

Підвищення надійності пристосування для демонтажу і монтажу коліс

*А.С. Паламар, студент
Хмельницький національний університет
О.П. Бабак, О.Ю. Рудик, к.т.н., доценти
Хмельницький національний університет*

До основних напрямків підвищення надійності машин при ремонті відноситься виконання розбірно-збірних робіт без ушкодження деталей, зокрема, для цього потрібно використовувати знімачі, преси, стенди та інші пристосування й засоби механізації [1]. При цьому, одним з основних конструктивних напрямків підвищення надійності машин є вибір матеріалів деталей підвищеної довговічності.

Основою для якісного розбирання колеса автомобіля служить правильно розроблена схема демонтажу і монтажу шини колеса. Для цього сконструйований спеціальний пристрій, в якому робочим елементом для зняття шини з обода колеса є важіль-зачіп (поз. 1 на рис. 1). Він є однією з найбільш навантажених деталей пристрою. Тому мета роботи – розглянути фізичні процеси, які характеризують напружено-деформований стан важеля-зачіпа, використовуючи додаток 3D-системи твердотільного параметричного моделювання SolidWorks – SolidWorks Simulation [2].

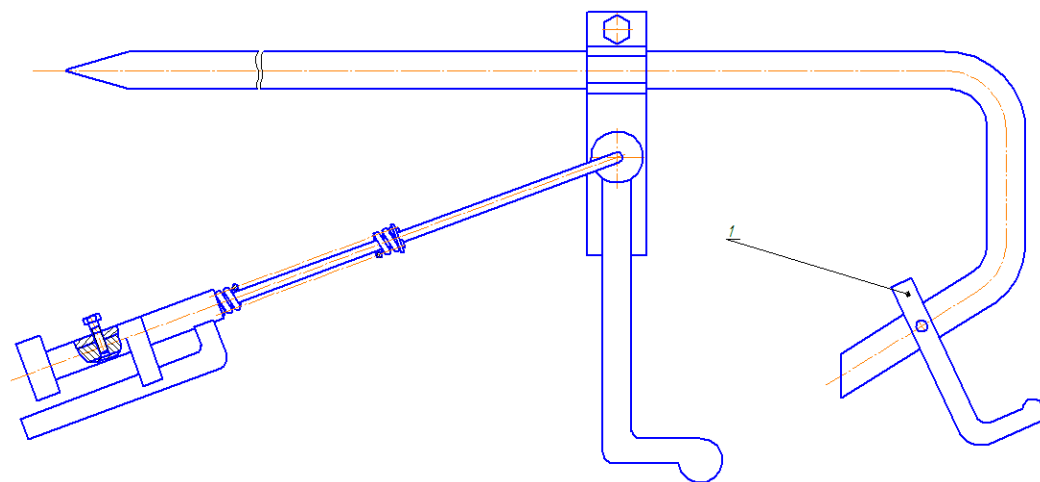


Рисунок 1 – Пристрій для демонтажу і монтажу шини колеса

Різноманітність і складність геометричних форм деталей автомобільної техніки вимагають застосування для аналізу напружено-деформованого стану деталей чисельних методів, таких, як метод скінченних елементів (МСЕ). На теперішній час він повсюдно визнаний, як загальний метод вирішення широкого кола задач у різних галузях техніки. Суть МСЕ полягає в апроксимації суцільного середовища з нескінченно великим числом ступенів вільності сукупністю підобластей (або елементів), що мають скінченне число ступенів вільності [3]. Між цими елементами встановлюється взаємозв'язок. Визнання методу пояснюється простотою його фізичного тлумачення та математичної форми.

У SolidWorks використовується принцип тривимірного твердотільного й поверхневого параметричного проектування, що дозволяє конструктору створювати об'ємні деталі та компоувати збірки у вигляді тривимірних моделей, по яких створюються двомірні креслення та специфікації відповідно до вимог ЕСКД.

SolidWorks включає ряд прикладних модулів, один з яких – SolidWorks Simulation. Даний модуль, заснований на МСЕ, дозволяє проводити розрахунки на міцність конструкцій у пружній зоні, вирішувати задачі механіки деформованого твердого тіла. Даний модуль дозволяє проводити статичний аналіз деталей і збірок, оптимізувати конструкцію, тобто уникати непотрібних витрат на зайвий матеріал. Спираючись на результати, можна зробити конструкцію міцнішою, легшою, витонченішою, а, отже, економічно вигіднішою й практичнішою [4].

Аналіз скінченних елементів забезпечує надійний чисельний метод розробок. Процес проведення статичного аналізу починається зі створення у SolidWorks геометричної моделі важеля-зачіпа. Наступний етап – вибір з бібліотеки SolidWorks Simulation матеріалу, який заплановано для його виготовлення – сталі Ст3 ГОСТ 535-88. Після цього – проведення закріплення моделі та прикладені навантаження. Потім програма ділить модель на маленькі частини простої форми (елементи), з'єднані у спільних точках (вузлах): програма аналізу скінченних елементів розглядає модель як мережу дискретних зв'язаних між собою елементів (сітку). МСЕ прогнозує поведінку моделі за допомогою зіставлення інформації, одержаної від усіх елементів, з яких складається модель (рис. 2).

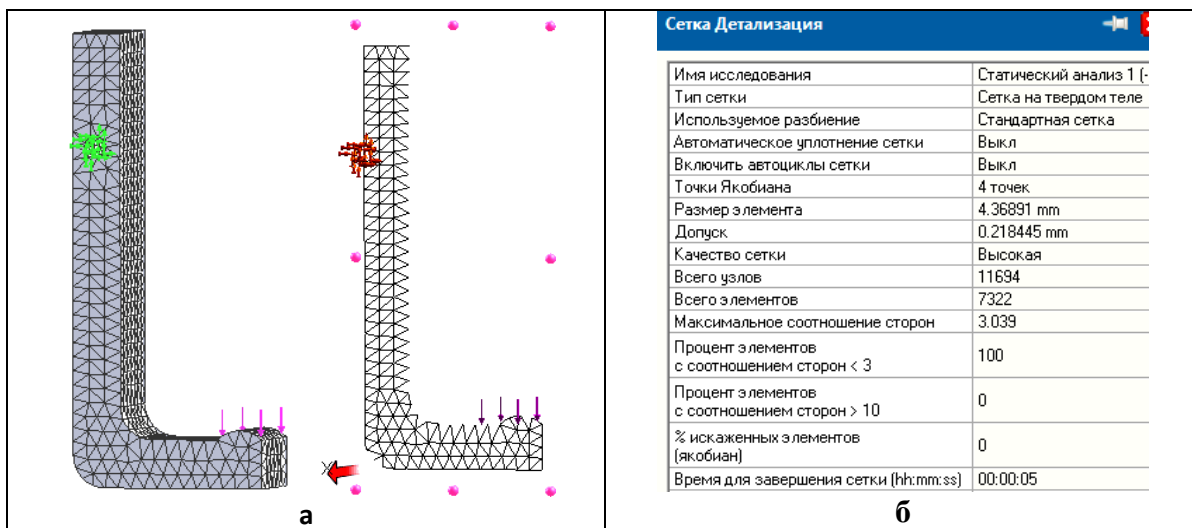


Рисунок 2 – Скінченно-елементна сітка вал-шестерні типу „на твердому тілі” (а) та її параметри (б)

Результатом статичного аналізу є епюри напруження, переміщення (рис. 3), деформації, запасу міцності.

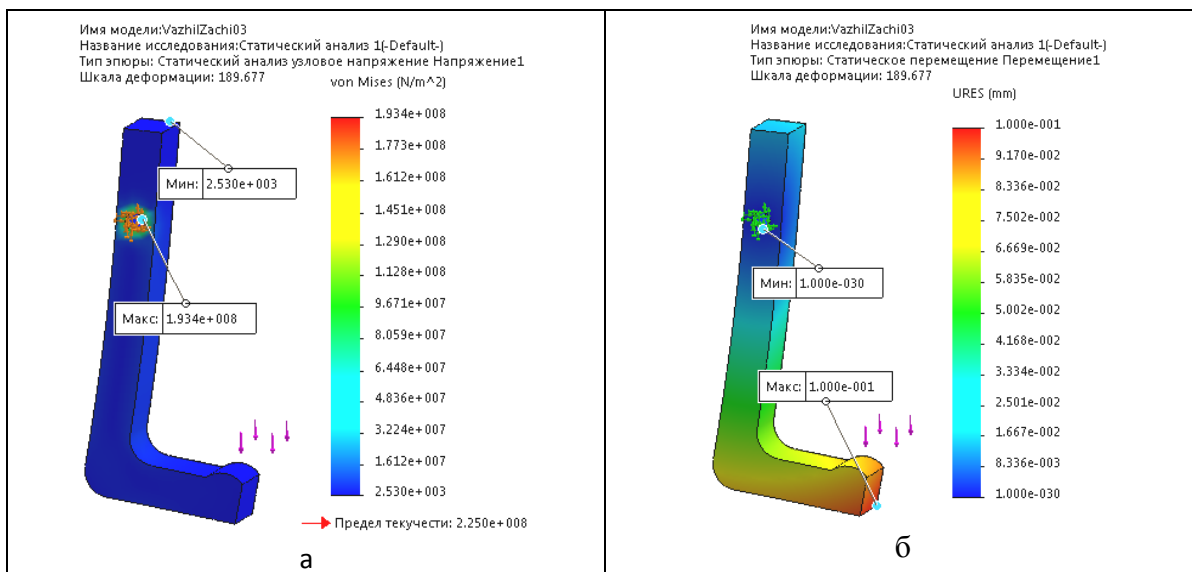


Рисунок 3 – Контурні графіки сумарних напружень von Mises (а) та переміщень URES (б)

Встановлено, що максимальні вузлові напруження Von Mises, переміщення URES, деформація ESTRN і мінімальний коефіцієнт запасу міцності важеля-зачіпа зі сталі Ст3 менші допустимих (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати досліджень важеля-зачіпа зі сталі Ст3

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	2530.23 N/m ² Узел: 445	1.93424e+008 N/m ² Узел: 11585
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 9	0.100031 mm Узел: 65
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	8.04665e-009 Элемент: 2323	0.00039449 Элемент: 1952
Запас прочности1	Авто	1.16325 Узел: 11585	88924.6 Узел: 445

Існують наступні шляхи підвищення експлуатаційних параметрів важеля-зачіпа:

- 1) зміна його геометричних розмірів;
- 2) застосування до існуючого матеріалу зміцнюючої обробки;
- 3) заміна матеріалу на міцніший.

Обрано найпростіший, на наш погляд, шлях – заміна матеріалу важеля-зачіпа: сталі Ст3, для якої $\sigma_T = 225$ МПа, на сталь 45 ГОСТ 535-88 ($\sigma_T = 830$ МПа). Отримані при цьому результати досліджень відображено у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати досліджень важеля-зачіпа зі сталі 45

Имя	Тип	Мин	Макс
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	2725.41 N/m ² Узел: 8634	1.92858e+008 N/m ² Узел: 11585
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 9	0.100771 mm Узел: 65
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	8.66593e-009 Элемент: 2323	0.00039819 Элемент: 1952
Запас прочности1	Авто	4.30369 Узел: 11585	304542 Узел: 8634

Отже, у випадку заміни матеріалу важеля-зачіпа зі сталі Ст3 на сталь 45 запас міцності достатній. Таким чином, дослідження на етапі проектування у SolidWorks Simulation напружено-деформованого стану важеля-зачіпа дозволило підвищити надійність пристосування для демонтажу і монтажу коліс.

Список літератури

1. Основні напрямки підвищення надійності [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://proizvodstvo.s-zemlz-cha.edusite.ru/nadegnost.html>
2. 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
3. Легостаєв А.Д. Метод скінченних елементів: Конспект лекцій / А. Д. Легостаєв. – К.: КНУБА, 2004. – 112 с.
4. Рудик О.Ю. Дослідження міцності деталей автомобілів за допомогою SolidWorks Simulation [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, Г. В. Садовський. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/11682>