

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

З.Т. Назарчук

17.08.2020 р.

Силабус

для вивчення дисципліни «**Структурна механіка руйнування та експлуатаційна деградація матеріалів**» для аспірантів, спеціальність 132 «Матеріалознавство» Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України.

1. Викладач

Кречковська Галина Василівна, д.т.н., старший науковий співробітник.

Контактний телефон: (032) 229-62-94; krechkovskahalyna@gmail.com

Наукові інтереси: оцінювання технічного стану експлуатованих матеріалів з використанням регламентованих характеристик та підходів механіки руйнування; експертиза пошкоджень елементів конструкцій та з'ясування причин руйнувань в нафто- і газодобувній, теплоенергетичній та нафтопереробній галузях; розроблення підходів кількісного оцінювання фрактографічних та структурних ознак деградації сталей з використанням комп'ютерної обробки зображень; моделювання високотемпературної водневої деградації сталей в лабораторних умовах; оцінювання залишкового ресурсу теплоенергетичного та нафтопереробного устаткування та розроблення методів його продовження.

2. Назва, код дисципліни та кількість кредитів.

«Структурна механіка руйнування та експлуатаційна деградація матеріалів» спеціальність 132 «Матеріалознавство», код: 132, кількість кредитів – 3.

3. Місце проведення навчальної дисципліни та час.

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України (ГК, кім. 67, 35); відповідно до розкладу.

4. Пререквізити навчальної дисципліни: володіти знаннями про структурну міцність матеріалів; знати наукові засади створення матеріалів з високою міцністю,

тріщиностійкістю і довговічністю; володіти знаннями про вплив різного роду чинників локальної і глобальної дії на структуру та властивості сталей; вміти обґрунтовувати закономірності зміни структурно-фазового стану і фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів; вміти використовувати сучасні методи діагностування технічного стану матеріалів та оцінювати міру експлуатаційної пошкодженості; володіти теоретичними знаннями про фізику та механіку руйнування та мати навички роботи з сучасним обладнанням при проведенні експериментальних досліджень.

Постреквізити: в результаті вивчення дисципліни отримати знання про структурну механіку руйнування матеріалів, в тому числі тривало експлуатованих сталей в різних технологічних середовищах за впливу температурно силових факторів та корозійно-наводнювальних середовищ; застосовувати підходи лінійної і нелінійної механіки руйнування для оптимізації структури і механічних властивостей матеріалів; аналізувати та використовувати руйнівні та неруйнівні методи контролю для оцінювання технічного стану матеріалів; отримати та аналізувати залежності зміни структурних та фізико-механічних показників; використовувати сучасні методи для оцінювання експлуатаційної мікропошкодженості матеріалів; обґрунтування можливості подальшої експлуатації конструкцій; читати та оформляти технічну документацію; використовувати отримані знання при виконанні дослідження та захисті її результатів у вигляді дисертації на здобуття наукового ступеню доктора філософії.

5. Вимоги навчальної дисципліни.

Вивчення курсу «**Структурна механіка руйнування та експлуатаційна деградація матеріалів**» входить до варіативної складової ОНП. Об'єм навчального навантаження складає 3 кредити, із них 32 годин – лекції, 8 годин – практичні, 50 годин – самостійна робота. Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкового відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.

6. Характеристика дисципліни.

Завдання учбової дисципліни. Освоїти сучасні уявлення щодо структурної механіки матеріалів та деградації тривало експлуатованих матеріалів.

Мета викладання дисципліни – опанування знаннями щодо структурних та фізико-механічних змін в металоконструкціях тривало експлуатованих за впливу різних технологічних чинників.

План викладання дисципліни:

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин			
	усього	у тому числі		
		аудиторні		Самостійна робота
	лекції	практичні		
Змістовний модуль 1. Багаторівневий структурний аналіз матеріалів				
Тема 1. Структурна міцність в загальній системі людських знань. – Історична довідка. – Багаторівневий аналіз механічної поведінки матеріалу. – Основні задачі фізики міцності. – Методологія дослідження.	4	2	-	2
Тема 2 Руйнування матеріалів – Загальні відомості про руйнування металів – Класифікація видів руйнування – Ієрархія структурних рівнів руйнування	4	1	-	3
Тема 3. Механізми руйнування матеріалів – Класифікація механізмів руйнування – Крихкий скол – Квазікрихке руйнування – Ямкове (в'язке) транскристалітне руйнування – Міжзеренне руйнування • Поширення тріщини в межах границі • Взаємодія тріщини із стиком зерен • Стадія катастрофічного поширення тріщин	8	3	2	3
Змістовний модуль 2. Механіка та фізика руйнування				
Тема 4. Розвиток тріщини з позиції механіки руйнування – Енергетичний критерій руйнування – Силловий критерій руйнування – Розподіл напружень біля вершини тріщини	5	2	-	3
Тема 5. Дислокаційна модель пластичної зони в околі вершини тріщини – Опір мікросколу – В'язко-крихкий перехід – Температурна залежність характеристик	5	2	-	3

міцності та руйнування				
Тема 6. Тріщиностійкість матеріалів – Концепція тріщиностійкості – Фізична природа тріщиностійкості – Експериментальне визначення тріщиностійкості матеріалу	5	2	-	3
Змістовний модуль 3. Оцінювання зміни структурно-механічного стану металу руйнівними та неруйнівними методами				
Тема 7. Методи контролю металоконструкцій –Руйнівні методи контролю стану металу	7	2	2	3
–Неруйнівні методи контролю оцінювання поточного технічного стану конструкцій	5	2	-	3
–Сучасні методи оцінювання стану металу конструкцій різного призначення	5	2	-	3
Змістовний модуль 4. Вплив розподілу напружень та деформації на руйнування виробів				
Тема 1. Конструкційна міцність матеріалів – Поняття конструкційної міцності – Найважливіші характеристики матеріалу та виробу в умовах складного напруженого стану – Види концентраторів напружень та їх класифікація – Розподіл напружень в зразках плоских та циліндричних, з надрізом та без нього.	5	2	-	3
Тема 2. Розподіл напружень в зразку з концентратором – Перенапруження в зоні дії концентратора напружень – Критерій крихкого руйнування	5	2	-	3
Тема 3. Пластична деформація та руйнування в умовах дії концентраторів напружень – Окрихчення матеріалу за дії концентраторів напружень та мікротріщин – Методи забезпечення силової надійності елементів конструкцій • Коефіцієнт запасу міцності та в'язкості • Несуча здатність та зв'язок між K_{3M} та K_{3B} .	5	2	-	3

• Фізичні передумови вибору матеріалів для складнонапружених елементів конструкцій.				
Змістовний модуль 5. Оцінювання мікропошкодженості деградованих сталей				
Тема 4. Зв'язок експлуатаційної пошкодженості в об'ємі матеріалу та їх фізико-механічні властивості. – Характерні особливості експлуатаційних пошкоджень в об'ємі матеріалу – Роль пошкоджень в об'ємі матеріалу	4	1	-	3
Тема 5. Вплив експлуатаційних чинників на поточний стан матеріалу – Зміна структури та механічних властивостей реальних конструкцій експлуатованих за низькотемпературних умов	4	1	-	3
• Аналіз структури та механічних властивостей металу конструкцій експлуатованих за кліматичних умов	6	2	2	2
• Дослідження особливостей зміни металографічних ознак матеріалу та визначення їх механічних властивостей за високотемпературних умов експлуатації	5	2	-	3
Змістовний модуль 6. Обґрунтування можливості подальшої експлуатації конструкцій				
Тема 6. Оцінювання поточного стану тривало експлуатованих сталей з визначенням їх критичного рівня – Структурні та фрактографічні ознаки деградації матеріалів – Оцінювання механічних характеристик чутливих до експлуатаційної мікропошкодженості – Вибір показників чутливих до експлуатаційної деградації та оцінювання поточного технічного стану конструкцій	8	4	-	4
Разом	90	32	8	50

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 запитання: з екзаменаційного білету – 25%; додаткові – 7%. Оцінка за індивідуальне опитування – до 4%.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за навчальну діяльність	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90–100	+A, A, -A	відмінно
82–89	+B, B, -B	добре
74–81	+C, C, -C	задовільно
64–73	+D, D, -D	
60–63	E	незадовільно з можливістю повторного складання іспиту
35–59	FX	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
0–34	F	

8. Список базової літератури

1. Fracture Mechanics, Strength and Integrity of Materials/ Editors: O.M. Romaniv. S. Ya. Yarema. Lviv: ShSSUkr and IPM, 1996. 324 с
2. Романів О. М., Зима Ю. В., Карпенко Г. В. Електронна фрактографія зміцнених сталей. К.: Наук. думка, 1974. 208 с
3. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. М.: Металлургия, 1983. 352с.
4. Усталости и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов. Романив О.Н., Ярема С.Я., Никифорчин Г.Н. др. 1990. 680 с.
5. Романив О.Н., Никифорчин Г.М. Механика коррозионного разрушения конструкционных сплавов. М.: Металлургия, 1986. 293 с.
6. Романив О. Н. Вязкость разрушения конструкционных сталей. М.: Металлургия, 1979. 176 с.
7. Технічна діагностика матеріалів і конструкцій : довідн пос. під заг. ред. Назарчука З. Т.. Т. 1: Є. І. Крижанівський, О. П. Остап, Г. М. Никифорчин, О. З. Студент, П. В. Ясній. Експлуатаційна деградація конструкційних матеріалів. Львів : Простір-М, 2016. – 360 с.

8. Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металла. М.: Metallurgy, 1984.

9. Карпенко Г. В. Вплив водню на механічні властивості сталі. К.: Вид-во АН УРСР, 1960.72 с

10. Мешков Ю.Я., Пахаренко Г.А. Структура металла и хрупкость стальных изделий. К.: Наукова думка, 1985.

11. Екобори Т. Научные основы прочности и разрушения материалов. Киев: Наук. Думка, 1978. 351с.

12. Назарчук З. Т. та ін. Метод акустичної емісії в діагностуванні корпусів реакторів атомних електростанцій / З. Т. Назарчук, І. М. Неклюдов, В. Р. Скальський / НАН України, Нац. наук. центр "Харківський фізико-технічний інститут", ФМІ ім. Г. В. Карпенка. – К. : Наук. думка, 2016. – 306 с.

13. Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях / за ред. В.В. Скорохода, Ю.М.Солоніна. – К. : «КІМ», 2015. – 294 с. Розділ3: Дмитрах І. М., Стащук М. Г., Сиротюк А. М., Білий О. Л., Дорош М. І. Критерій міцності та працездатності конструкційних сталей у водневому середовищі із врахуванням їх наводнювання біля дефектів концентраторів напружень. С. 239–245.

14. Дацишин О.П., Панасюк В.В. Оцінювання контактної довговічності елементів конструкцій під час їх циклічного навантаження [Електронний ресурс]: Довідниковий посібник / ФМІ ім. Г.В.Карпенка НАНУ – Львів: МС, 2015. – 310 с. – CD.

15. Механіка руйнування та міцність матеріалів: довідн. пос. / Під заг. ред. акад. НАН України В. В. Панасюка. Т. 15: Осташ О. П. Структура матеріалів і втомна довговічність елементів конструкцій. Л.: СПОЛОМ, 2015. – 312 с.

16. Тріщиностійкість конструкційних матеріалів за складного навантаження/ Іваницький Я.Л., Кунь П.С. Л. : Сполом, 2013. 280 с.

17. Механіка руйнування та міцність матеріалів: Довідн. посібник / Під заг. ред. В. В. Панасюка. Том 13: Працездатність матеріалів і елементів конструкцій з гострокінцевими концентраторами напружень / І. М. Дмитрах, Л. Тот, О. Л. Білий, А. М. Сиротюк – Львів: “Сполом”, 2012. – 316 с.

18. Механіка руйнування та міцність матеріалів: Довідн. пос. / Під заг. ред. В. В. Панасюка. Т. 11: Міцність і довговічність нафтогазових трубопроводів і резервуарів / Г. М. Никифорчин, С. Г. Поляков, В. А. Черватюк та ін. Під ред. Г. М. Никифорчина. Л.: Сполом, 2009. – 504 с.

19. Механіка руйнування та міцність матеріалів: Довідн. посібник / Під заг. ред. В. В. Панасюка. Том 13: Працездатність матеріалів і елементів конструкцій з гострокінцевими концентраторами напружень / І. М. Дмитрах, Л. Тот, О. Л. Білий, А. М. Сиротюк – Львів: “Сполом”, 2012. – 316 с.

20. Крижанівський Є.І., Никифорчин Г.М. Корозійно-воднева деградація

нафтових і газових трубопроводів та її запобігання: Науково-технічний посібник / Під ред. В.В. Панасюка. У 3-х томах. Т. 1: Основи оцінювання деградації трубопроводів. Івано-Франківськ: Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу, 2011. – 457 с.

21. Крижанівський Є.І., Никифорчин Г.М. Корозійно-воднева деградація нафтових і газових трубопроводів та її запобігання: Науково-технічний посібник / Під ред. В.В. Панасюка. У 3-х т. – Т. 2: Деградація нафтопроводів та резервуарів і її запобігання. Івано-Франківськ: Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу, 2011. – 447 с.

22. Похмурський В.І., Федоров В.В. Вплив водню на дифузійські процеси в металах. Львів: ФМІ, 1998. 207 с.

23. Structural and fractographic features of gas pipeline steel degradation. Krechkovska H., Hredil M., Student O. Book Chapter: Lecture Notes in Civil Engineering, 2021. 102. pp. 45–59.

24. Degradation Theory of Long Term Operated Materials and Structures. Lesiuk G., Correia J.A.F.O., Krechkovska H.V., Pekalski G., Jesus A.M.P. de, Student O. In Structural Integrity Series; Springer Nature: Heidelberg, Germany, 2021 volume 15. 170p.

ПОГОДЖЕНО

Завідувачка випускової кафедри

д.т.н., проф.



І.М. Погрелюк