МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

До самостійної роботи з дисципліни «CAD/CAE системи для ПТДБМ машин» для студентів спеціальності G11 "Машинобудування", освітня програма G11.05 "Транспортні засоби" / "Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання" усіх форм навчання

2026

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «CAD-CAE системи для ПТДБМ машин» для студентів спеціальності G11 "Машинобудування", освітня програма G11.05 "Транспортні засоби"/ «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» усіх форм навчання / Укл.: Д.С. Козак - Запоріжжя: НУЗП, 2026. - 11 с.

Укладачі: Д.С. Козак, старш.викл.

Рецензент: М.В. Сидоренко,к.т.н, доцент,

Відповідальний
за випуск: Д.С. Козак, старш. викл.

Затверджено

на засіданні кафедри
“Деталі машин та ПТМ”

Протокол № _9__
від ” 3 ” _червня_ 2026 р.

ЗМІСТ

1 Вступ……. 4
2 Теми для самостійного вивчення …….. 5
3 Лабораторні роботи для самостійної підготовки ……. 6
3.1 Самостійна робота № 1…….. 6
3.2 Самостійна робота № 2…….. 8
4 Література…….. 11

1 ВСТУП

В рамках самостійної роботи з курсу «CAD-CAE системи для ПТДБМ машин» студенти вивчають теоретичні відомості з переліку тем для самостійного опрацювання згідно списку рекомендованої літератури.

Додатково необхідно виконати 2 домашні Самостійні роботи (Індивідуальні лабораторні роботи), згідно наявних методичних вказівок. За виконання самостійних робіт студент звітує перед викладачем згідно календарного плану вивчення дисципліни.

Об’єм інформації до самостійного опрацювання лектор визначає в процесі читання лекційного курсу.

2 ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

1. Вступ. Характеристики сучасних CAD-CAE систем.
2. Оптимізація тривимірних моделей для проведення розрахунку в CAE системах.
3. Принципи розрахунків на міцність в CAE системах.
4. Основи кінцево-елементного аналізу.
5. Побудова розрахункових моделей деталей та проведення статичних розрахунків.
6. Аналіз результатів розрахунку та оптимізація конструкцій.
7. Розрахунок елементарних балок.
8. Розрахунки конструкцій на втрату стійкості.
9. Частотний аналіз конструкцій.
10. Розрахунки на втому.
11. Аналіз рухомих збірок.

3 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

3.1 Самостійна робота № 1

В рамках даної самостійної роботи необхідно провести статичний розрахунок анкерної плити.

Виберіть «Приклади аналізу» для запуску нової вправи.

Деталь анкерної плити збірки DE-STA-CO Clamp.375.r, виготовлена з пластмаси - нейлон 6/10. Плита кріпиться за допомогою чотирьох отворів. Зусилля на анкерну плиту передається від компонента пластини. Визначте максимальне зусилля, яке може витримати анкерна плита, передбачивши запас міцності, рівний 3,0.

Щоб відкрити «aw_anchor_plate.sldprt» перейдіть в «<каталог_установи> / samples / tutorial / cosmosxpres / aw_anchor_plate.sldprt». Плиту показано на рис. 1.1.

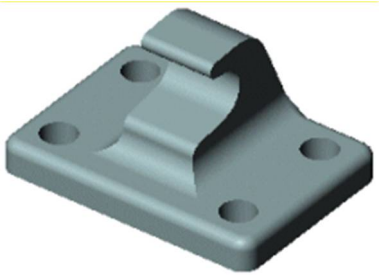


Рисунок 1.1 – Анкерна плита

Використовуйте наступні рекомендації для обчислення максимального зусилля:

- Вкажіть «Поліамід 6/0» з бази даних Матеріалів *SolidWorks*, вибравши його в розділі «Пластмаса».
- Обмежте чотири отвори плити. Використовуйте один набір кріплень, який містить чотири грані.
- Застосуйте силу в 160 кг. до грані, дотичної з компонентом пластини. Замість цього навантаження можна вказати будь-яке необхідне значення. Позначимо прикладену силу буквою F.
- Виконайте аналіз деталі за допомогою параметрів «за замовчуванням».

Після виконання аналізу програма відображає мінімальний запас міцності. Припустимо, що це значення – m. Це означає, що анкерна плита почне деформуватися при зміні величини сили з F на m×F.

З урахуванням запасу міцності 3,0 максимальне зусилля, яке здатна витримати анкерна плита, становить m×F / 3.

На рисунку нижче показано розподіл напружень анкерної плиті при навантаженні в 160 кг (рис. 1.2).

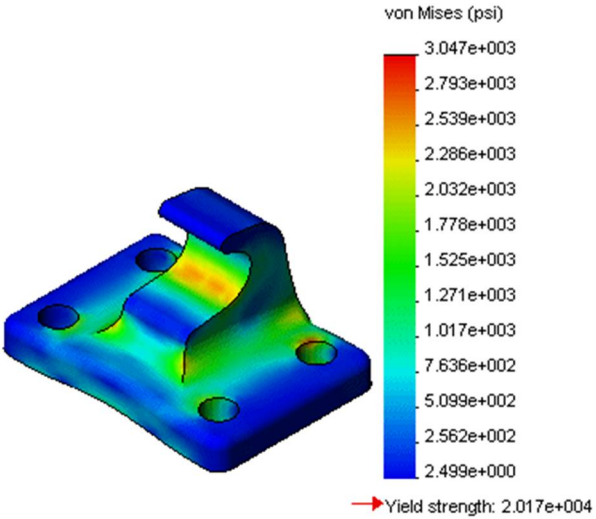


Рисунок 1.2 – Розподіл еквівалентних напружень в плиті

При нормальних робочих умовах на анкерну плиту діє сила, прикладена до рукоятки. З практичної точки зору більш важливим є питання, яку максимальну силу, яка не викликає деформацій, можна прикласти до рукоятки. *SimulationXpress* не може правильно відповісти на це питання, тому що не підтримує аналіз збірок. Коли деталь аналізується поза збірки, важко описати навантаження і відповідні умови опор. Пакет *SolidWorks Simulation* підтримує аналіз збірок, що дозволяє проаналізувати всю збірку, приклавши силу до рукоятки.

З використанням *SolidWorks Simulation* самостійно проаналізуйте поведінку плити при навантаженні її циліндричним абсолютно жорстким тілом (для плити сила діє вертикально вниз).

3.2 Самостійна робота № 2

В рамках даної самостійної роботи необхідно провести статичний розрахунок деталі «Хрестовина».

Деталь «Хрестовина» виготовляється з легованої сталі. Зусилля прикладається до межі центрального отвору. Зазвичай деталь може мати кілька обмежують сценаріїв. З урахуванням запасу міцності 2,0 необхідно дізнатися максимальне зусилля, яке здатна витримати хрестовина (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Хрестовина

Необхідно розглянути наступні варіанти:
- Всі зовнішні отвори зафіксовані.
- Два зовнішніх отвори зафіксовані.
- Тільки один зовнішній отвір зафіксовано.

Використовуйте наступні рекомендації для обчислення максимального зусилля, яке здатна витримати хрестовина:
- Вкажіть «Легована сталь» з бази даних «Матеріали SolidWorks», вибравши її в розділі «Сталь».
- Обмежте три зовнішніх отвори. Можна включити три грані в один набір кріплень або визначити окремий набір для кожної грані.
- Прикладіть осьове зусилля 227 кг. Позначимо прикладену силу буквою F. Напрямок осі вказується шляхом вибору «Площини 1» в

якості довідкової площині.

Якщо не існує довідкової площині, перпендикулярній напряму додатку сили, необхідно створити нову довідкову площину.

Виконайте аналіз деталі за допомогою параметрів «за замовчуванням».

Поверніться до кроку «Кріплення» і видаліть одне з кріплень. Необхідно знову проаналізувати деталь.

Далі показано розподіл напружень в цих трьох випадках.

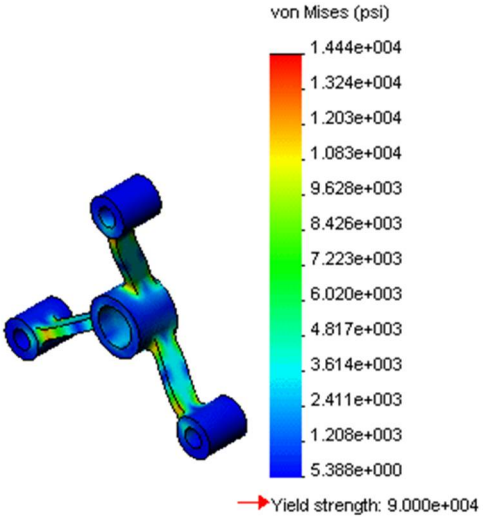


Рисунок 2.2 – Напруження у випадку коли всі зовнішні отвори фіксовані

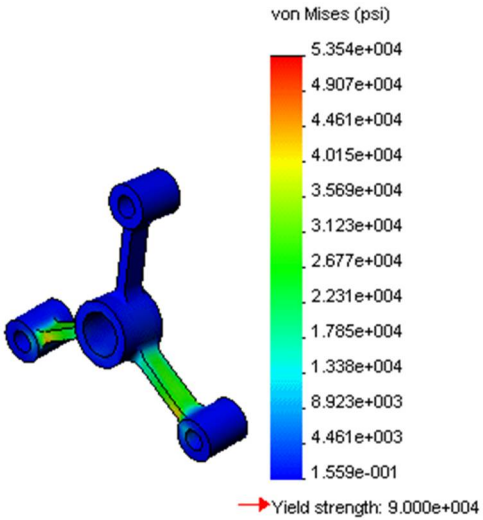


Рисунок 2.3 – Напруження у випадку коли два зовнішніх отвори зафіксовано

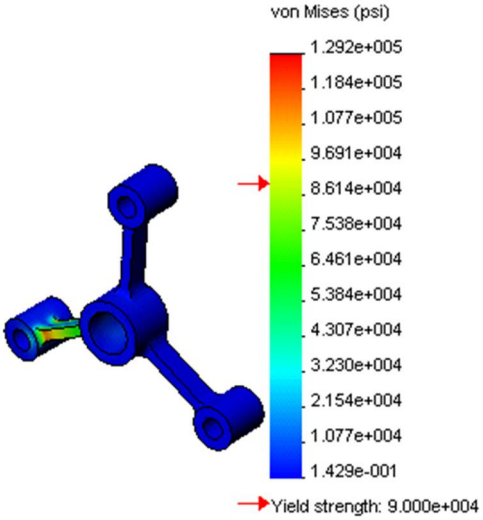


Рисунок 2.4 – Напруження у випадку коли один зовнішній отвір зафіксовано

4 ЛІТЕРАТУРА

1. SOLIDWORKS Online Help:
https://help.solidworks.com/2025/English/SolidWorks/sldworks/r_welcome_sw_online_help.htm

2. Козяр М.М. Комп'ютерна графіка. SolidWorks: навчальний посібник. / М.М. Козяр,
Ю.В. Фещук, О.В. Парфенюк. –Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. – 251 с.

3. Solidworks у завданнях 3D моделювання та інжинірингу технічних систем. Навч.посібник / В.Я. Ворощук, Т.М. Вітенько. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 164 с.

4. Пустюльга С., Самостян В., Клак В. Інженерна графіка в SolidWorks. ЛНТУ, Луцьк 2018.–174 с.

5. Planchard D.C. SOLIDWORKS 2020 Quick Start. / D.C. Planchard. – SDC Publications, 2020. –280 p.

6.Huei-Huang Lee. Machanics of Meterials Labs with SolidWorks Simulation 2014 / 2014. – 278 с.

7. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.

Інформаційні ресурси

1. Електронні навчальні посібники SolidWorks.