

О.Ю.Рудик
к.т.н., доцент
Є.В.Криворучко
студент

Хмельницький національний університет, Хмельницький
arudyk@rambler.ru

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На даний час ефективне проектування та випуск виробів неможливе без активного запровадження та використання на усіх етапах життєвого циклу виробів CALS-технологій. Одним з елементів CALS-технологій, який дозволяє суттєво скоротити термін оптимізації конструкції проєктованих деталей, є комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану (НДС). Аналіз моделі НДС деталі на етапі проєктування (в контексті з моделями матеріалу та руйнувань) дозволяє вибрати оптимальну геометрію конструктивних елементів і, як наслідок, уникнути її руйнування в експлуатації при мінімальній вазі та розмірах деталі.

Широко вживані при сучасному проектуванні розрахунки НДС методом скінченних елементів (МСЕ) у тривимірній постановці дозволяють підняти на якісно вищий рівень процес оптимізації проєктованого об'єкту. Однією з комерційних систем, яка реалізує МСЕ, є SolidWorks [1, 2] – система автоматизованого проектування, інженерного аналізу й підготовки виробництва виробів будь-якої складності й призначення. Вона є ядром інтегрованого комплексу автоматизації підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка життєвого циклу виробу у відповідності з концепцією CALS-технологій, включаючи двонаправлений обмін даними з іншими Windows-додатками та створення інтерактивної документації.

Додаток SolidWorks – SolidWorksSimulation – потужний і простий у використанні програмний комплекс для проведення інженерних розрахунків, у якому задаються кріплення, навантаження, властивості матеріалів, проводиться аналіз моделі та переглядаються результати для будь-якої деталі. Тому у SolidWorksSimulation проводилось дослідження міцності деталей, які лімітують парцездатність форсунки (рис. 1), а саме – визначення міцності на зріз (критерій за замовчуванням – максимальне напруження von Mises) різьби її корпусу (рис. 2).



Рис. 1. Твердотільна модель форсунки



Рис. 2. Твердотільна модель корпусу форсунки

З бібліотеки SolidWorks вибрана сталь DIN 1.1191 (C45E) – аналог матеріалу корпусу (сталь 45), для якої $\sigma_m = 750$ МПа. Параметри сітки та її відображення на твердому тілі наведені на рис. 3 і 4.

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	1.92355 mm
Допуск	0.0961776 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	12782
Всего элементов	7713
Максимальное соотношение сторон	13.066
Процент элементов с соотношением сторон < 3	98.8
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0.0519
% искаженных элементов (якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:05

Рис. 3. Параметры сетки

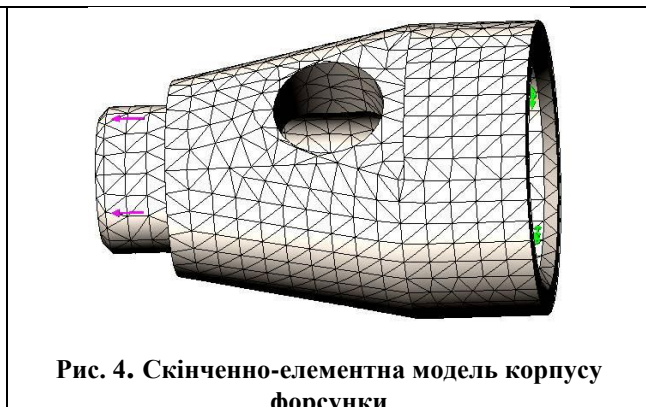
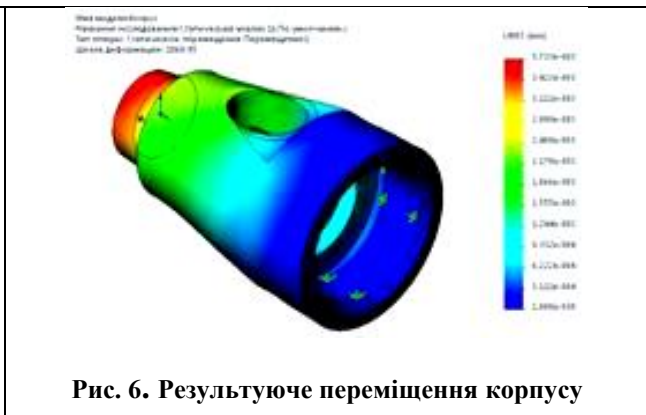
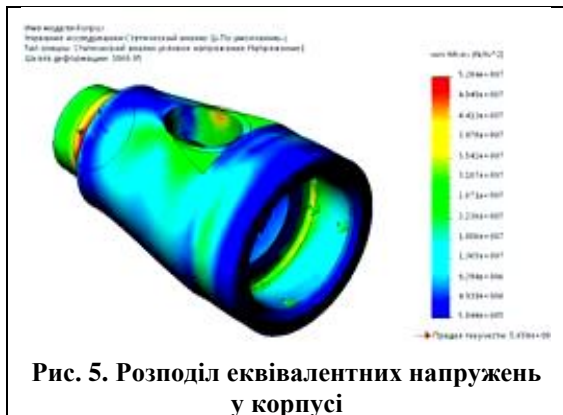


Рис. 4. Скінченно-елементна модель корпусу форсунки

Встановлено, що при шкалі деформації 1060,95 максимальні вузлові напруження von Mises і переміщення URES для корпусу складають 52,8435 МПа (вузол 6927) і 0,00373294 (вузол 835) мм відповідно (рис. 5, 6), тобто не перевищують допустимих значень. При цьому мінімальний коефіцієнт запасу міцності становить $k = 10,69$.



До складу SolidWorks Simulation входить багато спеціалізованих рішень, які дозволяють виконати аналіз більшості можливих задач для деталей і збірок: лінійний статичний аналіз; визначення власних форм і частот; розрахунок критичних сил і форм втрати стійкості; тепловий аналіз; спільний термостатичний аналіз; розрахунок збірок з використанням контактних елементів; нелінійні розрахунки; оптимізація конструкції; розрахунок електромагнітних задач; визначення довговічності конструкції; розрахунок плинну рідин і газів.

Перспективи подальших досліджень форсунки за допомогою SolidWorks Simulation – втрата стійкості рівноваги її окремих елементів.

Література:

1. Рудик О.Ю., Хома.В.А. Формування компетентностей у студентів інформаційними технологіями / Пошук молодих. Випуск 14: Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [“Технології компетентісно-орієнтованого навчання природничо-математичних дисциплін”], (Херсон, 23-24 квітня 2015р) / Укладач: В.Д. Шарко. – Херсон: ХДУ, 2015. – С. 128-129.
2. Рудик О.Ю., Семенюк К.В. Застосування Solidworks Simulation у науково-дослідній роботі / Науково-дослідна робота в системі підготовки фаховців-педагогів у природничій, технологічній та економічній галузях: матер V Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Бердянськ: БДПУ, 2015. – С. 128-130.

Анотація. Рудик О.Ю., Криворучко Є.В. Оптимізація досліджень механічних характеристик засобами інформаційних технологій. Розглянуто застосування SolidWorks для дослідження міцності корпусу форсунки.

Ключові слова: оптимізація, метод скінчених елементів, SolidWorks, сітка, вузлові напруження переміщення, коефіцієнт запасу міцності.

Аннотация. Рудык А.Е., Криворучко Е.В. Оптимизация исследований механических характеристик средствами информационных технологий. Рассмотрено применение SolidWorks для исследования прочности корпуса форсунки.

Ключевые слова: оптимизация, метод конечных элементов, SolidWorks, сетка, узловые напряжения, перемещения, коэффициент запаса прочности.

Summary. Rudyk A., Kryvoruchko E. Summary. Rudyk A. E., Kryvoruchko, E. V. Optimization studies of the mechanical characteristics by means of information technology. We considered the use of SolidWorks to study the strength of the housing of the injector.

Keywords: optimization, finite element method, the SolidWorks, mesh, nodal stress, displacement, factor of safety.