

МЕТОДИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ САД/САЕ-СИСТЕМ У ПРОФЕСІЙНУ ПІДГОТОВКУ ІНЖЕНЕРА

Наведена технологія покрокового впровадження у навчальний процес Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького та Хмельницького національного університету системи автоматизованого проектування SolidWorks: твердотільне 3D-проекткування на перших курсах навчання, інженерні розрахунки (додаток SolidWorks Simulation) – на останніх.

The technology of step-by-step implementation is presented in the educational process of the Bogdan Khmelnytskyi National academy of Government boundary service of Ukraine and Khmelnytskyi National university of computer-aided design SolidWorks: solid state 3-D planning on the first courses of studies, engineering calculations (addition SolidWorks Simulation) – on the latter.

Ключові слова: *SolidWorks, SolidWorks Simulation, навчальний процес, статичний аналіз, вузлові напруження, переміщення, деформація, коефіцієнт запасу міцності.*

Keywords: *SolidWorks, SolidWorks Simulation, educational process, static analysis, nodal stress, displacement, deformation, coefficient of strength.*

Професійна підготовка інженера— це загальнонаціональна задача, від вирішення якої залежить подальший розвиток всієї країни. Її головна задача полягає у забезпеченні сучасної якості технічної освіти на основі збереження її фундаментальності та відповідності актуальним і перспективним потребам особистості, суспільства й держави.

Сучасна освіта, яка ґрунтується на інформатизації учбового процесу, змінює його структуру та зміст: робить можливим упровадження дистанційного навчання, використання нових навчальних програм, електронних баз даних, а також дозволяє використовувати інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), застосування яких в учбовому процесі пов'язане з упровадженням САД/САЕ-систем і засобів інформатики в процесі навчання.

Необхідність модернізації інженерної освіти обумовлена рядом об'єктивних чинників, таких, як зростаючий темп технічного прогресу, швидкі технологічні зміни у промисловому виробництві, пріоритети підвищення ефективності виробництва.

Діяльність інженерів у сучасній професійній реальності носить багатofункціональний характер. Вона включає проектування технологічних процесів і вибір технологічного устаткування, контроль за правильною експлуатацією техніки, раціональну організацію взаємодії людей і техніки, підвищення ефективності її використання тощо. Швидка зміна технологій вимагає постійного перенавчання технічних спеціалістів. Тому задача підвищення ефективності та якості вищої інженерної освіти в даний час актуальна, як ніколи.

Традиційна в основному лекційно-семінарська система викладання повинна змінитися більшою самостійністю студентів в досягненні результатів освітнього процесу, активними формами навчання. Такі зміни дозволять готувати спеціалістів, здатних швидко адаптуватися до змін у вибраній галузі, проявляти ініціативу, брати на себе відповідальність за ухвалені рішення, ефективно працювати в команді.

Розглядаючи методичне впровадження САД/САЕ-систем у професійну підготовку інженера, ми не розглядатимемо:

— практико-орієнтоване навчання, яке достатньо повно формалізовано в документах всесвітньої ініціативи розвитку інженерної освіти CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate: Задумай – Спроектуй – Реалізуй – Керуй);

— дистанційні методи й технології модульного навчання;

— учбово-тренувальні засоби (віртуальні лабораторні роботи на базі локальних і глобальних мереж);

— методи адаптивно-ігрового моделювання;

— електронне (e-Learning), змішане та корпоративне навчання тощо.

Головний принцип використання ІКТ в процесі навчання — це орієнтація на випадки, коли поставлена педагогічна задача за допомогою класичних прийомів стає важкоздійснюваною. Застосування ІКТ обґрунтоване в наступних ситуаціях:

– для виконання складних математичних розрахунків при розв’язуванні задач;

– при вивченні положень теорії та понять високого рівня абстракції;

– для обчислення й графічного представлення функцій, ручна обробка яких вимагає великого об’єму обчислень;

– для вивчення швидкопротікаючих процесів, які вимагають спеціальних засобів вимірювання;

– для графічної підготовки інженерів-спеціалістів у сучасних умовах (вивчення CAD/CAE-систем).

Такий підхід може бути реалізований на рівні використання в учбовому процесі наступних інтегрованих середовищ для вирішення типових класів математичних задач і наукових досліджень, систем статистичного аналізу даних та CAD/CAE-систем: MathCAD, MatLAB, Maple V, Mathematica, Derive, VisSim, gridMathematica Educational Bundled, Statistica, SPSS, Statgraphics, Stadia, SolidWorks.

Автори [1, с. 4] відмічають, що традиційні технології навчання інженерним дисциплінам не тільки не сприяють появи інтересу до навчання, але й знижують мотивацію молоді йти вчитись в інженерні вузи. Тому була розроблена технологія, яка використовує єдиний інструмент – базову CAD/CAE-систему SolidWorks як крізний засіб навчання з усіх технічних дисциплін навчального плану. Ця технологія впроваджена у навчальний процес Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького та Хмельницького національного університету – наскрізно по дисциплінах “Інженерна та комп’ютерна графіка”, “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання”, “Теоретична механіка”, “Опір матеріалів”, “Деталі машин” і далі до захисту магістерської роботи [2]. Таким чином, застосоване покрокове впровадження системи автоматизованого проектування SolidWorks: твердотільне 3D-проектування на перших курсах навчання, інженерні розрахунки (додаток SolidWorks Simulation [3]) – на останніх.

Застосування методики розглянемо на проміжному етапі – при вивченні дисципліни “Деталі машин”, а саме, для проектування одноступеневого конічного прямозубого редуктора з горизонтальними валами (рис. 1).

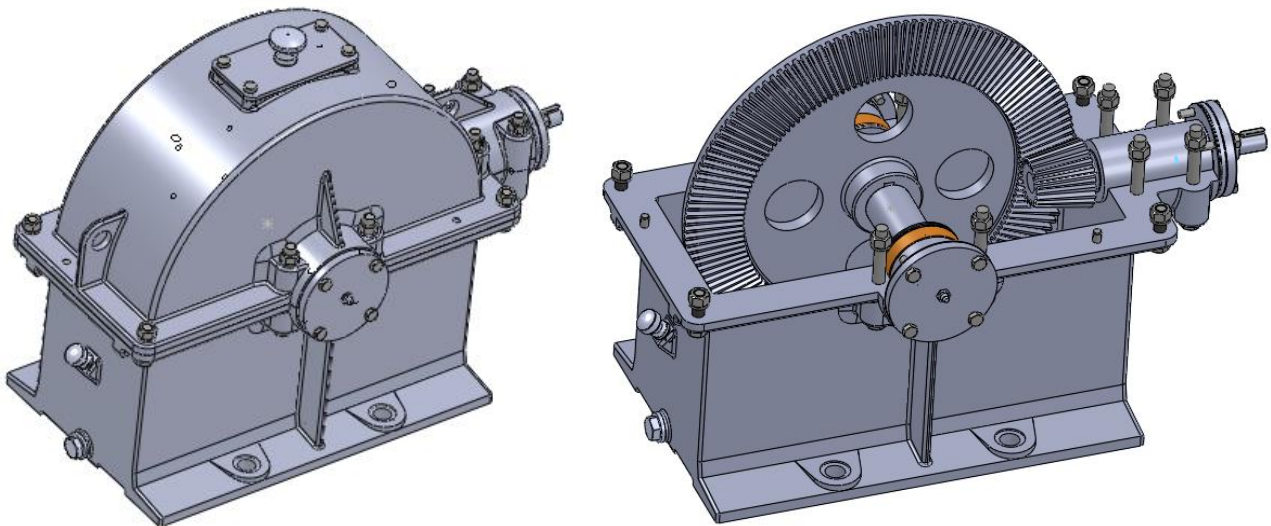


Рисунок 1 – 3D-модель конічного редуктора

Однією з найбільш навантажених деталей редуктора є конічне колесо, яке передає крутний момент $T_2 = 165$ Н·м. При моделюванні у SolidWorks створювалася його геометрична модель, потім у SolidWorks Simulation вводилися властивості матеріалу, з якого воно виготовлене (сталь 40Г ГОСТ 535-88, $\sigma_m = 360$ МПа) та до моделі приклали кріплення (рис. 2).



Рисунок 2 – Кріплення моделі колеса

Після цього формувалась область навантаження (моделювався найбільш небезпечний з точки зору запасу міцності випадок – рис. 3), створювалася скінченно-елементна модель колеса (для досліджуваної моделі застосували розбиття середньої точності – щільність сітки груба – рис. 4).

Наступний етап – розв'язування поставленої задачі (статичний аналіз). При аналізі результатів моделювання встановлено, що при шкалі деформації 116,539 максимальні вузлові напруження von Mises, переміщення URES і деформація ESTRN складають 243,827 МПа (вузол 34276), 0,345549 мм (вузол 1451) і 0,00050667 (елемент 13101)

відповідно. При цьому мінімальний коефіцієнт запасу міцності (вузол 34276) становить $n = 1,47646$, що менше допустимого $[n] = 1,3$ [4].

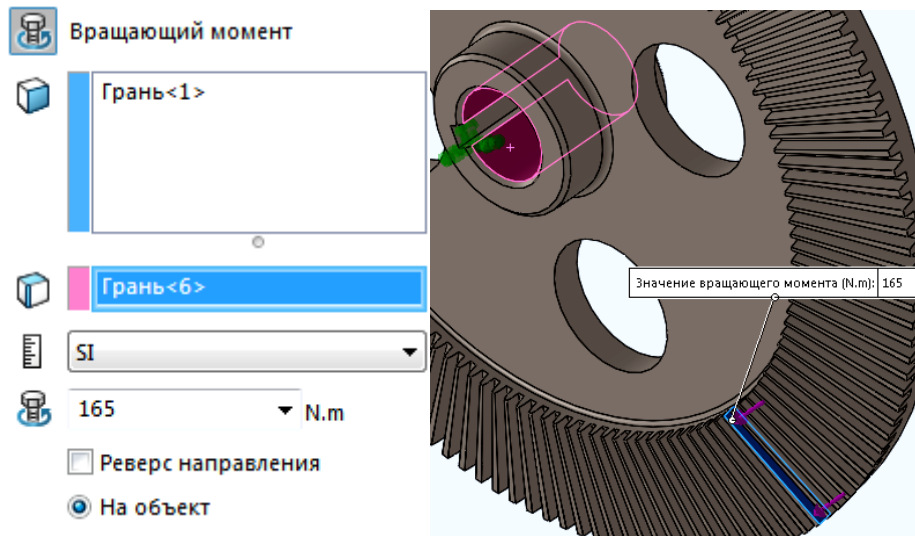
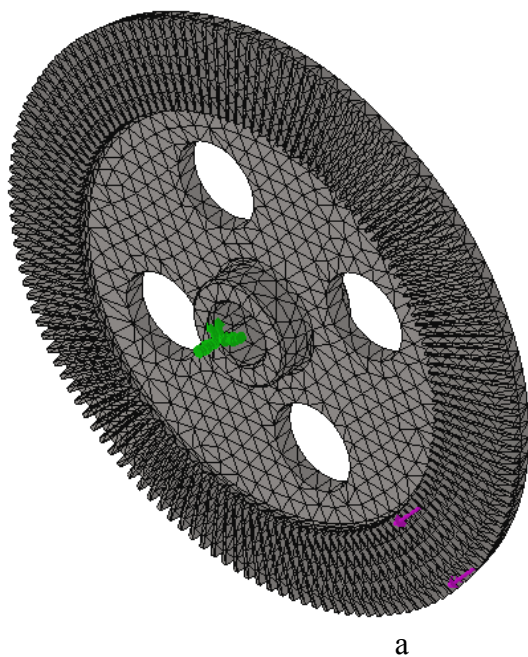


Рисунок 3 – Розрахункова модель колеса з граничними умовами навантаження



Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический анализ 1 (
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана	4 точек
Размер элемента	12.2916 mm
Допуск	0.614582 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	37240
Всего элементов	20149
Максимальное соотношение сторон	13.343
Процент элементов с соотношением сторон < 3	58.8
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0.0149
‰ искаженных элементов (якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:01:10

а

б

Рисунок 4 – Скінченно-елементна сітка моделі колеса (а) з її параметрами (б)

Результати розрахунків зображаються у вигляді кольорового градієнта, який показує зміною кольору розподіл розрахованих параметрів: напружень у моделі (рис. 5) та її переміщень (рис. 6);

Таким чином, правильно поставлений і керований процес засвоєння курсантами та студентами методів і засобів машинного проектування стимулює їх інтерес до глибшого і творчого вивчення фундаментальних і спеціальних дисциплін, що в результаті дозволить підняти на вищий рівень професійну підготовку інженера. Перспективи подальших розвідок у цьому напрямку стосуються узгодження навчальних планів дисциплін інженерного циклу.

Имя модели:Koleso1
Название исследования:Статический анализ 1(-По умолчанию-)
Тип эпюры: Статический анализ узловое напряжение Напряжение1
Шкала деформации: 116.539

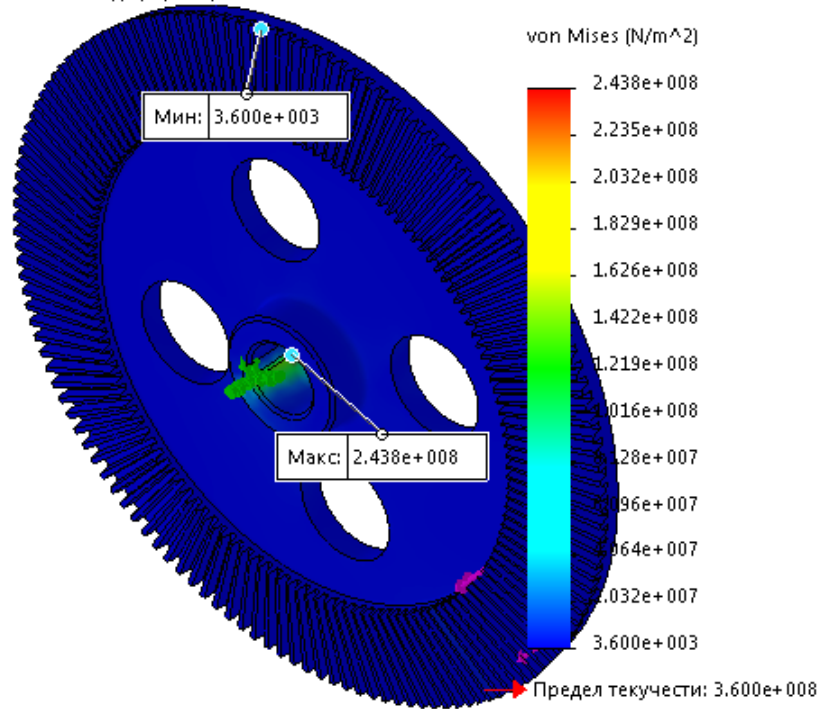


Рисунок 5 – Розподіл еквівалентних напружень за 4-ю гіпотезою міцності (гіпотеза Мізеса)

Имя модели:Koleso1
Название исследования:Статический анализ 1(-По умолчанию-)
Тип эпюры: Статическое перемещение Перемещение1
Шкала деформации: 116.539

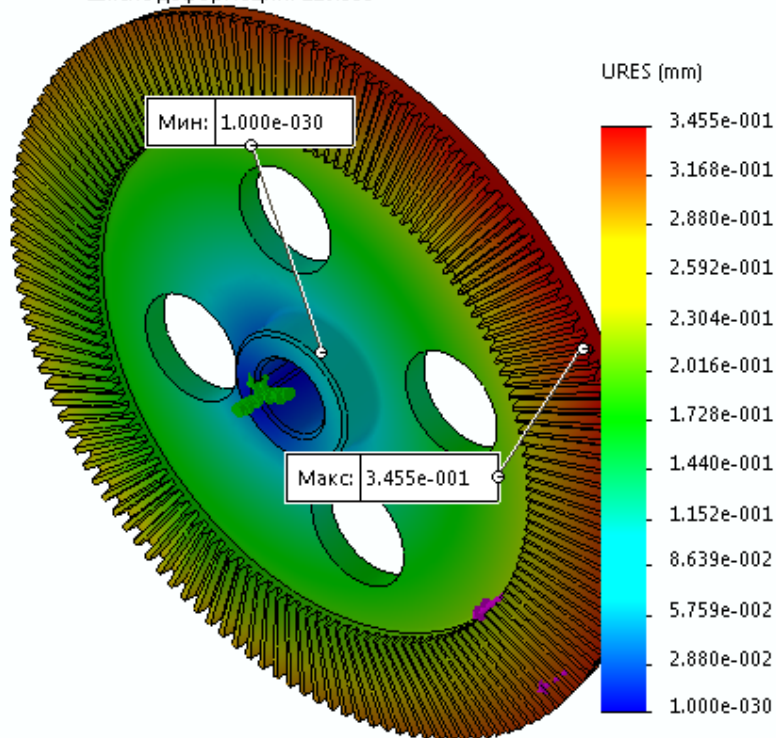


Рисунок 6 – Поле сумарних переміщень для 3D-моделі

Література

1. Пивняк Г. Г. Концепция подготовки инженеров в виртуальных технологиях SolidWorks: Учебно-методическое пособие / Г. Г. Бодров, В. П. Франчук, К. С. Заболотный, Е. В. Панченко. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2008. – 36 с.
2. Рудик О. Ю. Організація самостійної роботи студентів з використанням SolidWorks [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, А. О. Мирошніченко // Режим доступу: <http://fizmatsspu.sumy.ua/Konferencii/sbor/itm/ITM-2015-p3.pdf>
3. Рудик О. Ю. Застосування SolidWorks Simulation в енергоресурсозбереженні [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, М. В. Гетьман // Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/9032>
4. Коефіцієнт запасу міцності. Допустимі напруження [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://lektsii.com/1-106253.html>