

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДОДАТКІВ SolidWorks I MathCAD ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ**

Гунько В.А. (студ., 5 курс)  
Науковий керівник – доц Полюк В.С.,  
*Хмельницький національний університет*  
Науковий керівник – доц. Рудик О.Ю.  
*Національна академія державної прикордонної служби України*  
*(Хмельницький)*

Відомо, що в інженерній діяльності для використання міцнісних розрахунків ефективним інструментом є САЕ-системи (computer-aided-engineering – підтримка інженерних розрахунків), які дозволяють за допомогою чисельних методів оцінити, як поведеться комп'ютерна модель деталі чи вузла в реальних умовах експлуатації без залучення великих витрат засобів та часу. Тому впровадження в навчальний процес методів сучасного навчального середовища дозволяє перейти від традиційних методів навчання проектуванню до моделювання за допомогою САЕ-систем (computer-aided design – комп'ютерна підтримка проектування – програми креслення) з наступним застосуванням САЕ/САД автоматизованих комплексів на персональних комп'ютерах, один з яких- SolidWorks –3D система гібридного автоматизованого проектування (твердотільного й поверхневого), інженерного аналізу й підготовки виробництва виробів будь-якої складності й призначення [1]. Додаток цієї програми – SolidWorks Simulation – використовує геометричну модель деталі SolidWorks для формування розрахункової моделі [2].

Інтеграція з SolidWorks дає можливість мінімізувати операції, зв'язані зі специфічними особливостями кінцево-елементної апроксимації (метод скінчених елементів, який в даний час є стандартом при розв'язуванні задач механіки твердого тіла за допомогою чисельних алгоритмів). Призначення граничних умов проводиться в прив'язці до геометричної моделі. Такими

самими особливостями володіють і процедури представлення результатів. Виконується, зокрема, наступне:

- прикладаються до деталей крутні моменти, рівномірні або нерівномірні тиски в будь-якому напрямі, сили із змінним розподілом, гравітаційні та відцентрові навантаження, опорні та дистанційні сили;

- знаходиться оптимальний розв'язок, який відповідає обмеженням геометрії та поведінки; якщо допущення лінійного статичного аналізу незастосовні, застосовують нелінійний аналіз;

- будуються епюри поздовжніх сил, деформацій, переміщень.

Відобразити результати аналізу можна наступними методами:

- критичні області, де запас міцності менше вказаного значення;

- результуючий розподіл напружень і зміщень в моделі з максимальним чи мінімальним значенням;

- деформована форма моделі.

Наприклад, проведемо за допомогою SolidWorks Simulation статичний аналіз первинного вала (сталь 30ХГСА) коробки передач автомобіля КамАЗ-5320. З бібліотеки SolidWorks виберемо сталь DIN 1.5714 ( $\sigma_T = 900,826$  МПа), діючу на шліци вала силу приймемо рівною 875 Н. Параметри сітки (рис. 1): якість висока, 4 точки Якобіана, розмір елемента 8.90431 мм, допуск 0.445215 мм, всього вузлів 21645, всього елементів 12518, максимальне співвідношення сторін 14.149.

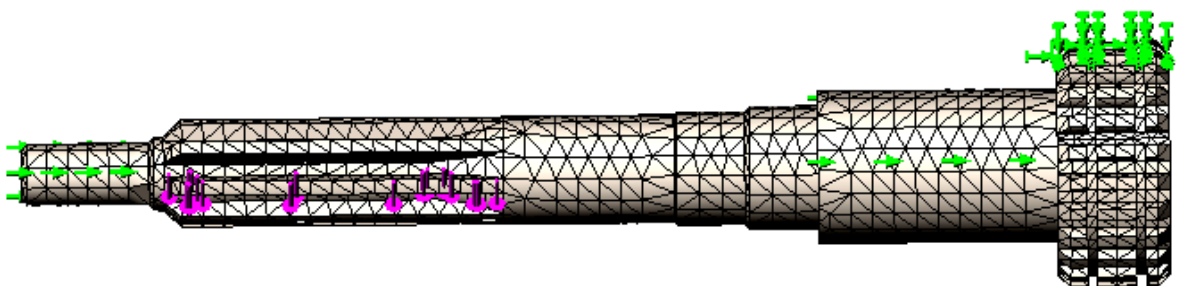


Рис. 1. Сітка на твердому тілі

Результати розрахунків: при шкалі деформації 321.837 максимальні

вузлові напруження von Mises виникають у вузлі № 1662 і складають 169.184 МПа, тобто не перевищують допустимих значень. Максимальне результуюче переміщення вала виникає у вузлі № 2256 і становить 0.147177 мм (рис. 2), що не впливає на його експлуатаційні параметри (мінімальний коефіцієнт запасу міцності –  $k = 1.7$ ).

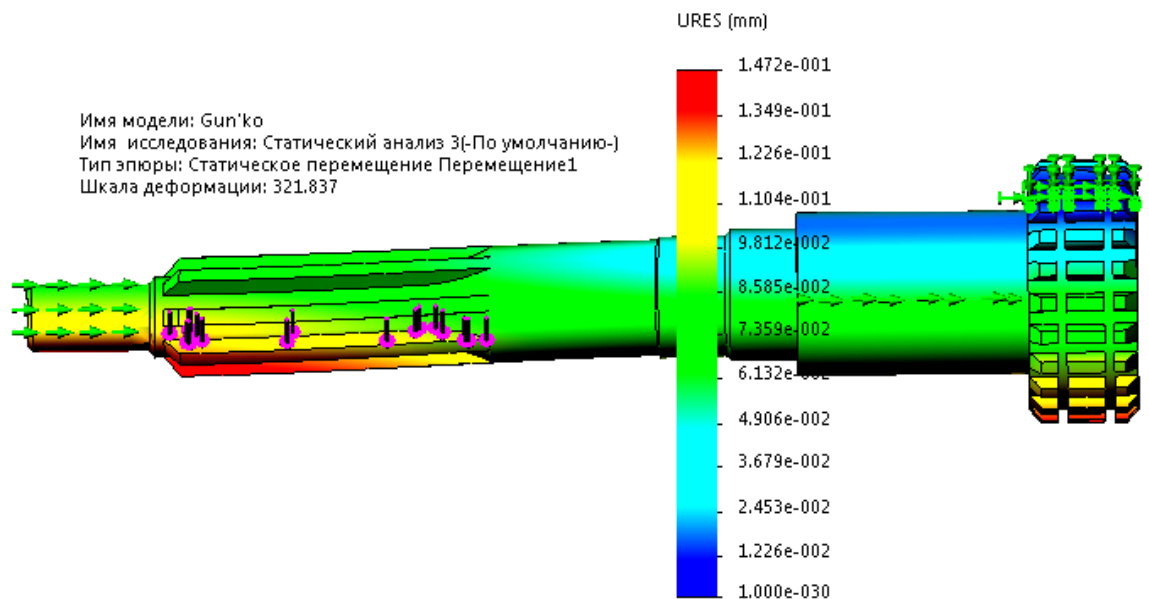


Рис. 2. Переміщення URES

Продовження дослідження – визначення зносостійкості матеріалу деталі з математичною обробкою результатів експериментів.

При експериментальних дослідженнях часто досліджувану систему піддають впливу будь-якого збуджуючого фактора і виявляють, яким чином система "відгукується" на збудження. Отже, з позицій математики це означає вивчення ряд вимірів величини  $y$  при різних значеннях величини  $x$  та вивчення функціональної залежності  $y=f(x)$ . В загальному випадку або сам вигляд функції  $f(x)$  є невідомим, або невідомими є параметри цієї функції, якщо її вигляд є відомим з деяких теоретичних міркувань.

Задачу про наближення (аппроксимацию) функції можна зформулювати таким чином: замість невідомої функції  $f(x)$  необхідно підібрати іншу функцію  $\varphi(x)$ , яка б найкращим чином наближалась до  $f(x)$ , тобто відхилення

$\varphi(x)$  від  $f(x)$  в заданій області було найменшим. Функція  $\varphi(x)$  при цьому має назву апроксимуючої функції.

Обробку результатів експериментів проводили за допомогою MathCAD (застосовували вбудовані функції `intercept`, `slope`, `linfit`, `linterp`, `pspline`, `cspline`, `interp`). На рис. 3 наведений один з результатів обробки даних зносостійкості:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7 =$$
$$= -4.369 \times 10^{-4} + 26.276 x - 6.192 x^2 + 0.917 x^3 - 0.079 x^4 + 4.002 \times 10^{-3} x^5 -$$
$$- 1.096 \times 10^{-4} x^6 + 1.25 \times 10^{-6} x^7$$

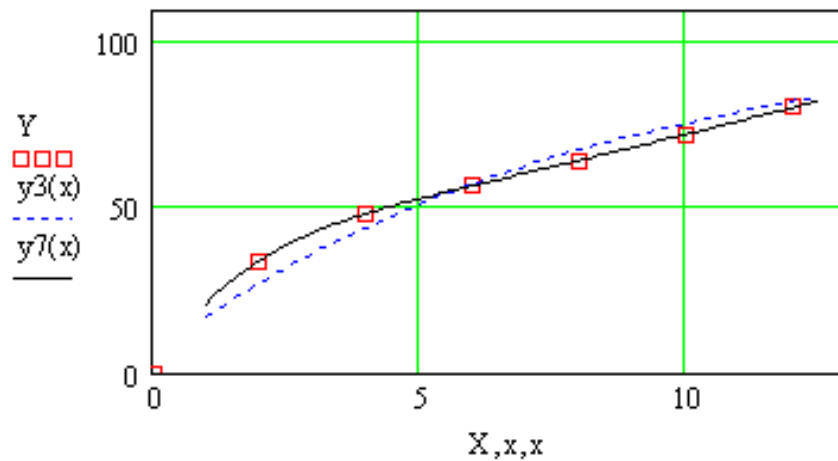


Рис. 3. Апроксимація степенним поліномом

Таким чином, спільне застосування CAE/CAD системи автоматизованого проектування й інженерного аналізу SolidWorks та інтегрованого середовища для вирішення типових класів математичних задач і наукових досліджень MathCAD дозволяє комплексно вирішити задачу дослідження міцності та зносостійкості.

### Література:

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное проектирование в инженерной практике / А. А. Алямовский – СПб.: БХВ-

Петербург, 2008. – 1040 с.

2. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation / А. А. Алямовский – М.: ДМК Пресс, 2011. – 464 с.