

УДК 004.925.84:004.94:621.8:629.08

Піонткевич О.В. (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна)

ПРОЄКЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ CAD/CAE СИСТЕМ НА ВИКОНАННЯ ВИПУСКНИХ РОБІТ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА»

Анотація: Стаття спрямована на забезпечення результатів вивчення CAD/CAE систем шляхом впровадження та використання сучасних технологій у навчальний процес на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування. Розглянуто наповнення основних дисциплін «Комп'ютеризовані системи проєктування» та «Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу» на базі програми SOLIDWORKS. Подано результати виконання випускної роботи спеціальності «Прикладна механіка», які досягаються шляхом опанування CAD/CAE систем.

Ключові слова: CAD/CAE, навчальний процес, SOLIDWORKS, комп'ютеризовані системи, технології, автоматизація, прикладна механіка, випускна робота.

Abstract: The article is aimed at ensuring the results of the study of CAD/CAE systems through to introduction and to use of modern technologies in the educational process at the Department of Technologies and Automation of Mechanical Engineering. The content of the two main disciplines "Computer-aided design" and "Computer-aided engineering" based on the SOLIDWORKS program is considered. The results of the final work of the "Applied Mechanics" specialty, which are achieved by mastering CAD/CAE systems, are presented.

Keywords: CAD/CAE, educational process, SOLIDWORKS, computer-aided systems, technologies, automation, applied mechanics, graduation project.

Стаття розкриває сформовані засади використання сучасних технологій у навчальному процесі, які впроваджено на основі CAD/CAE систем програми SOLIDWORKS. Головною метою є забезпечення якісного навчання студентів на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування для виконання випускних робіт із спеціальності «Прикладна механіка» та підготовки сучасних фахівців до високотехнологічного виробництва.

Основний напрямок дослідження полягає в аналізі новинок програм для CAD/CAE систем. Наповнення сучасних пакетів програм CAD/CAE систем відбувається на основі потреб ринку, роботи менеджерів і розробників цих програмних продуктів та пропозицій інженерів і користувачів. Результати розробки та впровадження в навчальний процес нового функціоналу пакетів програм CAD/CAE систем будуть корисні студентам та виробникам.

Видано значну кількість праць [1-8] для забезпечення результатів вивчення CAD/CAE систем в навчальному процесі. Однак, вони спрямовані на загальні речі, а в деяких випадках не охоплюють базових потреб сучасного виробництва. Наприклад, проєктування деталей з листового металу чи металоконструкцій та їх випробування.

Метою даного дослідження є проєкція результатів вивчення CAD/CAE систем та вирішення вищезазначених задач для успішного виконання випускних робіт спеціальності «Прикладна механіка», що дозволить забезпечити високий рівень навичок студентів та їх конкурентоспроможності на ринку праці.

Базову підготовку з напрямків CAD/CAE систем для студентів спеціальності «Прикладна механіка» на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування закладено в дисциплінах «Комп'ютеризовані системи проєктування» та «Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу». Під час вивчення навчальних дисциплін в робочих програмах передбачено задачі із підвищення рівня інженерної підготовки студентів, розуміння засобів параметричного проєктування в машинобудуванні, прищеплення навичок проєктної роботи, здобуття умінь і навичок, які дозволяють розуміти засоби та методи інженерного аналізу, прищеплення студентам навичок раціонального вибору конструкцій деталей та підготовка студентів до виконання випускних робіт, які містять конструкторську

документацію чи пов'язані із інженерним аналізом механічних характеристик деталей для виробництва. Виконання цих задач дозволяє забезпечити нормативний зміст підготовки бакалаврів спеціальності «Прикладна механіка» в частині PH12) навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).

Дисципліна «Комп'ютеризовані системи проектування» має за мету розширити світогляд студентів та прищепити рівень підготовки конструкторської документації на основі програми SOLIDWORKS. Під час вивчення цієї навчальної дисципліни студенти опановують базові знання та навички із комп'ютерного проектування, ознайомлюються із стандартними елементами та бібліотеками програми SOLIDWORKS, виконують моделювання та кресленники деталей машин в цифровому вигляді. Поетапний підхід знайомства із системами автоматизованого проектування дозволяє розвивати та посилювати результати вивчення студентів для подальшого застосування їх при виконанні випускних робіт чи на практиці.

Згідно стандарту вищої освіти України [9] основною метою студента спеціальності «Прикладна механіка» є виконання такої випускної роботи, яка передбачає розв'язання складного спеціалізованого завдання або практичної проблеми прикладної механіки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів механічної інженерії. Приклади сучасних інженерних задач для студентів опрацьовано під час виконання лабораторних робіт до дисципліни «Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу»: аналіз геометричних характеристик складних перерізів, статичний аналіз деталей машин, інженерний аналіз зварних конструкцій, частотний аналіз деталей машин, термічний аналіз радіаторів та інженерний аналіз виробів під час падіння. За результатами виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу» студенти можуть проектувати отримані знання на написання випускних робіт і проявити отримані навички безпосередньо під час проходження практики та роботи на виробництві.

Для розширення меж інженерних задач, студентам пропонується також долучитися до студентського наукового гуртка «Проектування та інженерні дослідження в машинобудуванні» на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування, який функціонує з 2023 року. Метою створення студентського наукового гуртка «Проектування та інженерні дослідження в машинобудуванні» є отримання та розвиток у студентів додаткових знань та умінь на підставі роботи з керівником і самостійного пізнання особливостей комп'ютерного моделювання, імітаційного дослідження, інженерного аналізу та використання цих умінь і навичок при проектуванні нових виробів та машин в машинобудуванні. За результатом роботи студентського наукового гуртка «Проектування та інженерні дослідження в машинобудуванні» заплановано участь на міжнародних конференціях, проведення першого етапу олімпіади «САПР та комп'ютерне моделювання у машинобудуванні», розробка ідеї для стартап школи "Sikorsky challenge м. Вінниця", а також допомога в підготовці та вирішення складних спеціалізованих задач прикладної механіки при написанні випускних робіт.

Розглянуто результати виконання випускної роботи [10] студента кафедри технологій та автоматизації машинобудування на тему: «Проектування автоматизованого приводу модуля лінійних переміщень з використанням CAD/CAE-систем». Згідно змісту випускна робота студента складається із восьми розділів: службове призначення виробу та аналіз кінематичної схеми; обґрунтування конструкції рами приводу; підбір крокового двигуна та автоматизованого приводу; розрахунок та проектування інших елементів приводу; обслуговування та обґрунтування мащення приводу; розробка системи керування модулем лінійних переміщень; опис роботи спроектованого автоматизованого приводу та охорона праці. Таким чином, випускна робота вирішує складні спеціальні інженерні задачі із залучення до розв'язку результати вивчення дисциплін спеціальності «Прикладна

механіка»: «Інформаційно-комп'ютерні технології в машинобудуванні», «Комп'ютеризовані системи проектування», «Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу», «Основи механотроніки», «Мікропроцесорна техніка в механотронних системах», «Теорія механізмів і деталі машин», «Проектування автоматизованих механізмів та машин» та «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці».

На рис. 1. показано спроектований модуль лінійних переміщень, який складається з рами 1 (несучий силовий елемент у вигляді складальної одиниці) із встановленою на ній платформою 2. В середині рами для зменшення габаритів та компактності модуля лінійного переміщення розміщений кронштейн 3 з кроковим двигуном 4. Поступальний рух платформи 2 передається за допомогою зубчато-рейкової передачі, яка складається з рейки 5 та шестірні 6. Під час обертання шестірні 6 відбувається перетворення обертального руху в поступальний рух платформи 2. На рамі 1 розташовані напрямні 7 по яким рухаються лінійні підшипники 8 з встановленою платформою 2. По кінцях напрямних 7 встановлено обмежувачі руху 9, які фізично унеможливають сходження платформи 2 з них. Вся рама 1 знаходиться на регульованих опорах 10 для розміщення її на нерівній поверхні.

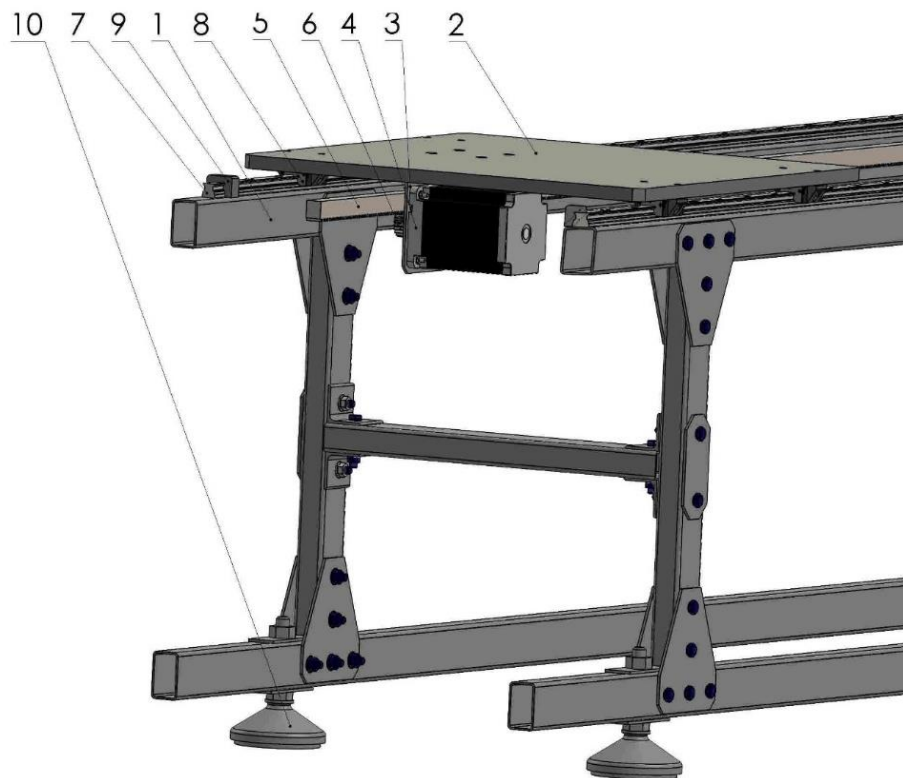
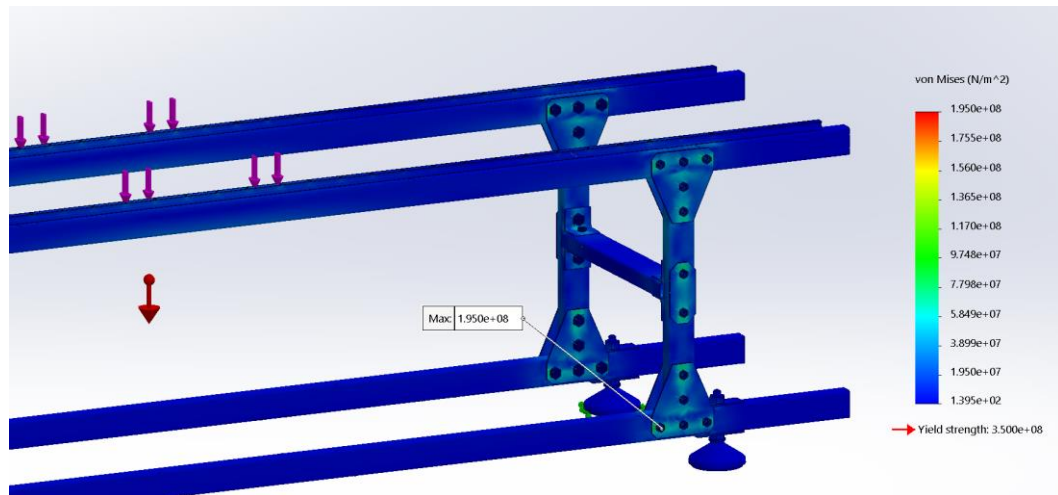


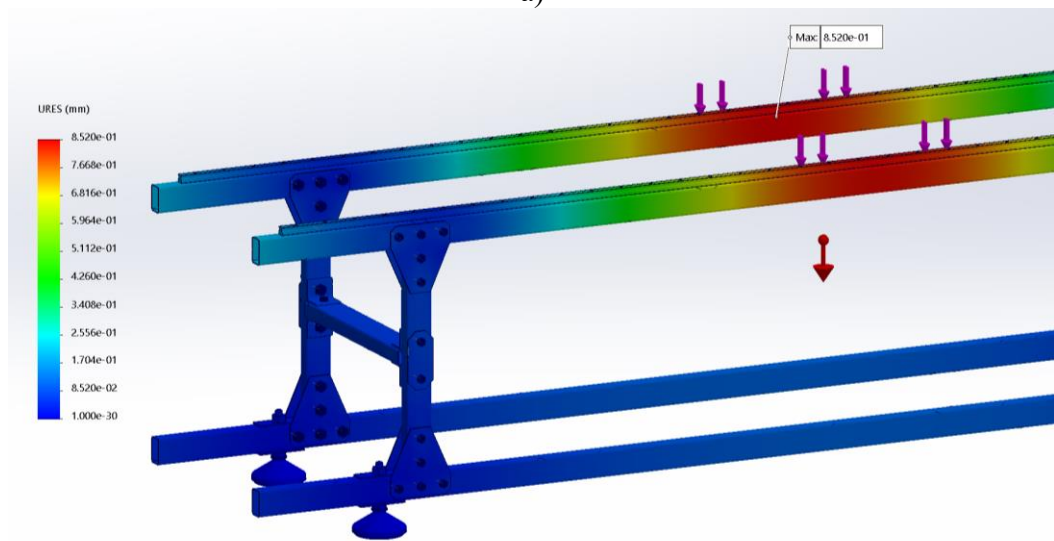
Рис. 1 – Спроектований модуль лінійних переміщень вантажів

Під час проектування конструкції модуля лінійних переміщень вантажів використовувалися результати вивчення дисципліни «Комп'ютеризовані системи проектування» в аспекті підбору з бібліотек стандартних елементів приводу, а також вибору та конструювання профіля рами.

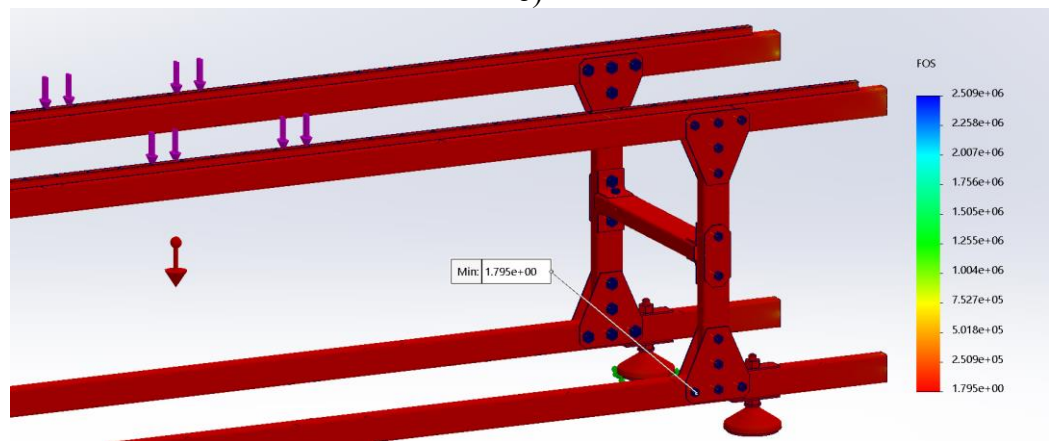
Вирішення комплексної задачі випускової роботи із обґрунтування конструкції рами приводу досягнуто шляхом використання результатів вивчення дисципліни «Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу». Зокрема, проведено імітаційне моделювання дії корисного навантаження на платформу модуля лінійних переміщень. На рис. 2 показано розрахунки а) напруження по Мізесу, б) найбільших деформацій та в) коефіцієнту запасу міцності. При цьому досягнуто коефіцієнту запасу міцності 1,795 за рахунок підсилення найбільш навантажених ділянок конструкції рами приводу.



a)



б)



в)

Рис. 2 – Імітаційне моделювання дії корисного навантаження на платформу модуля лінійних переміщень для розрахунку а) напруження по Мізесу, б) найбільших деформацій та в) коефіцієнту запасу міцності

ВИСНОВКИ

Проекція результатів вивчення CAD/CAE систем на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування дозволяє успішно виконати випускні роботи із

спеціальності «Прикладна механіка» та підготувати якісних майбутніх фахівців. Налагоджений якісний навчальний процес, педагогічна майстерність та лабораторна база безумовно є базовими речами для забезпечення необхідних результатів.

Лекційний матеріал та лабораторні роботи дисциплін по CAD/CAE системам спрямовані на засвоєння студентом нових знань та практичних навичок для розв'язання складних спеціалізованих завдання або практичних проблем прикладної механіки. Отримані результати вивчення по проєктуванню та інженерному аналізу покривають основні вимоги сучасного виробництва, дозволять дешево виготовляти продукцію без затрат на експериментальні дослідження та забезпечать конкурентоспроможність студентів на ринку праці.

Залучення студентів до студентських наукових гуртків на основі лабораторної бази кафедри технологій та автоматизації машинобудування дозволяє розширити межі інженерних задач, які не входять до навчального курсу спеціальності «Прикладна механіка». Позитивно впливає на розвиток студентів участь в різноманітних міжнародних конференціях, конкурсах, олімпіадах та стартап школах в межах роботи студентського наукового гуртка.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. *Комп'ютерне проєктування промислових виробів: конспект лекцій* / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. Мелітополь: Люкс, 2021. 140 с.
2. *Інформаційно-комп'ютерні технології в машинобудуванні : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс]* / В. В. Савуляк, О. В. Піонткевич, Н. С. Семічаснова. Вінниця : ВНТУ, 2024. 133 с.
3. *Improvement of the Hydraulic Units Design Based on CFD Modeling* /O. Petrov, L. Kozlov, D. Lozinskiy, O. Piontkevych// *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering. DSMIE 2019. LNME. Springer, Cham. 2020. P. 653-660. doi: 10.1007/978-3-030-22365-6_65*
4. *Основи САПР* / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Х.: ХДУХТ, 2017. 120 с.
5. *SolidWorks 2022 Step-By-Step Guide: Part, Assembly, Drawings, Sheet Metal, & Surfacing, 5th Edition* / Amit Bhatt, Mark Wiley. India : CADFolks, 2022. 438 p.
6. *Analysis of Machine Elements Using SolidWorks Simulation 2021* / Shahin S. Nudehi, John R. Steffen. USA : SDC Publications, 2021. 559 p.
7. *Петров О. В., Піонткевич О. В., Буда А. Г., Коломієць В. С. Застосування CAD/CAE-системи Solidworks у задачах аналізу міцності деталей верстатних пристосувань. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2024. Вип. 19. № 1. С. 95–102.*
8. *Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу / уклад. : В.С.Гузенко. Краматорськ : ДДМА, 2018. 48 с.*
9. *Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 13 – Механічна інженерія, спеціальність 131 – Прикладна механіка. Затверджено та введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 20.06.2019 № 865.*
10. *Соколовський М. Є. Проєктування автоматизованого приводу модуля лінійних переміщень з використанням CAD/CAE-систем. Бакалаврська дипломна робота зі спеціальності 131 – Прикладна механіка, освітня програма. Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні, Вінниця: ВНТУ, 2024. 80 с.*