МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи

з дисципліни
«Інженерні розрахунки та проектування в САЕ-системах»

для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
освітньої програми «Технологія та устаткування зварювання»
усіх форм навчання

2020

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Інженерні розрахунки та проектування в САЕ-системах» для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія». спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технологія та устаткування зварювання» усіх форм навчання / Укл. Лаптєва Г.М. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020 – 12 с.

Укладач: Лаптєва Г.М., канд. техн. наук, доцент

Рецензент: Шумикін С.О., канд. техн. наук, доцент

Редактор: Аверченко І.П., ст. лаб.

Відповідальний за випуск:
Лаптєва Г.М., канд. техн. наук, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 10 від 28.05.2020 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол № 10 від 25.06.2020 р.

ЗМІСТ

1	ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	4
2	РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ	6
3	ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	7
4	КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	9
5	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	12
5.1	Основна	12
5.2	Допоміжна	13
5.2	Інформаційні ресурси	13

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Мета дисципліни «Інженерні розрахунки та проектування в САЕ-системах» – ознайомлення студентів з методами комп'ютерного моделювання в пакетах кінцево-елементного аналізу. Навчити бакалаврів розробляти адекватні розрахункові схеми і використовувати їх для оцінювання напружено-деформованого стану деталей та металоконструкцій.

Завдання – розвиток навичок комп'ютерного моделювання для рішення задач міцності й стійкості деталей та металоконструкцій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- ФК5. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.
- ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.
- ФК8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

Після вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на

міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

вміти:

- вивчати і оволодівати сучасними знаннями;
- використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин;
- застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки;
- просторово мислити і відтворювати просторові об'єкти, конструкції та механізми у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

Предметом вивчення даної дисципліни є методи та принципи сучасних інженерних програм для розрахунків і проектування зварних конструкцій.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліни, що передують вивченню цієї дисципліни – опір матеріалів, матеріалознавство, теоретична механіка, деталі машин і ПТМ, теорія зварювальних процесів; дисципліни, вивчення яких спирається на цю дисципліну – виробництво зварних конструкцій, проектування зварних конструкцій.

Для повного опанування предмету необхідно систематично і досконало вивчати поданий матеріал, виконувати практичні роботи, самостійно обґрунтовувати вибрані методики розрахунку, користуючись основною та допоміжною літературою, інформаційними ресурсами.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Аналіз можливостей та областей використання САЕ-систем для інженерних розрахунків та проектування.

Змістовий модуль 1. Аналіз можливостей та областей використання САЕ-систем для інженерних розрахунків та проектування.

Тема 1. Аналіз можливостей та областей використання основних методів, що використовуються в САЕ-системах. Метод кінцевих елементів.

Практична робота – 5 год.

Самостійна робота – 10 год.

Література: 1-4.

Модуль 2. Етапи кінцево-елементного аналізу.

Змістовий модуль 2. Стадія «Preprocessor».

Тема 2. Етапи моделювання в препроцесорі. Розробка кінцево-елементної моделі зварної конструкції. Характеристика кінцевих елементів різних типів. Управління якістю сітки.

Практична робота – 8 год.

Самостійна робота – 16 год.

Література: 1-4.

Тема 3. Етапи формування фізичної моделі матеріалу. Види граничних умов. Визначення переміщень. Задання навантажень.

Практична робота – 8 год.

Самостійна робота – 16 год.

Література: 1-4.

Змістовий модуль 3. Стадія «Solution» (Рішення). Стадія «Postprocessor».

Тема 4. Вибір типу розрахунку (вирішувача). Аналіз напружено-деформованого стану.

Практична робота – 5 год.

Самостійна робота – 16 год.

Література: 1-4.

Тема 5. Оцінка адекватності математичної моделі зварної конструкції. Оцінка якості сітки.

Практична робота – 4 год.

Самостійна робота – 8 год.

Література: 1-4.

3 ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

При вивченні дисципліни студенти повинні надбати практичні навички з розрахунку і проектуванню зварних конструкцій. Це забезпечується проведенням практичних робіт (табл. 3.1).

1. Методичні вказівки до виконання практичних роботи з дисципліни «Інженерні розрахунки та проектування в САЕ-системах» для студентів галузі знать 13 «Механічна інженерія», спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технологія та устаткування зварювання» усіх форм навчання /Укл.: Г.М.Лаптєва – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 62 с.

Вимоги та рекомендації викладача щодо вивчення дисципліни та виконання практичних завдань також викладені в силабусі.

Таблиця 3.1 – Перелік практичних робіт

№	Назва практичних робіт	Кількість годин	Графік виконання, тиждень
1	Аналіз можливостей та областей використання методу кінцевих елементів. Етапи кінцево-елементного аналізу.	5	1,2,3
2	Розробка геометричної моделі виробу. Моделювання в препроцесорі.	4	3,4,5
3	Етапи формування фізичної моделі матеріалу.	4	5,6
4	Розробка кінцево-елементної моделі. Характеристика кінцевих елементів різних типів. Управління якістю сітки.	4	7,8
5	Види граничних умов. Визначення переміщень. Задання навантажень.	4	9,10
6	Вибір типу розрахунку (вирішувача). Аналіз напружено-деформованого стану.	5	11,12,13
7	Оцінка адекватності математичної моделі зварної конструкції. Оцінка якості сітки.	4	13,14

4 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

В процесі самостійної роботи при вивченні даного предмету слід користуватися не тільки рекомендованою літературою. Можна аналізувати інформацію, подану в Інтернеті, сучасних періодичних технічних виданнях тощо.

1 Перерахуйте основні задачі, які вирішуються за допомогою ANSYS?

2 Перелічить основні розділи головного меню ANSYS.

3 Перерахуйте етапи виконання розрахунків в ANSYS.

4 Назвіть призначення основних розділів головного меню.

5 Перелічить найбільш часто використовувані команди панелі інструментів.

6 Назвіть призначення (можливості) основних команд панелі інструментів.

7 Вкажіть основні вимоги до розташування розрахункових файлів ANSYS та їх назви.

8 Наведіть ієрархію (блок-схему) структурних складових, які приймають участь при створенні тривимірних моделей (точок, ліній, поверхонь, об’ємів).

9 Назвіть основні переваги та недоліки відображення геометричної моделі за допомогою окремих структурних складових.

10 Вкажіть, в якому розділі головного меню розташовуються інструменти для побудови геометричної моделі?

11 Перелічить операції, які можливо проводити над об’єктами при створенні геометричної тривимірної моделі.

12 Вкажіть, за якими ознаками можна нумерувати та відображати окремі структурні складові геометричної моделі?

13 Опишіть, в яких випадках є можливість будувати геометричну модель лише за допомогою ліній?

14 Перерахуйте основні фізико - механічні характеристики матеріалу, з якого виготовлена конструкція для ANSYS MECHANICAL.

15 Наведіть приклад, в якому вигляді можна записати великі значення фізико - механічних характеристик матеріалу?

16 Вкажіть, з якою метою задають щільність матеріалу?

17 Назвіть одиниці виміру, в яких необхідно задавати властивості матеріалу в ANSYS MECHANICAL?

18 Поясніть, яку фізико - механічну характеристику матеріалу описує коефіцієнт Пуассона?

19 В якому випадку можна не враховувати щільність матеріалу?

20 Назвіть, які типи кінцевих елементів доступні в програмі ANSYS.

21 Опишіть призначення плоских (двомірних) кінцевих елементів.

22 Опишіть призначення тривимірних кінцевих елементів.

23 Перерахуйте основні шляхи накопичення похибок результатів при комп’ютерному моделюванні зварних конструкцій.

24 Вкажіть основні критерії вибору доцільності використання сітки з меншим розміром кінцевих елементів при розрахунку математичної моделі.

25 Назвіть основні переваги та недоліки сітки з елементами великого розміру для розрахунку моделі.

26 Перерахуйте граничні умови в переміщеннях відносно координатних вісів.

27 Поясніть, чому необхідно враховувати силу гравітації при розрахунках зварних конструкцій?

28 Наведіть приклад, в якому випадку дію сили гравітації можна не враховувати при розрахунках?

29 Поясніть, як впливає правильність визначення ступенів свободи моделі конструкції на точність розрахунку.

30 Вкажіть випадок доцільності прикладення симетричних граничних умов.

31 Поясніть необхідність перевірки працездатності моделі до прикладення навантажень.

32 Поясніть, з якою метою можна використовувати контактні задачі.

33 Назвіть призначення модального аналізу в ANSYS.

34 Вкажіть загальне призначення гармонійного аналізу в ANSYS.

35 Поясніть доцільність запису програмою кожного кроку рішення.

36 Наведіть приклад використання статичного розрахунку.

37 Вкажіть розширення файла бази даних, що створюється програмою ANSYS?

38 Наведіть приклад змісту файлу з розширенням .dbb.

39 Яким чином формується файл з розширенням .dbb?

40 Пояснить, в якому з перерізів шару металу одержуються найбільш достовірні результати розрахунку: верхньому, середньому, нижньому?

41 Вкажіть послідовність кроків для внесення змін в геометричну модель або фізико-механічні властивості матеріалу.

42 Вкажіть послідовність наступних дій для зміни типу кінцевих елементів з метою підвищення точності подальших розрахунків після отримання результатів.

5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

1 Басов К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS: М.: ДМК, 2006. 248 с.

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

3 Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ. пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. 512с.

4 Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения: М.: ЛЕНАНД, 2008. 456с.

5 Попов С.Н. Антонюк Д.А. Перспективы использования современных компьютерных систем проектирования и моделирования сварных конструкций и производства покрытий. Сварка и контроль. Т.3. /С.Н. Попов, Д.А. Антонюк. *Сварочные материалы. Технология. Сварочное оборудование.* Пермь, 2004. С.180-185.

6 Попов С.Н., Антонюк Д.А., Марков А.И., Лисунов Ю.И., Попова Т.Н. Исследование напряженно-деформированного состояния стальных конструкций на основе программного комплекса ANSYS.

Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. Запоріжжя, 2004. Вип.2. С.107-112.

5.2 Допоміжна

1 Peter C. Budgell. ANSYS Tips and ANSYS Tricks: Burlington, Ontario, Canada, 1999. 210 p.

2 Попов С.Н., Т.В. Попова. Системный многофакторный анализ расчета конструктивных параметров сварочных реакторов на основе целевых функций. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* Харьков, 2013. Вип. №3/9(63). С.19-24.

5.3 Інформаційні ресурси

1 http://www.padtinc.com/

2 http://ansys.net/