

**Сучасні методи розрахунку на міцність конструкцій
із нових матеріалів
(ПП.В.11-1)**

Спеціальність: 015.20 Професійна освіта (Транспорт)

Кафедра: Технології машинобудування і ремонту машин

Лектор: доц. каф. ТМ і РМ, к. т. н. Тарасов Юрій Володимирович
(посада, вчене звання ПІБ)

Контактний тел.: (057)707-37-33

E-mail: yuriy.ledd@gmail.com

Семестр: 6

Форма навчання: денна

Обсяг курсу: 4 кредити ЄКТС (120 годин), в тому числі: лекції – 32 год., лабораторні заняття – 16 год., самостійна робота студента – 72 год.

Результати навчання:

– знати: основні тенденції та перспективи розвитку сучасних методів розрахунку на міцність конструкцій деталей, вузлів і агрегатів, які використовуються під час проектування автомобілів;

– уміти: вирішувати задачі стосовно забезпечення міцності методом кінцевих елементів та апроксимації, застосовувати базові знання для твердотільного проектування та параметризації моделі;

Відповідність програмних компетентностей освітньої компоненти:

ЗК – 2, ЗК – 5, ФК – 2, ФК – 12, ПРН – 10, ПРН – 12, ПРН – 15, ПРН – 22.

Необхідні обов'язкові попередні та супутні навчальні дисципліни:

пререквізити: «Інженерна і комп'ютерна графіка», «Теоретична механіка», «Теорія машин і механізмів», «Опір матеріалів», «Теорія конструкційних матеріалів і матеріалознавство».

кореквізити: Забезпечення надійності автомобілів; «Технологічні основи машинобудування»; Технологія ремонту автомобілів.

Короткий зміст навчальної програми:

Назва теми лекційного матеріалу	Кількість годин		Назва ПР, ЛР, СЗ, СРС	Кількість годин		Література
	очна	заочна		очна	заочна	
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Сучасні комп'ютерні програми для 3D проектування. Сімейство Solid, Ansys-програми. Обмін даними з іншими системами. База даних та формат файлів. Інтерфейс користувача. Процесори.	2	-	ЛР1: Дослідження інтерфейсу програми Solid Works під час 3D проектування. СРС1: Інженерні розрахунки елементів автомобіля з використанням комп'ютерних програм.	2	-	[1-3], [4-7]
				2		

Тема 2. Одержання рішення. Завдання виду аналізу та його опцій, навантаження та кроку рішення, запуск на розрахунок кінцево-елементної задачі.	2	-	СРС: Застосування під час конструювання та у виробництві інформаційних технологій.	4	-	[1-3], [4-7]
1	2	3	4	5	6	7
Тема 3. Передпроцесорна підготовка та постпроцесорна обробка результатів. Процесор загального призначення. Таблична форма результатів. Візуалізація поля в трьохвимірному просторі. Процедура відслідковування результатів. Постпроцесор історії навантаження.	2	-	ЛР2: Дослідження моделі деталі, створеної методом витягування й обертання програмою Solid Works. СРС2: Програма ANSYS.	2 2	-	[1-3], [4-7], [4-9]
Тема 4. Мова параметричного програмування. Програма APDL. Змінні проекту. Змінні стану. Цільова функція. Оптимізація проектних розробок. Способи оптимізації: однократний запуск програми, випадкове вар'ювання проекту, дискретний метод, факторний аналіз, градієнтний аналіз.	2	-	СРС: Аналіз деталей на міцність.	4	-	[1-3], [4-9]
Тема 5. Твердотільне моделювання. Способи побудови геометричної моделі. Імпорт моделі. Попередньо побудована модель в іншій програмі. Твердотільне моделювання з використанням геометричних примітивів та операцій булевої алгебри. Безпосереднє створення моделі у інтерактивному режимі	2	-	ЛР3: Дослідження масивів елементів за допомогою програми ANSYS. СРС3: Застосування методу кінцевих елементів в процесі розрахунку деталей на міцність.	2 2	-	[1-3], [4-7], [4-9]
Тема 6. Параметризація моделі. Модуль твердотільного моделювання та мова параметричного програмування APDL. Параметричний log-файл.	2	-	СРС: Побудова кінцево-елементної моделі деталі.	4	-	[1-3], [4-7]

<p>Тема 7. Геометричне побудування на площині. Глюстація та освоєння можливостей системи Ansys з геометричного моделювання плоских об'єктів.</p>	2	-	<p>ЛР4: Створення моделей деталей, що сполучаються за розмірами, програмою ANSYS (на прикладі кривошипно-шатунного механізму). СРС4: Провести аналіз фігури з метою визначення кількості осей симетрії та обґрунтування рішення про можливість побудови половини або четвертої частини фігури..</p>	2 2	-	[1-3], [4-7]
1	2	3	4	5	6	7
<p>Тема 8. Моделювання трьохвимірних об'єктів. Спосіб нисхідного моделювання просторових об'єктів за допомогою примітивів. Площина Working Plane. Вікна Hexagonal Prism, Pan-Zoom-Rotate.</p>	2	-	СРС: Відновити геометричну форму об'єкта за його зображенням на комплексному кресленні – двома основними проекціями (горизонтальною та фронтальною).	4	-	[1-3], [4-7]
<p>Тема 9. Побудова сітки. Бібліотека кінцевих елементів програми. Створення дискретної моделі. Способи генерації сітки в системі Ansys. Вказання типу елементів, задання константи елементів, задання властивостей матеріалів. Автоматичне створення довільної сітки (free). Побудова впорядкованої сітки (mapped). Видавлювання сітки (extrude). Адаптивна побудова сітки (Adaptive Mesh).</p>	4	-	<p>ЛР 5: Дослідження конструкторських прийомів складання вузла програмою ANSYS (на прикладі кривошипно-шатунного механізму). СРС: Механіка деформованого тіла.</p>	2 2	-	[1-3], [4-7]
<p>Тема 10. Метод підконструкцій та підмоделей. Методика виділення з моделі конструкції з більш простими складовими частинами. Майстер-ступенів MDOF. Створення суперелемента. Переваги метода підконструкцій. Побудова сітки та більш детальний аналіз виділеної області моделі. Переваги метода підмоделей.</p>	2	-	СРС: Сучасні комп'ютерні програми для 3D проектування.	4	-	[1-3], [4-7]

Тема 11. Побудова вільної сітки. Побудова вільної сітки із трикутних, чотирикутних та чотиригранних елементів. Генератор сітки елементів, що являє собою тетраедри. Внутрішні та зовнішні опції керування якістю сітки. Інші доступні опції керування якістю сітки. Пошарова побудова сітки за допомогою модуля	2	-	ЛР 6: Дослідження конструкторських прийомів складання вузла програмою ANSYS (на прикладі кривошипно-шатунного механізму). СРС: Аналізи на міцність за допомогою Autodesk Inventor.	2 2	-	[1-3], [4-10]
Тема 12. Побудова впорядкованої сітки. Створення упорядкованої сітки для плоских та об'ємних розрахункових моделей. Правила створення. Шаблон упорядкованого розбивання областей. Шаблиони квазірегулярного розбивання.	2	-	СРС: Реалізація розрахунку на міцність і робота з інструментарієм.	4	-	[1-3], [4-9]
1	2	3	4	5	6	7
Тема 13. Розрахунок складних просторових конструкцій з нових матеріалів. Визначення переміщення вузлів, опорні реакції та зусилля в стрижнях колінчастого вала в разі послідовного та одночасного прикладення всіх навантажень.	2	-	ЛР 7: Дослідження окремих деталей на міцність в програмі Cosmos Works. СРС: Розрахункова сітка з автоматичним налаштуванням густини у процесі обрахунків моделі та умов навантаження.	2 2	-	[1-3], [4-7]
Тема 14. Плоский згин балок. Класична задача опору матеріалів про прямиий згин в одній площині балки. Кінцевий елемент BEAM3.	2	-	СРС: Для балки визначити та обгрунтувати найменшу кількість кінцевих елементів та місця їх згущення.	4	-	[1-3], [4-7]
Тема 15. Розрахунок плоских рам. Кінцевий елемент BEAM4. Проміжні шарніри. Командний файл. Одержання графічного зображення вихідної геометрії конструкції та схеми її навантаження й закріплення. Побудова згинальних епюр.	2	-	ЛР 8: Дослідження складальних вузлів на міцність в програмі Cosmos Works. СРС: Для конструкції рами, використовуючи систему Ansis, визначити реакції в опорах, нормальні та поперечні сили і моменти згину.	2 4	-	[4-7], [8-10]
Тема 16. Розрахунки елементів автомобіля за допомогою сучасних комп'ютерних обчислювальних програм. Розрахунок рамних конструкцій автомобілів, балок ведучих мостів.	2	-	СРС: Середовище аналізу на міцність у Autodesk Inventor, Ansis/Mechanical, Cosmos Works, Solid Works.	4	-	[1-3], [4-7]
УСЬОГО за дисципліну	32		ПР СРС	16 42		

Рекомендована література:

Базова література

1. Компьютерное проектирование и расчет на прочность деталей автомобилей / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов и др. Харьков: ХНАДУ, 2003. – 336 с.

2. Алямовский А.А. Solid Works / Cosmos Works. Инженерный анализ методом конечных элементов / А.А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 432 с.

3. Шам Тику. Эффективная работа: Solid Works 2010 / Шам Тику. – С-Пб.: Питер, 2011. – 768 с.

(друковані матеріали, які є в бібліотеці)

Допоміжна література

1. Чигарев А.В. ANSYS для инженеров: справочн. пособ. / Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 512 с.

2. Каплун А.Б. ANSYS в руках инженера: практ. руков. / Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.

3. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / Басов К.А.; под общ. ред. Д.Г. Красковского. – М.: Компьютер пресс, 2002. – 224 с.

4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Сучасні методи розрахунку на міцність конструкцій із нових матеріалів» / Назаров О.І., Болдовський В.М. – Харків: ХНАДУ, 2016. – 29 с.

Інформаційні ресурси

1. Жидков А.В. Применение системы ANSYS к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования / Жидков А.В. – Нижний Новгород, 2006. – 115 с.

2. Клебанов Я.М. Использование программного комплекса ANSYS в учебном процессе / Клебанов Я.М., Давыдов А.Н., Папировский В.Л. –

Режим доступа: [http:// cadfem.ru](http://cadfem.ru)

3. Офіційний сайт Харківського національного автомобільно-дорожнього університету [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу: khadi.kharkov.ua

Методи і критерії оцінювання, вимоги:

Методи і критерії оцінювання:

– поточний контроль знань здобувачів освіти (50 %): у вигляді написання тестових завдань, письмове виконання та усний захист практичних робіт;

– підсумковий контроль (залік) знань здобувачів освіти (50 %): письмово-усна форма.

Вимоги: до підсумкового контролю допускаються здобувачі освіти, які успішно написали поточні контрольні роботи (тестування), виконали та захистили практичні роботи.