

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

“МЕХАНІКА КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТА ТЕОРІЯ ТРІЩИН ”

Галузь знань	10 Природничі науки
Шифр та назва спеціальності	104 Фізика та астрономія
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	Вибіркова

Викладач (розробник)



Острик Володимир Іванович,
професор, доктор фізико-математичних наук,
v.i.ostryk@gmail.com
Інститут прикладної фізики НАН України,
вул. Петропавлівська, 58, м. Суми

Загальна інформація про дисципліну

Анотація	У курсі вивчаються моделі механіки контактної взаємодії твердих деформованих тіл (контактної механіки) та механіки руйнування (теорії тріщин). Задачі цих двох розділів механіки суцільних середовищ подібні в математичному плані та розв'язуються методом сингулярних інтегральних рівнянь.
Мета	Контактна механіка та механіка руйнування активно розвиваються і постійно знаходиться в центрі уваги дослідників. Це пояснюється тим, що всі механізми та конструкції складаються із взаємодіючих елементів, а для розрахунку їх на міцність необхідно визначати розподіли контактних зусиль між цими елементами. Разом з тим міцність конструкційних матеріалів залежить від наявності в них тріщин, які обумовлюють небезпечну концентрацію механічних напружень. Отже, володіння методами розв'язування задач контактної механіки та теорії тріщин дозволяє вирішувати актуальні проблеми міцності та тріщиностійкості конструкцій та матеріалів.
Результати навчання	Внаслідок вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен бути здатним продемонструвати такі Компетентності: Здатність розв'язувати задачі механіки контактної взаємодії та теорії тріщин. • Результати навчання:

	Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з механіки контактної взаємодії та теорії тріщин. Вміти використовувати ці знання для знаходження розподілів контактних напружень та коефіцієнтів інтенсивності напружень.	
Обсяг дисципліни	Кількість кредитів — 3 Загальна кількість годин — 90 год: • Лекції — 30 год; • Практичні — 14 год; • Самостійна робота — 44 год; Залік — 2 год.	
Форма підсумкового контролю	Залік	
Опис навчальної дисципліни		
Лекційні заняття		
№ з/п	Назви тем	К-сть Годин
<i>Змістовий модуль 1. Інтегральні рівняння контактних задач. Гладкий контакт</i>		
1	Постановка задач контактної механіки. Інтегральні рівняння контактних задач.	7
	<i>Загальний розв'язок рівнянь рівноваги для пружної півплощини.</i> Вступ. Основні рівняння теорії пружності у випадку плоскої деформації. Загальний розв'язок рівнянь рівноваги для пружної півплощини.	
	<i>Дія зосередженої нормальної сили на пружну півплощину.</i> Дія зосередженої нормальної сили на пружну півплощину. Визначення поля переміщень та напружень. Напруження у полярній системі координат. Лінії рівня радіальних та максимальних дотичних напружень.	
	<i>Розподілені нормальні та дотичні зусилля на межі півплощини.</i> Дія зосередженої дотичної сили на пружну півплощину. Поле переміщень та напружень. Розподілені нормальні та дотичні зусилля на межі півплощини. Залежність повздовжньої деформації та кута нахилу межі від розподілених зусиль (сингулярні інтегральні співвідношення).	
	<i>Інтегральні рівняння контактних задач.</i> Постановка крайових задач механіки контактної взаємодії. Формулювання крайових умов. Сингулярні інтегральні рівняння контактних задач.	
2	Розв'язання сингулярного інтегрального рівняння. Задачі гладкого контакту.	8
	<i>Розв'язання сингулярного інтегрального рівняння.</i> Зведення сингулярного інтегрального рівняння до крайової задачі Рімана. Розв'язання задачі Рімана. Різні форми розв'язку сингулярного інтегрального рівняння. Випадки сталого коефіцієнту та рівняння першого роду. Обмеженість розв'язку.	
	<i>Задача про вдавлення параболічного штамп в пружну півплощину без тертя.</i> Постановка задачі. Зведення до сингулярного інтегрального рівняння. Розв'язок контактної задачі для гладкого параболічного штамп. Визначення розміру ділянки контакту.	

	Контакт штамп з прямолінійною основою. Визначення контактного тиску. Сингулярність поля напружень. Аналіз нормальних переміщень межі півплощини поза областю контакту.	
	Контакт штамп з похилою основою та клиноподібного штамп. Повний та неповний контакт штамп з прямолінійною похилою основою і пружної півплощини. Визначення контактного тиску і положення лінії прикладання зовнішньої сили. Контактна задача для клиноподібного штамп. Логарифмічна особливість контактних напружень.	
Змістовий модуль 2. Фрикційний контакт. Теорія Герца. Теорія тріщин.		
3	Задачі фрикційного контакту. Теорія Герца.	7
	Контакт з проковзуванням. Контакт з проковзуванням згідно законів тертя Амонтона і Кулона. Випадки штамп з прямолінійною горизонтальною та похилою основою і параболічного штамп. Асиметрія ділянки контакту та розподілу контактних напружень.	
	Контакт з повним зчепленням. Контакт з повним зчепленням штамп з прямолінійною горизонтальною основою і пружної півплощини. Явище осциляції контактних напружень на краях ділянки контакту.	
	Контакт зі зчепленням і проковзуванням. Загальна схема фрикційного контакту. Поділ області контакту на зони зчеплення та проковзування. Задача Галіна. Розв'язання задачі Галіна при нехтуванні впливом дотичних напружень на розподіл нормальних напружень в області контакту.	
	Теорія Герца контактної взаємодії пружних тіл. Інтегральне рівняння задачі Герца. Аналогія з теорією ньютонівського потенціалу. Розв'язання інтегрального рівняння та визначення контактного тиску та розмірів ділянки контакту.	
4	Теорія тріщин	8
	Тріщини нормального відриву Тріщина в однорідному полі напружень одностороннього розтягу. Коефіцієнт інтенсивності напружень розтягу. Розкриття тріщини двома зосередженими нормальними силами. Розкриття тріщини прикладеним до її берегів нормальним навантаженням. Дві однакові тріщини на одній прямій. Три тріщини на одній прямій.	
	Тріщини поперечного зсуву Аналогія між задачами для тріщин поперечного зсуву та розтягу. Коефіцієнт інтенсивності напружень зсуву. Тріщина в однорідному полі зсувних напружень. Зсув тріщини двома зосередженими дотичними силами.	
	Міжфазні тріщини Інтегральні подання напружень на лінії продовження тріщини через стрибки переміщень на тріщині. Тріщина в однорідному полі напружень розтягу та зсуву. Тріщина під дією зосереджених сил. Комплексний коефіцієнт інтенсивності напружень.	
	Задачі про розклинювання Розклинювання пружної площини напівнескінченною пластинкою вздовж напівнескінченної тріщини. Розклинювання пружної площини вздовж скінченної тріщини. Розклинювання пружної площини напівнескінченною пластинкою в умовах ковзного контакту.	
Разом (год.)		30

Теми практичних занять		
1	Розв'язання задачі про дію зосередженої дотичної сили на пружну півплощину методом інтегрального перетворення Фур'є.	2
2	Розв'язання задачі про рівномірний розподіл нормальних зусиль уздовж скінченного відрізка межі пружної півплощини.	2
3	Знаходження розподілу контактного тиску при вдавлюванні напівкруглого штампа в пружну півплощину.	2
4	Розв'язання задачі про розкриття тріщини в однорідному полі напружень одностороннього розтягу.	2
5	Розв'язання задачі про взаємодію двох тріщин в однорідному полі напружень одностороннього розтягу.	2
6	Розв'язання задачі про міжфазну тріщину в однорідному полі напружень розтягу та зсуву.	2
7	Розв'язання задачі про розклинювання пружної площини вздовж напівнескінченної тріщини.	2
Разом (год.)		14
Самостійна робота		
Опрацювання тем, які не входять до плану аудиторних занять		
1	Гладкий та ковзний контакт двох пружних тіл за плоскої деформації.	2
2	Розв'язування контактних задач для пружної півплощини методом задачі Рімана.	3
3	Розв'язування контактних задач для пружної півплощини із застосуванням поліномів Чебишова та Якобі.	2
4	Застосування біполярної системи координат до розв'язування контактних задач для пружної півплощини.	2
5	Застосування еліптичної системи координат до розв'язування контактних задач для пружної півплощини.	2
6	Гладкий контакт із довантаженням	2
7	Контакт в умовах кочення. Задача Фромма. Задача Рейнольдса.	2
8	Дія зосередженої нормальної сили на пружний півпростір.	2
9	Осесиметрична задача гладкого контакту для пружного півпростору. Випадки штампа з плоскою горизонтальною основою, параболоїдного і конічного штампа, штампа поліноміального та довільного профілю.	3
10	Неосесиметрична задача гладкого контакту для пружного півпростору. Випадки кругового штампа із плоскою похилою та параболоїдною основою.	2
11	Застосування тороїдної системи координат до розв'язування контактних задач для пружного півпростору.	3
12	Контакт із повним зчепленням кругового штампа та пружного півпростору.	2
13	Неосесиметрична задача гладкого контакту для пружного півпростору. Круговий штамп з основою довільної форми.	3
14	Гладкий контакт із довантаженням кругового штампа з пружним півпростором.	3
15	Контакт в умовах кручення. Задача Рейсснера – Сагоци.	2
16	Задача гладкого контакту для еліптичного штампа.	2

17	Критерії механіки руйнування.	2
18	Гладкий контакт штампа поліноміального профілю з пружною півплощиною.	3
19	Вдавлювання штампів із заокругленими кромками у пружну півплощину.	2
Разом (год.)		44

ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

Сумативне оцінювання			
1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено			
№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1.	Практичні заняття	21 бал / 21%	Згідно графіка навчального процесу
2.	Індивідуальні завдання	48 балів / 48%	
3.	Залік	31 балів / 31%	
1.2. Критерії оцінювання			
№ з/п	Вид діяльності	Оцінювання	
1	Практичні заняття	Нарахування балів відбувається за кожне заняття по шкалі: 1. відмінні відповіді: 3 бали; 2. добрі відповіді: 2 бали; 3. задовільні, достатні відповіді: 1 бал. Максимум 21 бали.	
2	Індивідуальні завдання	1. 37-48 балів – аспірант гарно орієнтується в матеріалі, задачі розв’язані вірно. 2. 25-36 балів – аспірант достатньо орієнтується в матеріалі, задачі розв’язані з невеликими помилками. 3. 13-24 балів – аспірант недостатньо орієнтується в матеріалі, задачі розв’язані не повністю. 4. 0-12 балів – аспірант не орієнтується в матеріалі, задачі не розв’язані. Максимум 48 балів	
3	Залік	1. здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі не розв’язані: 0-5 балів; 2. здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв’язані не повністю: 6-10 балів; 3. здобувач достатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв’язані з невеликими помилками: 11-20 балів; 4. здобувач гарно орієнтується в теоретичному	

		матеріалі, задачі розв’язані вірно: 21-31 балів. Максимум 31 балів
--	--	--

Політика оскарження результатів оцінювання

Здобувач має право оскаржити результати оцінювання, звернувшись до викладача протягом 3-х робочих днів після оголошення балів.

У разі незгоди з рішенням викладача, апеляція розглядається комісією згідно з [“Положення про апеляцію результатів підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти в ІПФ НАН України”](#).

Методичне забезпечення

1. Тексти та конспекти лекцій
2. Методичні розробки для аспірантів з практичних занять
3. Доступ та опрацювання он-лайн ресурсів

Рекомендована література

Базова

4. Острик В. І. Контактна механіка: підручник. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015. – 560 с.
5. Зражевський Г. М., Кепич Т. Ю., Куценко О. Г. Основи теорії міцності, деформації та механіки руйнування. – Київ: ЛОГОС, 2005. – 172 с.
6. Johnson K. L. Contact Mechanics – Cambridge University Press, 1985. – 452 с.
7. Timoshenko S. P., Goodier J. N. Theory of Elasticity - 3rd edition. - New York : McGraw-Hill Book Company, 1970.– 506 p.

Допоміжна

5. Острик В.І., Улітко А. Ф. Метод Вінера – Хопфа в контактних задачах теорії пружності. – Київ: Наук. думка, 2006. – 328 с.
6. Murakami Y. (Ed.). Stress Intensity Factors Handbook. – Pergamon Press, Oxford, 1987.

Інформаційні ресурси

5. Контактна механіка. Фрикційна і адгезійна взаємодія поверхонь: колективна монографія. За заг. ред. Р.М. Мартиняка. Львів: Видавець Вікторія Кундельська, 2022. 254 с. URL: <https://www.researchgate.net/publication/357335537>
6. Контактна механіка. Шорсткість, розшарування і зношування поверхонь: колективна монографія. За заг. ред. Р.М. Мартиняка. } Львів: Видавець Вікторія Кундельська, 2022. 392 с. URL: <https://www.researchgate.net/publication/366177313>

Академічна доброчесність

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Етичного кодексу ученого України. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і сум права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

У випадку порушення академічної доброчесності – реагування відповідно до «Положення про академічну доброчесність в ІПФ НАН України».

Політика використання ШІ

Використання ШІ регулюється “Положенням про академічну доброчесність наукових працівників та здобувачів вищої освіти в ІПФ НАН України”. Зокрема, дозволяється використання ШІ для пошуку ідей або редагування тексту, проте фінальний результат має бути оригінальним. Пряме копіювання згенерованого тексту без посилань вважатиметься порушенням академічної доброчесності

Зворотній зв'язок

Наприкінці курсу проводиться анонімне анкетування здобувачів щодо якості викладання та відповідності змісту дисципліни їхнім очікуванням.