

МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ТЕХНІЧНІЙ ОСВІТИ

Владислав Ковтуцький

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Рудик О.Ю.

Хмельницький національний університет

***Анотація:** Розглядається застосування SolidWorks Simulation для розрахунку шестерні модернізованої коробки передач автомобіля ГАЗ-53.*

***Ключові слова:** метод скінченних елементів, SolidWorks Simulation, шестерня.*

Наявність сучасних комп'ютерних засобів моделювання та аналізу сприяє спрощенню наукових розрахунків. Тому впровадження у навчання предметів технічного (інженерного) циклу сучасних методик дозволяє перейти від традиційних методів навчання проектуванню до моделювання за допомогою САД-систем з наступним застосуванням CAE/CAD автоматизованих комплексів, один з яких – 3D система гібридного автоматизованого проектування, інженерного аналізу й підготовки виробництва виробів будь-якої складності й призначення SolidWorks [1, с. 132].

Система володіє двома рівнями функціональних залежностей: перший забезпечує зв'язок між параметрами моделі при перерахунку їх значень, другий – зв'язок із САПР при відновленні виробу відповідно до отриманих значень параметрів. Комбінація цих двох видів залежностей дозволяє добиватися надзвичайних результатів, фактично не обмежуючи гнучкість одержуваної моделі.

SolidWorks заснований на методі скінченних елементів (МСЕ), який є стандартом при розв'язуванні диференціальних рівнянь у частинних похідних, що описують складні середовища: при зміні цих середовищ; коли бажана точність змінюється у різних ділянках середовища; коли розв'язку не вистачає гладкості [2].

МСЕ дозволяє проектувати, відлагоджувати та оптимізувати продукцію перед її випуском. Цей могутній засіб проектування відчутно покращив стандарти інженерних проектів та методологію цього процесу у багатьох сферах. Використання МСЕ зменшило час, за який продукт проходив від концепції до конвеєра. Його головною ідеєю було покращення початкових

прототипів, що сприяло прискоренню їхнього тестування та розробки. В цілому, перевагами МСЕ є: збільшення точності, покращення дизайну і краще бачення його критичних параметрів; створення віртуальних прототипів; зменшення кількості реальних прототипів; пришвидшення та здешевлення проектування; збільшення продуктивності та прибутковості.

МСЕ є найпоширенішим наближеним методом у механіці твердого тіла і може бути інтерпретований з фізичної або математичної точки зору [2]. Основа фізичної концепції МСЕ – це розбиття математичної моделі конструкції на непересічні компоненти (підобласті) простої геометрії, які називаються скінченними елементами, або просто елементами (скорочено). Безліч елементів, на які розбита конструкція, називається скінченно-елементною сіткою. Механічна поведінка кожного елемента виражається за допомогою кінцевого числа ступенів вільності, або значень шуканих функцій у безлічі вузлових точок. Поведінка математичної моделі, таким чином, апроксимується поведінкою дискретної моделі, яка одержана шляхом збирання або ансамблювання усіх елементів.

Додатком програми SolidWorks є SolidWorks Simulation [3, с. 61], у якому проводяться: розрахунки на міцність конструкцій у пружній зоні; постановка та розв'язок контактних задач; розрахунки складань; визначення власних форм і частот коливань; розрахунки конструкцій на стійкість; розрахунки на втому; імітація падіння; теплові розрахунки; нелінійні розрахунки (врахування нелінійних властивостей матеріалу, нелінійного навантаження, розрахунки нелінійних контактних задач); аналіз втомних напружень та визначення ресурсу роботи конструкцій; лінійна та нелінійна динаміка деформованих систем.

Змінюючи при чисельному моделюванні деякі вхідні параметри, можна прослідити за змінами, які відбуваються з моделлю. Основна перевага методу полягає у тому, що він дозволяє не тільки поспостерігати, але і передбачити результат експерименту за якихось особливих умов. На рис. 1 і 2 наведені вікна діалогу вибору додатку SolidWorks та при проведенні дослідження у додатку SolidWorks Simulation.

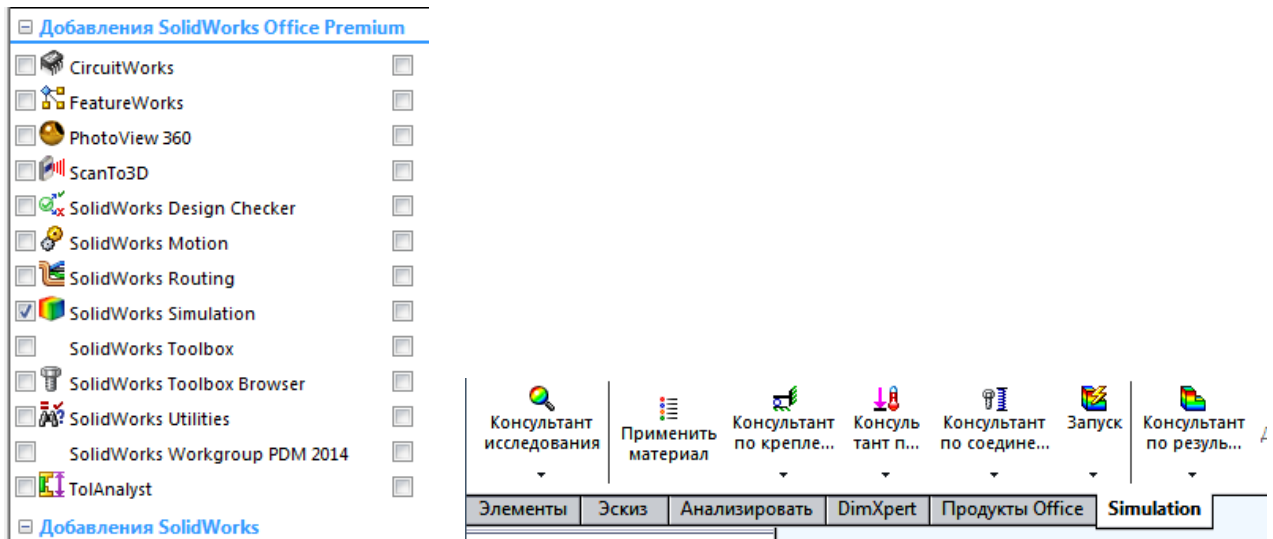


Рисунок 1 – Вікна діалогу вибору додатку SolidWorks та кроків роботи у SolidWorks Simulation

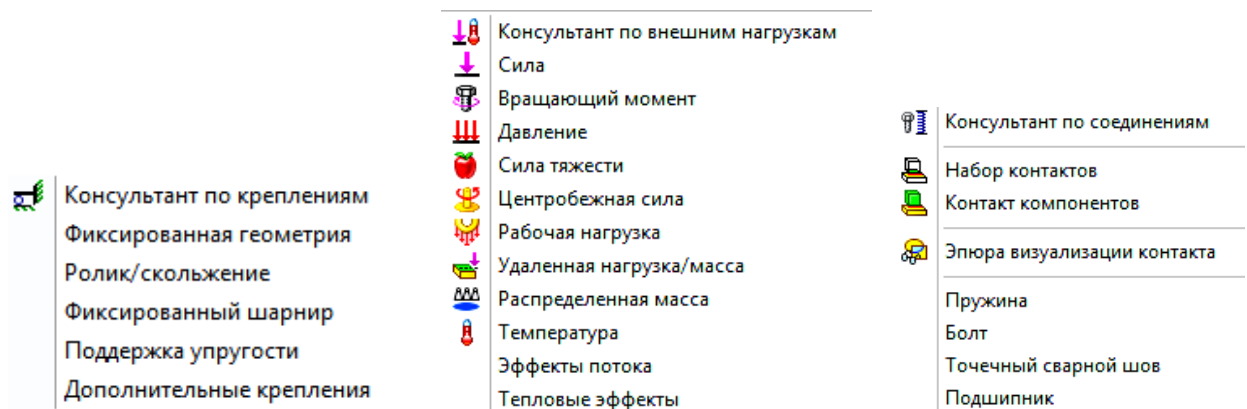


Рисунок 2 – Вікна діалогу SolidWorks Simulation

У ході дослідження ставилось завдання за допомогою SolidWorks Simulation дослідити шестерню модернізованої коробки передач автомобіля ГАЗ-53, матеріал якої – сталь 34Х2Н2М (з бібліотеки SolidWorks вибрано її аналог – нормалізовану сталь AISI 4340. 88, $\sigma_T = 710$ МПа). Параметри сітки та її відображення на твердому тілі наведено на рис. 3.

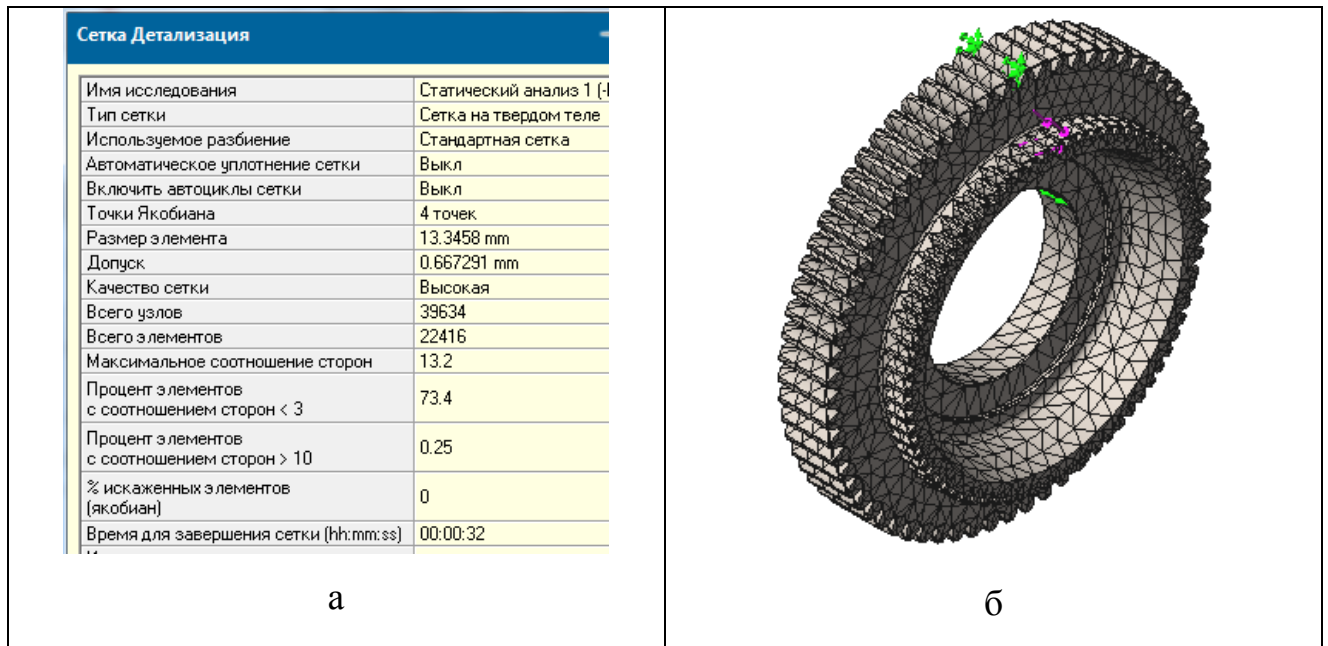


Рисунок 3 – Параметри сітки (а) та її відображення на шестерні (б)

Результати розрахунків: при шкалі деформації 70.7088 максимальне результуюче переміщення вала URES виникає у вузлі 2929 і становить 0.454261 мм (рис. 4).

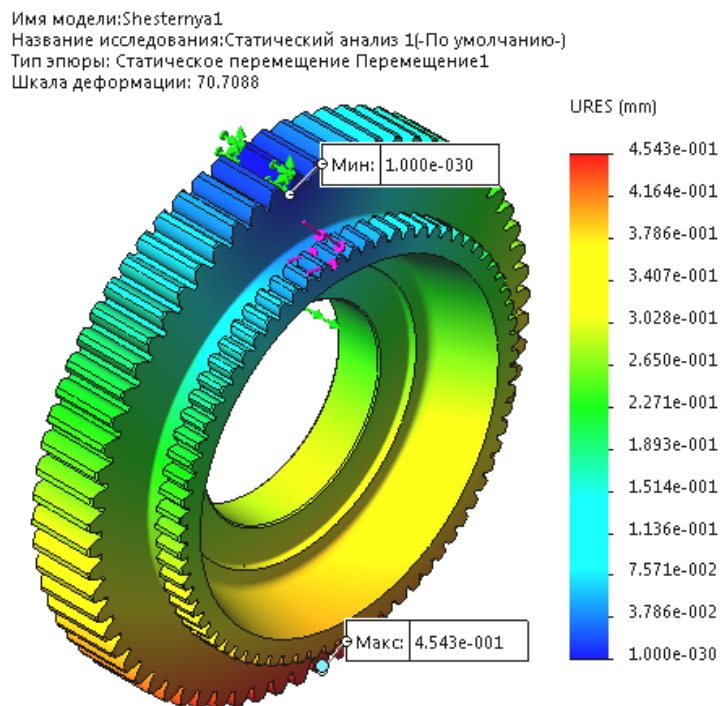


Рисунок 4 – Епюра розподілу переміщень шестерні

Значення вузлових напружень, деформації, коефіцієнта запасу міцності шестерні наведені на рис. 5. Таким чином, її статична міцність достатня.

Тип	Мин	Макс
VON: Напряжение Von Mises	10855.3 N/m ² . Узел: 30745	1.74897e+008 N/m ² . Узел: 17033

а

Тип	Мин	Макс
ESTRN: Эквивалентная деформация	4.12447e-008. Элемент: 7735	0.000602644. Элемент: 14941

б

Имя	Тип	Мин	Макс
Запас прочности1	Авто	4.05954. Узел: 17033	65405.7. Узел: 30745

в

Рисунок 5 – Значення вузлових напружень (а), деформації (б), коефіцієнта запасу міцності шестерні (в)

Напрямки можливих подальших досліджень: за допомогою додатку SolidWorks Utilities виявити основні закономірності зміни характеристик проекту від варійованих проектних змінних.

Список літератури:

1. Рудик О.Ю. Застосування SolidWorks у навчанні предметів технічного (інженерного) циклу. [Електронний ресурс] / О.Ю. Рудик, В.В. Герасімчук // Режим доступу: <http://www.irtc.org.ua/dep105/publ/ITEA-2015/2 ITEA 2015 ua.pdf>
2. Метод скінченних елементів. [Електронний ресурс. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Метод_скінченних_елементів
3. 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>

Відомості про авторів:

Ковтуцький Владислав Миколайович – студент IV курсу факультету інженерної механіки Хмельницького національного університету