

SOLIDWORKS – CAD/CAE-СИСТЕМА ТЕХНІЧНИХ ВУЗІВ

Рудик Олександр Юхимович,

к.т.н., доцент

Каплун Павло Віталійович,

д.т.н., професор

Хмельницький національний університет

м. Хмельницький, Україна

yuhymovych@gmail.com

Вступ./Introductions. Сучасні системи автоматизації інженерних розрахунків (CAE-системи) застосовуються разом з CAD-системами (створення креслень і технічної документації для них); у цьому випадку маємо гібридні CAD/CAE-системи — програмні продукти, які дозволяють за допомогою розрахункових методів оцінити, як поведеться комп'ютерна модель виробу в реальних умовах експлуатації. Ці системи автоматизованого проектування (САПР) не тільки скорочують термін упровадження нових виробів, а й суттєво впливають на технологію виробництва, дозволяючи підвищити якість і надійність розроблюваної продукції [1].

Універсальної конфігурації графічної робочої станції для оптимальної роботи з CAD/CAE-додатками не існує. У зв'язку з різною складністю програмних продуктів (AutoCAD: Mechanical, Electrical, Inventor; Suite, CATIA, Pro/Engineer, SolidWorks, ADEM, bCAD, T-FLEX CAD, КОМПАС, MechaniCS, APM WinMachine, Simpack, ANSYS, Calculix і.т.д.), їх необхідно підбирати індивідуально (під завдання).

Одна з оптимальних різновидів САПР для закладів вищої освіти (ЗВО) – SolidWorks (SW), яка базується на параметричній об'єктно-орієнтованій

методології, що дозволяє отримати 3D-модель з 2D-ескізу. Одним з САЕ-додатків цієї САПР є SW Simulation, який дозволяє проводити розрахунки на міцність деталей і збірок, критичних сил і форм втрати стійкості, складань з використанням контактних елементів; лінійний статичний, частотний, тепловий, спільний термостатичний аналізи; визначення власних форм і частот; нелінійні розрахунки; оптимізацію конструкції тощо. Як приклад, досвід використання САПР в автомобільній промисловості дозволив скоротити витрати часу на розробку нових моделей автомобілів на 50 % [2].

Застосування SolidWorks у технічному ЗВО починається з дисципліни “Інженерна і комп’ютерна графіка”: після створення твердотільної моделі автоматично отримуються робочі креслення деталі або збірки із зображеннями основних видів, проекцій, проставлянням розмірів й позначень. На основі отриманих знань, умінь й навичок роботи у SolidWorks відбувається подальше поглиблене вивчення можливостей 3D-проекування, яке використовується у дисциплінах “Теоретична механіка”, “Опір матеріалів”, “Теорія механізмів і машин”, “Деталі машин” та інших, що реалізуються при міцнісних, стійкісних, втомних, кінематичних розрахунках.

Прикладом застосування SolidWorks у технічному вузі може бути дослідження [3], у якому спроектована трансмісійна стійка, призначена для підйому й переміщення вантажів при монтажі й демонтажі вузлів та агрегатів з автомобілів. При цьому за допомогою SW Simulation проведено статичний аналіз основи стійки.

Продовження початого дослідження – визначення у SW Simulation максимальної сили, яку можна прикласти до вуха захвата спроектованої стійки при заданому мінімальному (допустимому) коефіцієнті запасу його міцності [4].

Наступні розрахунки [5] – можливість заміни матеріалу найбільш навантаженої деталі трансмісійної стійки – силового гвинта (легованої сталі 40X) на дешевший (сталь Ст.3): обчислення гарантують його статичну міцність,

але можлива втрата несучої здатності у результаті порушення рівноваги між зовнішніми та внутрішніми силами у будь якому елементі гвинта.

Мета роботи/Aim. Мета даного дослідження – продовження визначення працездатності стійки, а саме: дефініція можливої втрати стійкості [6] гвинта.

Результати й обговорення./Results and discussion. Для таких конструкцій, як трансмісійна стійка (рис. 1), критичне поздовжнє навантаження однієї з деталей (силового гвинта) стає критичним конструктивним фактором: він навантажується в осьовому напрямку і згинається під відносно малими осьовими навантаженнями. Тому стійка може вийти з ладу внаслідок втрати стійкості гвинта, незважаючи на те, що виникаючі у ньому напруження набагато нижчі критичних рівнів [5], а усі інші деталі стійки спроектовані з достатнім запасом міцності.

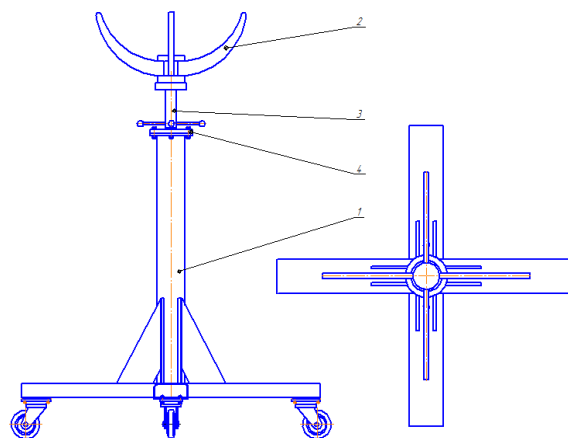
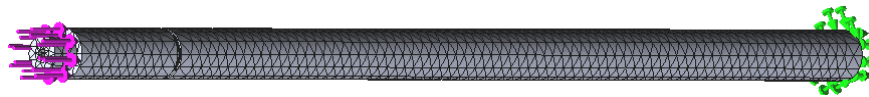


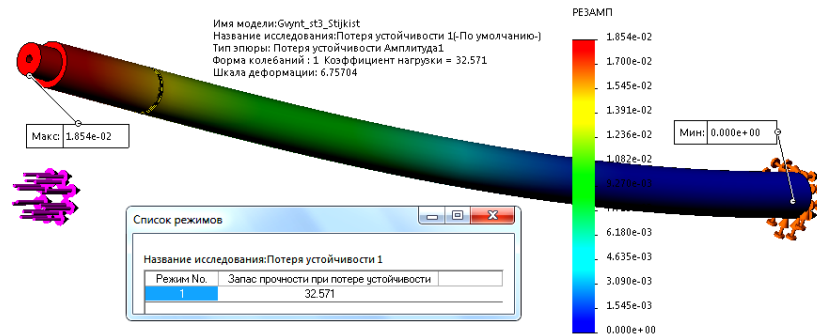
Рис. 1. Трансмісійна стійка:

1 – основа; 2 – захват; 3 – силовий гвинт; 4 – гайка

При моделюванні гвинта у SolidWorks створювалася його геометрична модель, потім у SW Simulation вводилися властивості матеріалу, з якого він виготовлений (сталь Ст.3). Наступний крок – закріплення моделі та задання області навантажень (моделювався найбільш небезпечний з точки зору запасу стійкості випадок), визначення контактних взаємодій, створення скінченно-елементної моделі системи (рис. 2, а).



а



б

Рис. 2. Скінченно-елементна сітка гвинта (а), результуюча амплітуда та запас міцності при втраті стійкості (б)

При аналізі результатів моделювання встановлено, що максимальна амплітуда коливань $a = 0,01854$ (вузол 63 – рис. 2, б); запас міцності при можливій втраті стійкості складає $n = 32,571$, тобто втрата стійкості силового гвинта не відбувається.

Висновки./Conclusions. Таким чином, вивчення технічних дисциплін доцільно проводити з використанням CAD/CAE-системи SolidWorks: на етапі побудови 3-D моделі використати SolidWorks; потім, перейшовши до реальної конструкції, застосувати SW Simulation чи інший додаток. Така організація роботи дозволяє у процесі навчання побудувати модель конструкції на якісно новому рівні й підготувати слухачів до використання сучасних інструментаріїв інженера. Наочність, зрозумілість суті поставленої задачі – це SolidWorks.

Список літератури

1. Загоруйко М.В. Використання CAD/CAE-систем для підготовки спеціалістів / М.В. Загоруйко, Л.В. Боровик, О.Ю. Рудик // Сучасні та історичні

проблеми фундаментальної та прикладної математичної підготовки у закладах вищої освіти: погляд здобувачів вищої освіти і молодих вчених. – Харків: ХНАДУ, 2019. – С. 97-100.

2. Калівода Я. Використання автоматизованих систем при проектуванні та випробуванні рухомого складу / Я. Калівода, Л. Недужа, О. Очкасов, Д. Черняєв // Матеріали 78 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» 17.05-18.05.2018 р., Днепр, 2018. – С. 17-19.

3. Боровик О.В. Впровадження у навчальний процес САЕ/CAD-систем / О.В. Боровик, О.Ю. Рудик, О.В. Дідух // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка» / укл. Н.В. Кононец, В.О. Балюк. – Полтава: КУЕП ПДАА, 2019. – С. 128-132.

4. Боровик Л.В. Забезпечення проектування додатками SolidWorks / Л.В. Боровик, О.Ю. Рудик, В.В. Педосюк // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ITMM'2019: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 26 – 28 березня 2019 р.). Міністерство освіти і науки України, Національна металургійна академія України, Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна та ін. – Дніпро: НМетАУ, 2019. – С. 137.

5. Андрощук М.В. Використання SolidWorks для прогнозування міцності матеріалів / М.В. Андрощук, О.В. Диха, О.Ю. Рудик // Перспективні технології на основі новітніх фізико-матеріалознавчих досліджень та комп'ютерного конструювання матеріалів. XII Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених. Збірка тез доповідей. 18 – 19 квітня 2019 р., Київ, Україна / Укладач Г.Г. Лобачова. – К: «КПІ імені Ігоря Сікорського» – С. 214-215.

6. Потеря устойчивости элементов конструкций [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mash-xxl.info/info/339747/>