

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ІМ. С. П. ТИМОШЕНКА

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. директора Інституту механіки
ім. С.П. Тимошенка НАН України
академік НАН України



Володимир НАЗАРЕНКО

Назаренко 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія тонких оболонок та тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур

для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти
«доктора філософії»

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	113 «Прикладна математика»
вид дисципліни	вибіркова

Розробники:

Завідувач відділу термопластичності,
д.т.н., ст. н. с.



Олександр Галішин

Робочу програму узгоджено науково-методичною радою

Протокол від 3 травня 2022р. № 6

Голова науково-методичної ради _____ 

**Робочу програму затверджено Вченою радою Інституту механіки
ім. С.П.Тимошенка НАН України**

Протокол від 10 травня 2022 року № 4

Голова Вченої ради _____  Володимир НАЗАРЕНКО

**Робочу програму узгоджено з гарантом освітньо-наукової програми
(керівником програми) 113 «Прикладна математика» 3 травня 2022р.**

Гарант освітньо-наукової програми _____  Володимир НАЗАРЕНКО

Пролонговано Вченою радою Інституту механіки НАН України :

Навчальні роки пролонгації	Голова Вченої ради Імех НАНУ	Підпис	№ протоколу	Дата протоколу
20 / 20				
20 / 20				
20 / 20				
20 / 20				

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Навчальна дисципліна вільного вибору аспіранта ДВА 9 «Теорія тонких оболонок та тіл обертання з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур» є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі прикладної механіки за спеціалізацією Інституту механіки НАН України.

Дисципліна тісно пов'язана із Блоком 2 освітньо-наукової програми і з науковою діяльністю аспіранта на другому році аспірантури. Передумова вивчення навчальної дисципліни «Теорія тонких оболонок та тіл обертання з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур» базується на знаннях, отриманих під час здобуття ступеня магістра та обов'язкових курсів освітньо-наукової програми ДВІ.01 та ДВІ.02, які вивчаються на першому курсі аспірантури.

Найменування показників	Характеристика дисципліни
Вид дисципліни	вибіркова
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Загальний обсяг кредитів / годин	4/120
Курс	2
Семестр	3
Кількість змістових модулів з розподілом	2
Кількість кредитів	4
Обсяг академічних годин, в тому числі	120
Лекції	20
Практичні заняття	20
Самостійна робота	80
Форма підсумкового контролю	Залік

2. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма навчальної дисципліни ДВА 9 «Теорія тонких оболонок та тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур» є нормативним документом, який розроблено на основі освітньо-наукової програми, далі ОНП, (затверджена Вченою радою Інституту механіки НАН України, 26 грудня 2017 року, протокол № 5) підготовки здобувачів третього рівня відповідно до навчального плану спеціальності 113 «Прикладна математика».

Метою навчальної дисципліни «Теорія тонких оболонок та тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур» є прищеплення знань та вмінь, притаманних прикладній математиці, на основі ступеня магістра в галузі знань 11 «Математика та статистика» зі спеціальності 113 «Прикладна математика», шляхом здобуття ними компетентностей, необхідних для виконання самостійних та оригінальних наукових досліджень за спеціалізацією, що історично проводиться в Інституті механіки НАН України, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення. Лекційний курс супроводжується індивідуальними завданнями, які аспіранти виконують під час самостійної роботи над лекціями. Ці завдання тісно пов'язуються із роботою над дисертацією, підготовкою наукових праць та презентацією на конференціях.

Головними завданнями вивчення навчальної дисципліни «Теорія тонких оболонок та тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах

підвищених температур» є формування знань, практичних навичок та компетентностей, потрібних для проведення самостійних кваліфікованих наукових досліджень:

- Загальні компетентності: ЗК1–ЗК6, ЗК9 (відповідно до переліку загальних компетентностей ОНП).
- Спеціальні (фахові) компетентності: СК1 – СК8 (відповідно до переліку спеціальних компетентностей ОНП).
- Загальні програмні результати навчання: ПРН1 – ПРН7, ПРН11, ПНР14 (відповідно до переліку програмних результатів навчання ОНП).

Програмні результати навчання за дисципліною (вимоги до знань та вмінь):

В результаті навчання за дисципліною аспіранти повинні:

Знати:

- Рівняння стану, які описують в'язкопружно-пластичне деформування матеріалу вздовж різних траєкторій неізотермічного навантаження з урахуванням виду напруженого стану.
- Методику розрахунку тонких оболонок з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.
- Методику розрахунку тіл обертання з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.

Вміти:

- Досліджувати процеси навантаження конструкційних матеріалів при складному напруженому стані на основі експериментів з трубчастими зразками та складати і конкретизувати на основі цих експериментів визначальні рівняння.
- Проводити розрахунки тонких оболонок з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.
- Проводити розрахунки тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.

3. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1. Тонкі в'язко-пружно-пластичні оболонки, які працюють в умовах підвищених температур

Тема1. Рівняння стану, які описують деформування матеріалу вздовж різних траєкторій неізотермічного навантаження. Просте та складне навантаження матеріалу. Історія навантаження та нагрівання матеріалу. Постулат ізотропії та п'ятивимірний простір напружень та деформацій Іл'юшина. Теорія малих пружнопластичних деформацій. Залежність між інтенсивностями напружень та деформацій. Термомеханічна поверхня. Умовна границя повзучості. Теорема про розвантаження. Миттєві деформації. Збіг напрямних тензорів напружень та деформацій. Теорія течії. Збіг напрямних тензорів напружень та приросту непружних деформацій.

Тема 2. Рівняння стану, які описують деформування матеріалу, що враховують вид напруженого стану. Параметри виду напруженого та деформованого стану. Вплив виду напруженого стану на механічні властивості матеріалів. Залежність механічних властивостей від параметрів виду напруженого стану. Теплофізичні властивості конструктивних матеріалів.

Тема3. Теорія тонких в'язко-пружно-пластичних оболонок, що працюють в умовах підвищених температур. Геометричні рівняння теорії тонких в'язко-пружно-пластичних оболонок. Співвідношення Коші та гіпотези Кірхгофа-Лява. Постановка задачі

теорії тонких в'язко-пружнопластичних оболонок. Зусилля, моменти, деформації та переміщення серединної поверхні тонкої оболонки. Умови закріплення оболонки. Осесиметричні оболонки. Замкнені та незамкнені оболонки довільної форми.

Змістовний модуль 2. Методи розв'язання задач, поставлених для тонких в'язко-пружнопластичних оболонок

Тема 4. Методи розв'язку системи рівнянь, що описують напружено-деформований стан тонких в'язкопружно-пластичних оболонок. Лінеаризація системи рівнянь. Методи пружних розв'язків, додаткових деформацій та напружень. Теплопровідність тонких оболонок. Визначення нестационарного температурного поля оболонки при нерівномірному нагріванні. Апроксимація розподілу температури по товщині оболонки. Рівняння та постановка задачі теплопровідності тонких оболонок. Програма розв'язання задач на ЕОМ. Осесиметричний та неосесиметричний напружено-деформований стан оболонок обертання.

Тема 5. Розрахунок тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур. Постановка задач термо-в'язко-пружно-пластичності в випадку тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур. Система нелінійних диференційних рівнянь в частинних похідних для розв'язання крайових задач в'язко-пружно-пластичності для матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур. Граничні умови. Варіаційні рівняння Лагранжа в теорії малих пружно пластичних деформацій.

Тема 6. Метод скінченних елементів для тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур. Типи скінченних елементів. Програма розв'язання задач на ЕОМ. Приклади розрахунку напружено-деформованого стану тіл обертання, що знаходяться під дією об'ємних та поверхневих сил: порожнистий циліндр під дією кільцевого навантаження, нерівномірно навантажений суцільний короткий циліндр, суцільний циліндр при змішаних граничних умовах, термопружнопластичний стан тіла обертання складного меридіонального перерізу.

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (РОЗПОДІЛ ГОДИН)

№	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичне заняття	Самост. робота
	<i>Змістовний модуль 1. Тонкі в'язко-пружно-пластичні оболонки, які працюють в умовах підвищених температур</i>			
1	Рівняння стану, які описують деформування матеріалу вздовж різних траєкторій неізотермічного навантаження.	2	2	4
2	Рівняння стану, які описують деформування матеріалу, що враховують вид напруженого стану.	4	4	16
3	Теорія тонких в'язко-пружнопластичних оболонок, що працюють в умовах підвищених температур.	4	4	20
	<i>Змістовний модуль 2. Методи розв'язання задач, поставлених для тонких в'язко-пружнопластичних оболонок</i>			
4	Методи розв'язку системи рівнянь, що описують напружено-деформований стан тонких в'язко-пружнопластичних оболонок.	2	2	10
5	Розрахунок тіл обертання з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.	4	4	20

6	Метод скінченних елементів для тіл обертання з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.	4	4	10
	Всього годин за семестр	20	20	80

5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1. Тонкі в'язко-пружно-пластичні оболонки, які працюють в умовах підвищених температур

Тема 1. Рівняння стану, які описують деформування матеріалу вздовж різних траєкторій неізотермічного навантаження..

Лекція 1. Просте та складне навантаження матеріалу. Історія навантаження та нагрівання матеріалу. Постулат ізотропії та п'ятивимірний простір напружень та деформацій Іл'юшина. Теорія малих пружнопластичних деформацій. Залежність між інтенсивностями напружень та деформацій.

Практичне заняття 1. Термомеханічна поверхня. Умовна границя повзучості. Теорема про розвантаження. Миттєві деформації. Умовна границя повзучості. Співпадіння напрямних тензорів напружень та деформацій. Теорія течії. Співпадіння напрямних тензорів напружень та приращенню непружних деформацій.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення: миттєві деформації; теорема про розвантаження.

Література: основна – 1-5; додаткова – 6-9.

Тема 2. Рівняння стану, які описують деформування матеріалу, що враховують вид напруженого стану.

Лекція 1. Параметри виду напруженого та деформованого стану.

Практичне заняття 1. Вплив виду напруженого стану на механічні властивості матеріалів.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення: параметри виду напруженого та деформованого стану.

Література: основна – 1-4; додаткова – 6-9.

Лекція 2. Залежність механічних властивостей від параметрів виду напруженого стану.

Практичне заняття 2. Теплофізичні властивості конструктивних матеріалів.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення: описання залежності механічних властивостей від параметрів виду напруженого стану.

Література: основна – 1-5; додаткова – 6-9.

Тема 3. Теорія тонких в'язко-пружно-пластичних оболонок, що працюють в умовах підвищених температур.

Лекція 1. Геометричні рівняння теорії тонких в'язкопружно-пластичних оболонок. Постановка задачі теорії тонких в'язкопружно-пластичних оболонок.

Практичне заняття 1. Співвідношення Коши та гіпотези Кірхгофа-Лява.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення:
запис геометричних рівнянь теорії тонких оболонок в різних системах координат.

Література: основна – 1-4; додаткова – 6-10.

Лекція 2. Зусилля, моменти, деформації та переміщення серединної поверхні тонкої оболонки.

Практичне заняття 2. Умови закріплення оболонки. Осесиметричні оболонки.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення:
замкнені оболонки довільної форми;
незамкнені оболонки довільної форми.

Література: основна – 2-4; додаткова – 7-11.

Змістовний модуль 2. Методи розв'язання задач, поставлених для тонких в'язко-пружнопластичних оболонок

Тема 4. Методи розв'язку системи рівнянь, що описують напружено-деформований стан тонких в'язко-пружнопластичних оболонок.

Лекція 1. Лінеаризація системи рівнянь. Методи пружних розв'язків, додаткових деформацій та напружень. Визначення нестационарного температурного поля оболонки при нерівномірному нагріванні.

Практичне заняття 1. Рівняння та постановка задачі теплопровідності тонких оболонок. Програма розв'язання задач на ПК. Осесиметричний та неосесиметричний напружено-деформований стан оболонок обертавання.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення:
різницевий метод;
теплопровідність тонких оболонок;
апроксимація розподілу температури по товщині оболонки.

Література: основна – 1-5; додаткова – 6-10.

Тема 5. Розрахунок тіл обертавання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.

Лекція 1. Постановка задач термов'язкопружно-пластичності в випадку тіл обертання з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.

Практичне заняття 1. Граничні умови. Варіаційні рівняння Лагранжа в теорії малих пружно пластичних деформацій.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення:
задачі термов'язкопружно-пластичності для тіл обертання з в'язкопружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур;
методи розщеплення за геометричними властивостями.

Література: основна – 1-5; додаткова – 6-11.

Лекція 2. Система нелінійних диференційних рівнянь в частинних похідних для розв'язання крайових задач в'язко-пружно-пластичності для матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.

Практичне заняття 2. Система диференційних рівнянь для розв'язання крайових задач термо-пружно-пластичності.

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення:
система диференційних рівнянь для розв'язання крайових задач в'язко-пружно-пластичності для матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.

Література: основна – 1-4; додаткова – 6-10.

Тема 6. Метод скінченних елементів для тіл обертання з в'язко-пружно-пластичних матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.

Лекція 1. Типи скінченних елементів. Програма розв'язання задач на ЕОМ.

Практичне заняття 1. В'язко-пружно-пластичний стан тіла обертання складного меридіонального перерізу

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення:
прикладні розрахунки напружено-деформованого стану тіл обертання, що знаходяться під дією об'ємних та поверхневих сил.

Література: основна – 1, 3, 5; додаткова – 7-9.

Лекція 2. Порожнистий циліндр під дією кільцевого навантаження, нерівномірно навантажений суцільний короткий циліндр,

Практичне заняття 2. Термопружнопластичний стан тіла обертання складного меридіонального перерізу

Завдання для самостійної роботи

1. Вивчення матеріалу лекції.

2. Опрацювання матеріалу який винесено на самостійне вивчення:
суцільний циліндр при змішаних граничних умовах.

Література: основна – 1-4; додаткова – 6-11.

Самостійна робота (80 годин)

Практичне закріплення лекційного матеріалу, наукові доповіді аспірантів, робота над сумісними науковими публікаціями та виступами на конференціях за темою навчальної дисципліни.

Самостійна робота для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти «доктора філософії», її зміст та обсяг

№ п/п	Зміст самостійної роботи аспіранта	Обсяг СР (годин)
1	Опрацювання лекційного матеріалу	40
2	Підготовка до практичних занять	20
3	Опрацювання матеріалу, який винесено на самостійне вивчення	20
Усього за навчальною дисципліною		80

6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТНЬО-НАУКОВОГО СТУПЕНЯ

6.1 Політика дотримання академічної доброчесності

Очікується, що аспіранти знайомі з основними принципами академічної доброчесності, самостійно виконують усі навчальні завдання, коректно посилаються на використані джерела інформації при написанні власного наукового або навчального дослідження, тощо. Неприпустимим є списування при написанні контрольних робіт та складанні заліку (у тому числі з використанням мобільних пристроїв). У разі виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі аспіранта вона не зараховується викладачем.

6.2 Політика щодо відвідування занять

Відвідування занять є обов'язковим компонентом навчального процесу. За об'єктивних причин (наприклад, міжнародне стажування, епідеміологічні обмеження тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу та керівником аспірантури.

6.4 Система рейтингових балів

Рейтинг аспіранта з даної дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1. Експрес-контроль – 20 балів.
2. Активну роботу на практичних заняттях - 20 балів.
3. Модульні контрольні роботи -20 балів (2x10=20)
3. Залік - 40 балів.

Заохочується представлення доповіді на наукових конференціях, семінарах, подання статті в журнал за тематикою курсу і додатково оцінюється у 10 балів.

Експрес-контроль проводиться з метою перевірки якості роботи аспіранта в аудиторії і самостійної роботи в позааудиторний час шляхом усного опитування чи самостійних письмових робіт тривалістю 10 – 30 хвилин, або індивідуальних домашніх завдань протягом семестру. Проводиться декілька разів (2 - 4) з максимальною сумарною оцінкою у 20 балів.

Залік складається аспірантом в аудиторний час і на нього виносяться питання та завдання, кожне з яких оцінюється за бальною системою.

6.5 Розрахункова шкала рейтингу

Максимальна сумарна кількість балів протягом семестру складає:
 $20+20+20+40=100$ (балів).

Рейтинг RD аспіранта складається з рейтингу, одержаного протягом семестру з урахуванням додаткових балів. Аспіранти, які набрали протягом семестру менше 30 балів, зобов'язані підвищити свій рейтинг, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість. Для підвищення рейтингу вони отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та виконати індивідуальні домашні завдання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

«Відмінно» **A (90-100 балів)** – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками

«Добре» - **B (82-89 балів)** – дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок.

«Добре» - **C (74-81 балів)** – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок.

«Задовільно» - **D (64-73 балів)** – виставляється аспіранту, який має знання тільки основного матеріалу, але не засвоїв його деталей, допускає неточності, неправильне тлумачення окремих елементів завдання та відчуває труднощі при виконанні практичних завдань.

«Задовільно» - **E (60-63 балів)** – достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь).

«Незадовільно» - **FX (35-59 балів)** - виставляється аспіранту, який дає необґрунтовані відповіді на запитання, допускає суттєві помилки у використанні понятійного апарату. Не простежується логічність та послідовність думки. Формулювання хаотичні та не усвідомлені.

«Незадовільно» - **F (1-34 балів)** - виставляється аспіранту, який не засвоїв зміст дисципліни, вміння та навички не набуті.

7. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЗАЛІКУ

1. Просте та складне навантаження матеріалу.
2. Постулат ізотропії та п'ятивимірний простір напружень та деформацій Іл'юшина.
3. Теорія малих пружнопластичних деформацій.

4. Залежність між інтенсивностями напружень та деформацій.
5. Теорема про розвантаження.
6. Теорія течії.
7. Параметри виду напруженого та деформованого стану.
8. Вплив виду напруженого стану на механічні властивості матеріалів.
9. Залежність механічних властивостей від параметрів виду напруженого стану.
10. Теплофізичні властивості конструктивних матеріалів.
11. Геометричні рівняння теорії тонких в'язко-пружнопластичних оболонок.
12. Співвідношення Коши та гіпотези Кірхгофа-Лява.
13. Постановка задачі теорії тонких в'язкопружно-пластичних оболонок.
14. Зусилля, моменти, деформації та переміщення серединної поверхні тонкої оболонки.
15. Умови закріплення оболонки.
16. Типи оболонок. .
17. Методи пружних розв'язків, додаткових деформацій та напружень.
18. Теплопровідність тонких оболонок.
19. Апроксимація розподілу температури по товщині оболонки.
20. Рівняння та постановка задачі теплопровідності тонких оболонок.
21. Система нелінійних диференціальних рівнянь в часткових похідних для розв'язання крайових задач в'язкопружно-пластичності для матеріалів, що працюють в умовах підвищених температур.
22. Варіаційні рівняння Лагранжа в теорії малих пружно пластичних деформацій.
23. Типи скінченних елементів.

8. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

8.1. Основні рекомендовані джерела

1. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение, 1975. – 400 с.
2. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: ГИТТЛ, 1956. – 324 с.
3. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 744 с.
4. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел. – Москва: ИЛ, - 1954. – 647
5. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наукова думка, 1988. – 736 с.

8.2. Додаткові рекомендовані джерела

6. Шевченко Ю.Н. Термопластичность при переменных нагружениях. – Киев: Наук. думка, 1970. – 272с.
7. Шевченко Ю.Н., Терехов Р.Г. Физические уравнения термовязкопластичности. – К.: Наук. думка, 1982. – 240 с.
8. Шевченко Ю.Н., Савченко В.Г. Термовязкопластичность. - Киев:Наук. думка, 1987.-264с.– (Механика связанных полей в элементах конструкций. В 5-ти т., Том 2).
9. Шевченко Ю.Н., Бабешко М.Е., Терехов Р.Г. Термовязкоупругопластические процессы сложного деформирования элементов конструкций. – Киев: Наук. думка, 1992. - 328 с.
10. Галишин А.З., Стебляк П.А., Шевченко Ю.Н. Определение нестационарных температурных полей в тонких слоистых оболочках вращения при осесимметричном нагреве // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету: Тематичний випуск «Математичні проблеми технічної механіки» / Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2012. – Випуск 2 (19). – С. 3 – 12.
11. Стебляк П.А. Методы расщепления в пространственных задачах теории пластичности. - Киев: Наукова думка, 1998. - 304 с.

8.3. Інші інформаційні джерела (ресурси)

Оскільки цей курс по вибору безпосередньо пов'язується із темою дисертаційних досліджень, список додаткових інформаційних джерел, який складається із наукових статей, опублікованих, як правило, останні 2-3 роки, складається індивідуально для кожного для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти «доктора філософії».