

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

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

академік НАН України

Вітовій НАЗАРЧУК

28 листопада 2023 р.



Силабус з навчальної дисципліни

**“Методи визначення залишкового ресурсу елементів конструкцій за дії
фізико-хімічних факторів”,**

**що викладається в межах освітньо-професійної програми ГСВО
підготовки доктора філософії з галузі знань**

**11 - математика та статистика спеціальності 113 - прикладна
математика**

Львів 2023

| | |
|--|---|
| Назва дисципліни | Методи визначення ресурсу елементів конструкцій за дії фізико-хімічних факторів |
| Адреса викладання дисципліни | ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України м. Львів, вул. Наукова, 5 |
| Галузь знань, шифр та назва спеціальності | 11- математика та статистика 113 – прикладна математика |
| Викладач дисципліни | Андрейків Олександр Євгенович, д.т.н., професор |
| Контактна інформація викладачів | oleksandr.andreykiv@lnu.edu.ua ; |
| Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються | Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). |
| Інформація про дисципліну | Курс “Методи визначення ресурсу елементів конструкцій за дії фізико-хімічних факторів” є важливим у забезпеченні спеціалізації в області механіки деформівного твердого тіла. Курс передбачає вивчення методів розрахунку залишкового ресурсу елементів конструкцій на стадії їх експлуатації, враховуючи умови навантаження і впливу робочих фізико-хімічних факторів. |
| Коротка анотація дисципліни | Навчальна дисципліна “Методи визначення залишкового ресурсу елементів конструкцій за дії фізико-хімічних факторів” укладена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії з природничих наук в галузі знань 11 - математика та статистика спеціальності 113 - прикладна математика, яка викладається в аспірантурі в обсязі двох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| Мета та цілі дисципліни | Метою і завданням навчальної дисципліни “Методи визначення залишкового ресурсу елементів конструкцій за дії фізико-хімічних факторів” є формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять будувати математичні моделі впливу експлуатаційних агресивних середовищ на руйнування конструкційних матеріалів за довготривалого статичного і циклічного навантаження і розробити на цій основі методи визначення залишкової міцності і довговічності елементів конструкцій довготривалої експлуатації, що в подальшому стане цінним інструментом під час виконання дисертаційних робіт. |
| Література для вивчення дисципліни | Базова: 1. Андрейків О.Є., Скальський В.Р., Долінська І.Я. Заповільнене руйнування матеріалів за локальної повзучості. Львів: Видавництво ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 400 с. 2. Методи оцінювання залишкової міцності та довговічності елементів конструкцій за даними неруйнівного контролю / О.Є. Андрейків. В.М. Пустовий, Д.В. Рудавський, І.Я. Долінська, П.О. Семенов. – Львів: Простір-М, 2017. – 462 с. 3. Андрейків О.Є., Гембара О.В. Механіка руйнування та |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | <p>довговічність металевих матеріалів у водневмісних середовищах. – К.: Наукова думка, 2008. – 344 с.</p> <p>4. Рудавський Д.В. Залишковий ресурс металевих елементів конструкцій у водневмісних середовищах. – К.: Наукова думка, 2011. – 206 с.</p> <p>5. Andreykiv O., Hembara O., Dolinska I., Sapuzhak Y., Yadzhak N. Prediction of Residual Service Life of Oil Pipeline Under Non-stationary Oil Flow Taking into Account Steel Degradation. In: Bolzon G., Gabetta G., Nykyforchyn H. (eds) Degradation Assessment and Failure Prevention of Pipeline Systems. Lecture Notes in Civil Engineering. Springer, Cham: 2021. – vol 102. – P. 203216.</p> <p>6. Панасюк В.В. Дослідження з теорії міцності та руйнування квазікрихких тіл з тріщинами : моногр. - Львів: Простір-М, 2020. -216 с.</p> <p>7. Долінська І.Я. Прогнозування залишкового ресурсу елементів конструкцій довготривалої експлуатації в екстремальних умовах. <i>Вісн. НАН України</i>. – 2021. – № 1. – С. 47–52.</p> <p>8. Andreikiv O.E., Babii A.V., Dolinska I.Y. Influence of the Working Media and Maneuvering Loading Mode on the Service Life of Spraying Booms of Field Sprinklers. <i>Materials Science</i>. – 2020. – Vol. 56, No 2. –P. 166–173.</p> <p>9. Oleksandr Andreykiv, Andrii Babii, Iryna Dolinska, Nataliya Yadzhak. Mariia Babii. Residual lifetime prediction of field sprayer booms under the action of manoeuvre loading and corrosive environment. <i>Procedia Structural Integrity</i>. – 2022. – Volume 36. – Pages 36–42.</p> <p>Допоміжна: <i>Періодичні видання</i> 1. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2. Вісник Львівського університету. Серія механіко-математична. 3. Математичні методи та фізико-механічні поля.</p> |
| Обсяг курсу | Курс складається з 2 кред. (60 год.), 32 лекц., 8 практ., 20 самост. роб., іспит. |
| Очікувані результати навчання | <p>В результаті вивчення цього курсу аспірант повинен</p> <p>знати:</p> <p>основні механізми впливу агресивних середовищ на міцність і руйнування конструкційних матеріалів, реологічні моделі деформування і руйнування твердих тіл, застосування законів термодинаміки до визначення гранично рівноважного стану твердих тіл, основні критерії механіки руйнування;</p> <p>вміти:</p> <p>якісно і кількісно будувати математичні моделі поширення тріщин в конструкційних матеріалах з врахуванням фізико-хімічних факторів агресивних експлуатаційних середовищ і розробляти на цій основі відповідні методи оцінки залишкової міцності і довговічності елементів конструкцій довготривалої експлуатації, формулювати на основі вище сказаного рекомендації для інженерної практики щоб уникнути катастрофічного руйнування відповідальних елементів і споруд інженерної практики.</p> |
| Ключові слова | Ресурс, залишковий ресурс, метод розрахунку ресурсу, фізико- |

| | |
|--|---|
| | хімічна механіка матеріалів, агресивні середовища, воденьвмісні середовища, корозійно-агресивні середовища, умови навантаження, кінетична діаграма втомного поширення тріщини, циклічні навантаження і напруження, розрахункові моделі, методи визначення втомних характеристик матеріалів. |
| Формат курсу | Очний Проведення лекцій, практичних занять і консультацій. |
| Теми | <ol style="list-style-type: none"> 1. Методики визначення ресурсу елементів конструкцій на основі класичної теорії втоми і фізичної хімії. 2. Визначення періоду докритичного росту корозійно-втомної тріщини в задачі Гріффітса. 3. Визначення періоду докритичного росту корозійно-втомної тріщини в задачі Сака. 4. Визначення періоду докритичного росту корозійно-втомної тріщини з початковою еліптичною конфігурацією. 5. Математична модель для визначення залишкової довговічності тонкостінних елементів конструкцій за дії довготривалого статичного навантаження і воденьвмісних середовищ. 6. Визначення періоду докритичного росту внутрішньої тріщини в головці рейки при експлуатаційних навантаженнях. 7. Застосування механіки крихкого руйнування до оцінки працездатності рам с/г машин. 8. Визначення залишкового ресурсу опорних валків прокатних станів. 9. Визначення залишкового ресурсу товстостінних труб з урахуванням експлуатаційних умов навантаження. 10. Визначення залишкового ресурсу тонкостінних елементів конструкцій за дії довготривалого статичного навантаження і корозійних середовищ. 11. Методика побудови діаграми циклічного руйнування матеріалів за дії воднево-корозійних середовищ. |
| Підсумковий контроль, форма | Екзамен у кінці семестру |
| Пререквізити | <p>Для вивчення курсу аспіранти потребують базових знань з спецкурсів</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретична механіка; - опір матеріалів; - теорія пружності і пластичності; - основи механіки крихкого руйнування; - матеріалознавство; - фізико-хімічна механіка матеріалів; - теорія втоми. <p>достатніх для сприйняття методів визначення ресурсу елементів конструкцій.</p> |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час | Презентації, лекції Індивідуальні завдання |

| | |
|--|--|
| викладання курсу | |
| Необхідне обладнання | Комп'ютер із програмним забезпеченням ZOOM для демонстрації лекцій, Internet. |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • індивідуальні завдання, контрольні роботи: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50; • екзамен: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що аспіранти виконають дві письмові роботи (тест з теоретичних завдань);</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи аспірантів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших аспірантів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі аспіранта є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі аспіранти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Аспіранти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку аспіранти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку аспіранти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Аспіранти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність аспіранта під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> |
| Питання до заліку чи екзамену | <ul style="list-style-type: none"> - залишковий ресурс тонкостінних елементів конструкцій; - залишковий ресурс елементів конструкцій великих січень; - ресурс тонкостінних елементів конструкцій з поверхневими півеліптичними тріщинами за дії агресивних середовищ; - ресурс елементів конструкцій великих січень з внутрішніми не круговими тріщинами за дії агресивних середовищ; - залишковий ресурс металевих конструкцій за дії воденьвмісних середовищ; - довговічність залізничної рейки з внутрішньою тріщиною в її |

| | |
|-------------------|---|
| | голові за дії блочного навантаження; - визначення періоду докритичного росту внутрішніх кругових тріщин в опорних валах прокатних станів; - визначення періоду докритичного росту поверхневих тріщин ресурс опорних валків прокатних станів з поверхневими тріщинами; - вплив корозійного середовища на залишковий ресурс тонкостінних елементів конструкцій; - ресурс товстостінних труб з поверхневими тріщинами за внутрішнього циклічного тиску, статичного розтягу і впливу агресивних середовищ; - довговічність рами закритого профілю з поверхневою наскрізною тріщиною в її стінці за дії корозійно-наводнювальних середовищ; - довговічність рами закритого профілю з поверхневою півеліптичною тріщиною в її стінці за дії корозійно-наводнювальних середовищ; |
| Опитування | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів освіти

| Максимальна оцінка в балах | | | | |
|---|--------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| Поточний контроль (ПК) | | Екзаменаційний контроль | | Разом за дисципліну |
| Захист звітів про виконання лабора-торних (30 балів) та практичних (20 балів) робіт шляхом усного опитування або тестового контролю теоретичного матеріалу. | Разом за ПК | письмова компонента | усна компонента | |
| | 50 | 40 | 10 | 100 |

Порядок та критерії виставляння балів та оцінок

Критерії оцінювання знань та вмінь аспіранта за результатами вивчення навчального матеріалу модуля у 100-бальній шкалі та шкалі ECTS:

- 100–88 балів – оцінка А («відмінно») виставляється за високий рівень знань (допускаються деякі неточності) навчального матеріалу, що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах, вміння аналізувати явища, які

вивчаються, у їхньому взаємозв'язку і розвитку, чітко, лаконічно, логічно, послідовно відповідати на поставлені запитання, вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 87–80 балів – оцінка В («дуже добре») виставляється за знання навчального матеріалу вище від середнього рівня, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання (можлива невелика кількість неточностей), вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 79–71 бал – оцінка С («добре») виставляється за загалом правильне розуміння навчального матеріалу модуля, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання, які, однак, містять певні (неістотні) недоліки, за вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 70–61 бал – оцінка D («посередньо») виставляється за посередні знання навчального матеріалу модуля, мало аргументовані відповіді, слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;

- 60–50 балів – оцінка E («задовільно») виставляється за слабкі знання навчального матеріалу модуля, неточні або мало аргументовані відповіді, з порушенням послідовності викладення, за слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;

- 49–0 балів – оцінка F виставляється за незнання значної частини навчального матеріалу, істотні помилки у відповідях на запитання, невміння орієнтуватися під час розв'язання практичних задач, незнання основних фундаментальних положень.

Методика розподілу та нарахування балів здобувачам вищої освіти регламентована

ПОГОДЖЕНО

Завідувачка випускової кафедри



проф. д.т.н.

Оксана ГЕМБАРА