

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Л.М. Трасковецька, О.Ю. Рудик², О.В. Бірюков²

Національна академія Державної прикордонної служби України
ім. Б. Хмельницького¹, Хмельницький національний університет²

Метод скінченних елементів (МСЕ), розроблений на основі матричних методів розрахунків механічних конструкцій, розглядається сьогодні як спосіб розв'язування задач, описуваних рівняннями математичної фізики у частинних похідних. Розбивання області на елементи – перша процедура етапу виділення скінченних елементів. Можливість легко варіювати розмірами елементів – важлива властивість МСЕ (остання дозволяє враховувати концентрацію напружень, температурні градієнти, різні властивості матеріалу досліджуваного об'єкта тощо). Від якості розбивання багато в чому залежить точність одержуваних результатів.

Авторами [1] визначені міцнісні характеристики серги установки для електроконтактного приварювання порошкових матеріалів (застосовано програмний комплекс SolidWorks Simulation). Згідно розрахунків, при заданому мінімальному коефіцієнті запасу міцності $n_{\min} = 3$ серга витримає навантаження у 16420 Н. Параметри сітки при цьому: число точок Якобіана 4, розмір елемента 3,9276 мм, всього елементів 8042.

Але, з однієї сторони, при побудові сітки необхідне збільшення числа скінченних елементів у місцях великої кривизни й істотної зміни геометричних характеристик спряжених елементів конструкцій. Однак, з іншої сторони, велика кількість скінченних елементів значно збільшує тривалість розрахунків у програмному середовищі SolidWorks Simulation і можлива навіть поява похибок при надлишковому числі елементів сітки. Експериментальна крива, отримана в результаті зміни числа скінченних елементів моделі серги, представлена на рис. 1.

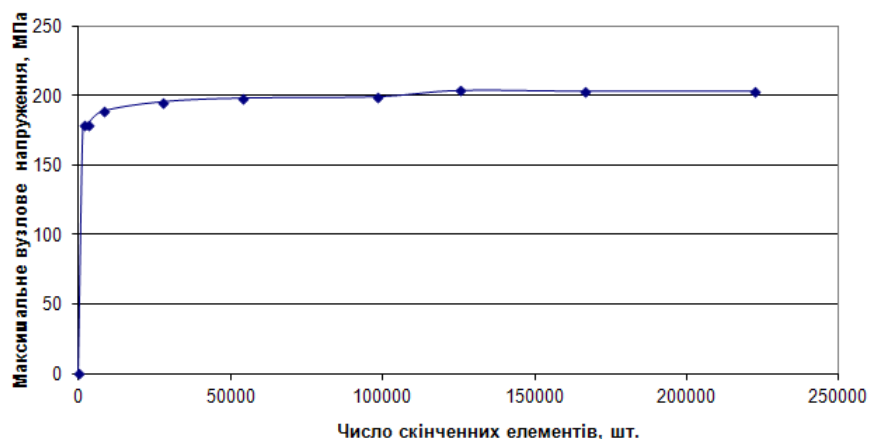


Рис. 1. Залежність вузлового напруження від числа скінченних елементів моделі

Таким чином, для побудови сітки оптимального розміру необхідно провести ряд експериментів, плавно збільшуючи число скінченних елементів і зіставляючи результати досліджень. Починаючи з певного числа скінченних елементів значення шуканої величини буде змінюватися незначно, це й буде визначати оптимальний розмір сітки. Для даної моделі серги оптимальний розмір сітки припускає 166421 скінченних елементів з розміром елемента 1.38389 мм (для поліпшення якості сітки число точок Якобіана було збільшено з 4 до 29, що дозволило добитися нульового показника перекручених елементів – рис. 2).

Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический 1 (-По умолчанию-)
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана	29 точек
Размер элемента	1.38389 mm
Допуск	0.0691945 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	239384
Всего элементов	166421
Максимальное соотношение сторон	5.9449
Процент элементов с соотношением сторон < 3	99.9
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
% искаженных элементов (якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:48
Имя компьютера	

Рис. 2. Интерфейс програми SolidWorks Simulation, параметри сітки

При цьому мінімальний коефіцієнт запасу міцності став рівний $n_{\min} = 2.787$, тобто серга витримає менше навантаження, ніж розраховано в [1], а саме 15165 Н.

Таким чином, математичне моделювання працездатності дозволило уточнити максимальне навантаження, яке може витримати серга при заданому коефіцієнті запасу міцності.

Література

1. Трасковецька Л. М. Застосування інформаційних технологій для ремонту автомобілів / Л. М. Трасковецька, О. Ю. Рудик, В. В. Назимок // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'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. 150.