

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ
МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА

Для підготовки _____ бакалаврів _____

Напрямок підготовки _____ **06.050101** – “Комп’ютерні науки” _____

Спеціальність _____ **05010102** – «Інформаційні технології проектування» _____

РОЗГЛЯНУТО

на засіданні кафедри
ТММ і САПР

Протокол №

від « 10 » травня _____ 2010 року,

Завідуючий кафедрою,
проф. Ткачук М.А.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
транспортного машинобудування

Протокол №

від « _____ » _____ 2010 року,

Декан факультету
проф. Єпіфанов В.В.

Харків 2010

ПЕРЕДМОВА

Дисципліна “Основи механіки суцільного середовища” є базовою дисципліною в системі підготовки бакалаврів за спеціальністю 6.050101 – “Інформаційні технології проектування”

Мета викладання – закріплення знань з основних положень теорії пружності, механіки визначення переміщень та напружень в елементах деталей машин, а також знайомство студентів з основними положеннями теорії пластичності, які необхідні для аналізу та моделювання різноманітних динамічних процесів, пошуку нових оптимальних розв’язань задач, що виникають при розробці, технічній реалізації і експлуатації сучасних транспортних засобів. Цей курс має поглиблювати надані інженерні знання, має інженерну спрямованість.

Вивчення дисципліни повинно бути організовано згідно з навчальною та робочою програмами. Системою контролю якості навчання студентів є індивідуальна типова розрахунково–графічна робота, тестові опитування, іспит. Для закріплення отриманих навичок проводяться лабораторні заняття з використанням ПК. Для організації самостійної роботи студентів рекомендовано використовувати додаткову літературу та навчальні методичні посібники, розроблені викладачами кафедри ТММ та САПР.

Загальний обсяг годин на вивчення дисципліни – 153 г, з них на аудиторні заняття – 64 г і на самостійну роботу студентів – 89 г.

ВИМОГИ ДО ЗНАНЬ І УМІНЬ

Змістовний модуль №1. Математичні основи механіки суцільного середовища.

Знання:

- тензори, ранг тензорів. Декартові тензори. Перетворення координат. Метричний тензор;
- дельта Кронекера, тензор Леві – Чівіті. Бівектор ;
- головні значення та головні напрямки симетричних тензорів. Ступені тензорів, Співвідношення Гамільтона – Келі;
- тензорні поля. Диференціювання тензорів. Теорема Стокса та теорема Гауса – Остроградського.

Уміння:

- вільно володіти дев’ятичленним записом тензора другого рангу;
- знаходити додаток, внутрішній, зовнішній добуток та згортку тензорів;

- обчислювати головні значення та головні напрямки тензорів другого рангу;
- застосовувати співвідношення Гамільтона – Келі, теореми Стокса та Гауса – Остроградського.

Змістовний модуль №2. Аналіз напруженого стану суцільного середовища.

Знання:

- масові, поверхневі сили. Принцип напружень Коші. Вектор напружень, компоненти напружень;
- напружений стан у точці. Тензор напружень. Кульовий тензор та девіатор напружень;
- диференційні рівняння рівноваги. Головні напруження, інваріанти напружень. Інтенсивність нормальних та дотичних напружень. Поверхні напружень;
- максимальне та мінімальне дотичне напруження. Круги Мора для напружень;
- плоский напружений стан.

Уміння:

- вміти складати рівняння рівноваги сил і моментів, встановлювати симетрію тензора напружень;
- отримувати закони перетворення напружень;
- обчислювати головні напруження, інваріанти тензора напружень, будувати еліпсоїд напружень, круги Мора.

Змістовний модуль №3. Теорія пружності.

Знання:

- деформація та течія. Лагранжев та Ейлерів опис руху. Градієнти деформацій, тензор деформацій, тензор кінцевої деформації. Тензор нескінченно малих деформацій, тензор лінійного оберту;
- геометричне значення тензорів лінійних деформацій, коефіцієнт довжини, тензор коефіцієнтів довжини, тензор оберту;
- головні деформації. Інваріанти деформацій. Шаровий тензор та девіатор деформацій;
- методи визначення лінійних та кутових деформацій в балках і рамах, розкриття статичної невизначеності систем. Складний напружений стан, умови міцності, критерії міцності;
- узагальнений закон Гука, функція енергії деформації, ізотропність середовища, симетрія пружних властивостей. Постановка статичних та динамічних задач теорії пружності;
- теорема суперпозиції, єдність рішення, принцип Сен – Венана;
- плоскі задачі теорії пружності, двомірні статичні задачі теорії пружності, гіпер- та гіпопружність.

Уміння:

- визначати переміщення та деформації, коефіцієнти довжини та поворот;
- здійснювати перетворення тензорів деформації, визначати головні напруження;
- складати рівняння сумісності для плоского деформованого стану, обирати та застосовувати методи визначення лінійних та кутових деформацій,
- використовувати критерії міцності для розв'язання задач.

Змістовний модуль №4. Теорія пластичності.

Знання:

- ідеалізована діаграма пластичності, умови пластичності, критерії Треска та Мізеса;
- співвідношення між напруженнями та деформаціями. Теорія пластичного потенціалу;
- еквівалентне напруження. Деформаційна теорія пластичності. Задачі пружно-пластичності;
- елементарна теорія ліній ковзання при плоскій пластичній деформації.

Уміння:

- вміти складати співвідношення між напруженнями та деформаціями в стані пластичності;
- аналізувати діаграми пластичності;
- вміти застосовувати критерії Треска та Мізеса;
- обчислювати еквівалентне напруження та еквівалентне прирощення пластичної деформації.

ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

4-й курс, 7-й семестр

Модуль 1. Основні поняття механіки суцільного середовища, 67 годин – 1,86 кредити.

Змістовний модуль №1. Математичні основи механіки суцільного середовища.

Тема 1. Тензори та механіка суцільного середовища.

Тензори. Декартові тензори. Ранг тензора. Вектори та скаляри. Дії над векторами. Діади та діадіки. Системи координат, базисні вектори, триєдр одиничних векторів. Лінійні векторні функції, діадіки як лінійні векторні оператори. Індексні позначення, інтервал змінювання індексів, домовленість про додавання. Перетворення координат. Загальне поняття тензора. Закони перетворення декартових тензорів. Дельта Кронекера. Умови ортогональності. Додавання та добуток тензорів. Тензор Леві – Чівіті. Бівектор. Матриці. Матричне представлення декартових тензорів. Симетрія діадіків, матриць, тензорів. Головні значення та головні напрямки симетричних тензорів другого рангу. Ступені тензорів другого рангу. Співвідношення Гамільтона – Келі. Тензорні поля. Диференціювання тензорів. Криволінійні інтеграли. Теорема Стокса. Теорема Гауса – Остроградського.

Змістовний модуль №2. Аналіз напруженого стану суцільного середовища.

Тема 2. Суцільне середовище. Вектор та тензор напружень.

Поняття суцільного середовища. Однорідність, ізотропність, масова щільність. Масові сили. Поверхневі сили. Принцип напружень Коши. Вектор напружень. Напружений стан у точці. Тензор напружень. Зв'язок між вектором та тензором напружень. Рівновага сил і моментів. Симетрія тензора напружень. Закони перетворення напружень. Поверхні напружень Коши. Головні напруження, інваріанти тензора напружень, еліпсоїд напружень. Максимальне та мінімальне напруження дотичне напруження. Круги Мора для напружень. Плоский напружений стан. Девіатор та шаровий тензор напружень.

Модуль 2. Теорії пружності та пластичності, 36 години – 2,39 кредити.

Змістовний модуль №3. Теорія пружності.

Тема 3. Деформації.

Конфігурація суцільного середовища. Деформація та течія. Лагранжев та Ейлерів опис руху. Градієнти деформації, тензор деформації, тензор кінцевої деформації. Теорія малих деформацій, тензор нескінченно малих деформацій, тензор лінійного оберту. Геометричне значення тензорів лінійних деформацій, коефіцієнт довжини, тензор коефіцієнтів довжини, тензор оберту. Головні деформації. Інваріанти деформацій. Шаровий тензор та дівіатор деформацій. Плоска деформація. Круги Мора для деформації. Рівняння сумісності для лінійних деформацій. Методи визначення лінійних та кутових деформацій в балках та рамах. Метод сил та переміщень. Метод початкових параметрів. Розкриття статичної невизначеності систем. Правило Верещагіна та Симпсона - Корноухова. Складний напружений стан. Умови міцності. Критерії міцності.

Тема 4. Лінійна теорія пружності.

Узагальнений закон Гука. Функція енергії деформації. Ізотропні середовища. Симетрія пружних властивостей. Пружні сталі. Постановка статичних та динамічних задач теорії пружності. Теорема суперпозиції. Одичність рішення. Принцип Сен-Венана. Плоскі задачі теорії пружності. Двовірні статичні задачі теорії пружності. Гіпер- та гіпопружність.

Змістовний модуль №4. Теорія пластичності.

Тема 5. Основні поняття та визначення теорії пластичності.

Простір напружень. Поверхня текучості. Поведінка матеріалу за межами текучості. Ізотропне та кінематичне спрочнення. Ідеалізовані діаграми пластичної поведінки. Умови пластичності. Критерії Треска та Мізеса. Співвідношення між напруженнями та деформаціями в стані пластичності. Теорія пластичного потенціалу. Еквівалентне напруження, еквівалентне прирощення пластичної деформації. Деформаційна теорія пластичності. Задачі пружно-пластичності. Елементарна теорія ліній ковзання при плоскій пластичній деформації.

Розподіл навчального часу за змістовними модулями та видами навчальних занять

Назва змістовного модуля	Загальний обсяг		З них		У т.ч. за видами навчальних занять у годинах							Контрольні заходи			Звітність
	годин	кредитів	Аудиторні заняття	Самостійна робота	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Семінарські заняття	Курсова робота	РР, РГР (№ тижня)	ОДЗ	Тестове опитування	Модульна контрольна робота №1(№ тижня)	Модульна контрольна робота №2(№ тижня)	Іспит
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4-й курс, 7-й семестр															
Модуль 1. Основні поняття механіки суцільного середовища.	67	1,86	28	39	14	14				+			8		
Змістовний модуль №1. Математичні основи механіки суцільного середовища.	39	1,08	16	23	8	8									
Тема 1. Тензори та механіка суцільного середовища.	39	1,08	16	23	8	8				+		+			
Змістовний модуль №2. Аналіз напруженого стану суцільного середовища.	28	0,78	12	16	6	6									
Тема 2. Суцільне середовище. Вектор та тензор напружень.	28	0,78	12	16	6	6				+		+			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Модуль 2. Теорії пружності та пластичності.	86	2,39	36	50	18	18				+				15	
Змістовний модуль №3. Теорія пружності.	67	1,86	28	39	14	14									
Тема 3. Деформації.	48	1,33	20	28	10	10				+		+			
Тема 4. Лінійна теорія пружності.	19	0,53	8	11	4	4						+			
Змістовний модуль №4. Теорія пластичності.	19	0,53	8	11	4	4									
Тема 15. Основні поняття та визначення теорії пластичності.	19	0,53	8	11	4	4									
Разом з дисципліни	153	4,25	64	89	32	32				+		+	+	+	+

Розрахунково – графічні роботи (РГР)

Номер спеціальності	Семестр	Види робіт	Число навчальних тижнів на виконання	Строки захисту (на якому тижні)
6.050101	7	РГР№1: „Математичні основи механіки суцільного середовища”. РГР№2: „Напруження та деформації”.	4	6
			6	13

ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ

Семестр	Коли проводиться (№ тижня)	Варіанти і зміст модульних контрольних робіт (контрольних робіт)
1	2	3
7	4	Тестове опитування за темою № 1
7	7	Тестове опитування за темою № 2
7	12	Тестове опитування за темою № 3
7	14	Тестове опитування за темою № 4
7	8	Модульна контрольна робота №1 „Математичні основи механіки суцільного середовища”.
7	15	Модульна контрольна робота №2 „ Напруження та деформації ”.

ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ І МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

№ п/р	Назва підручників, навчальних посібників, методичних вказівок, каталог інформаційного і матеріального забезпечення	Де застосовується			
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР
1	2	3			
1	Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979	+	+		
2	Справочник машиностроителя /Под ред.академ. С.В.Серенсено/-М.: Машгиз, 1983		+		+
3	Ильюшин А.А.Механика сплошной среды.– М.:Изд-во МГУ, 1990	+	+		+
4	Седов Л.И. Механика сплошной среды.Т.1,2. Изд.6-е.– М.: Наука, 2004	+	+		+
5	Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов.– Киев, Наук. думка, 1988	+	+		+
6	Пустовой В.Н. Металлоконструкции грузоподъемных машин. Разрушение и прогнозирование остаточного ресурса. – М.: Транспорт, 1992		+		+
7	Ильюшин А.А. Пластичность. – М.: Изд-во АН СССР,1963.	+	+		+
8	Тимошенко С.П. Курс теории упругости. – Киев.: Наук. думка, 1972.	+			+
9	Победря Б.Е., Георгиевский Д.В. Основы механики сплошной среды. Курс лекций.– М.:ФИЗМАТЛИТ,2006	+			+
10	Лобанова Л.Ф., Закалюкин В.М., Прудников В.В., Цехмистрова Н.В. Модели сплошных сред в задачах и упражнениях.– М.: Изд-во МАИ, 1980		+		+
11	Эглит М.Э. Сборник задач по механике сплошной среды.– М.: Изд-во МГУ, 1992		+		+