар, К. С. Походаев, Н. Н. Буйнов, Н. А. Локтионова, И. Н. Фридляндер, Металловедение алюминия и его сплавов правочное руководство. – М.: Металлургия, 1971. – 352 с.
  24. Ильин А.А., Колачѳв Б.А., Полькин И.С. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства. – М.: ВИЛС - МАТИ, 2009. – 520 с.
  25. Н.А. Азаренков, С.В. Литовченко, И.М. Неклюдов, П.И. Стоев. Коррозия и защита металлов. Часть 1. Химическая коррозия металлов. Учебн. пособие. – Харьков: ХНУ, 2007. – 187 с.
  26. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. – М.: Металлургия, 1989. — 376 с.
  27. . Бичем К. Д. Микропроцессы разрушения. *Микроскопические и макроскопические основы механики разрушения* / пер. с англ. под ред. А. Ю. Ишлинского. М.: Мир, 1973. Т. 1. С. 265–375.
  28. Золотаревський В. С. Механические свойства металлов: учебник для вузов. 2-е изд. М.: Металлургия, 1983. 352 с.
  29. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. пособие: в 4 т. / под общей ред. Панасюка В. В. К.: Наук. думка, 1988–1990. Т 4.: Усталость и



- циклическая трещиностойкость конструкционных материалов / Романив О. Н., Ярема С. Я, Никифорчин Г. Н. и др. 1990. 680 с.
30. Колачев Б. А. Водородная хрупкость металлов / Колачев Б. А. – М.: Металлургия, 1985. – 217 с.
  31. Березина Т. Г. Диагностирование и прогнозирование долговечности металла теплоэнергетических установок / Березина Т. Г., Бугай Н. В., Трунин И. Н. – К.: Техника, 1991. – 120 с.
  32. Похмурский В. И. Вплив водню на дифузійні процеси в металах / В. И. Похмурский, В. В. Федоров. – Львів: Еней, 1998. – 207 с.

---

ПОГОДЖЕНО

Завідувачка випускової кафедри

д.т.н., проф.

 I.M. Погрелюк