

*Олександр РУДИК, Вадим САМСОНОВИЧ,*

*(Хмельницький, Україна)*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ВАЖЕЛЯ ПРИВОДУ РУЧНОГО ГАЛЬМА АВТОМОБІЛЯ МАЗ 200**

Експлуатація будь-якого автомобіля допускається в тому випадку, якщо він має справну гальмівну систему, яка необхідна на автомобілі для зниження його швидкості, зупинки та утримування на місці.

Гальмівна сила виникає між колесом і дорогою по напрямку, який перешкоджає обертанню колеса. Максимальне значення гальмівної сили на колесі залежить від можливостей механізму, який створює силу гальмування, від навантаження на колесо і від коефіцієнта зчеплення з дорогою. При рівності всіх умов, які визначають силу гальмування, ефективність гальмівної системи залежатиме, в першу чергу, від особливостей конструкції механізмів, які здійснюють гальмування автомобіля.

На сучасних автомобілях в цілях забезпечення безпеки рухи встановлюють декілька гальмівних систем, що виконують різне призначення. За цією ознакою гальмівні системи підрозділяють на: робочу, запасну, стоянкову, допоміжну

Стоянкова гальмівна система служить для утримування зупиненого автомобіля на місці, щоб виключити його мимовільне зрушення (наприклад, на ухилі). Управляється гальмівна система рукою водія через важіль ручного гальма.

На автомобілях сімейства МАЗ установлений ручне стоянкове гальмо барабанного типу з подвійним самопідсиленням, змонтований на задньому мосту автомобіля. Таке розташування гальма забезпечує можливість використання його в аварійних випадках навіть при поломках карданного вала.

Метою наукового дослідження є статичне дослідження важеля приводу ручного гальма автомобіля МАЗ 200 на основі застосування CAD/CAE систем і методу скінченних елементів (МСЕ).

Скінченно-елементний аналіз (Finite Elements Analysis) широко застосовується при вирішенні задач механіки деформованого тіла, теплообміну, гідродинаміки, магнітостатики та ін. областей фізики. Програмні системи, які реалізують МСЕ, дозволяють з достатньою точністю та оперативністю оцінити несучу здатність деталі (тобто здатність конструкції витримувати максимальне навантаження, забезпечуючи функціонування виробу із заданими технічними характеристиками). Як CAE-система застосовувалася SolidWorks Simulation. Орієнтація на сумісне використання цієї CAE-системи з CAD-системою SolidWorks дозволяє в максимальному ступені задіювати переваги графічного середовища: могутню параметризацію, поверхневе й твердотільне геометричне моделювання, кінематику складань. Важливою перевагою застосування CAE-системи є можливість отримання результатів статичних досліджень несучої конструкції деталі (у даному випадку важеля приводу ручного гальма, від працездатності якого напряму залежить безпека руху автомобіля) на стадії ескізного проектування (технічної пропозиції).

Розглянемо методику створення скінченно-елементної моделі важеля.

Етап 1. Створення геометричної моделі важеля в SolidWorks.

Етап 2. Процедура моделювання важеля:

- задання моделі властивостей матеріалу, з якого вона виготовлена (рис. 1, а);
- закріплення та діючих сил, які прикладаються до її елементів (рис. 1, б).

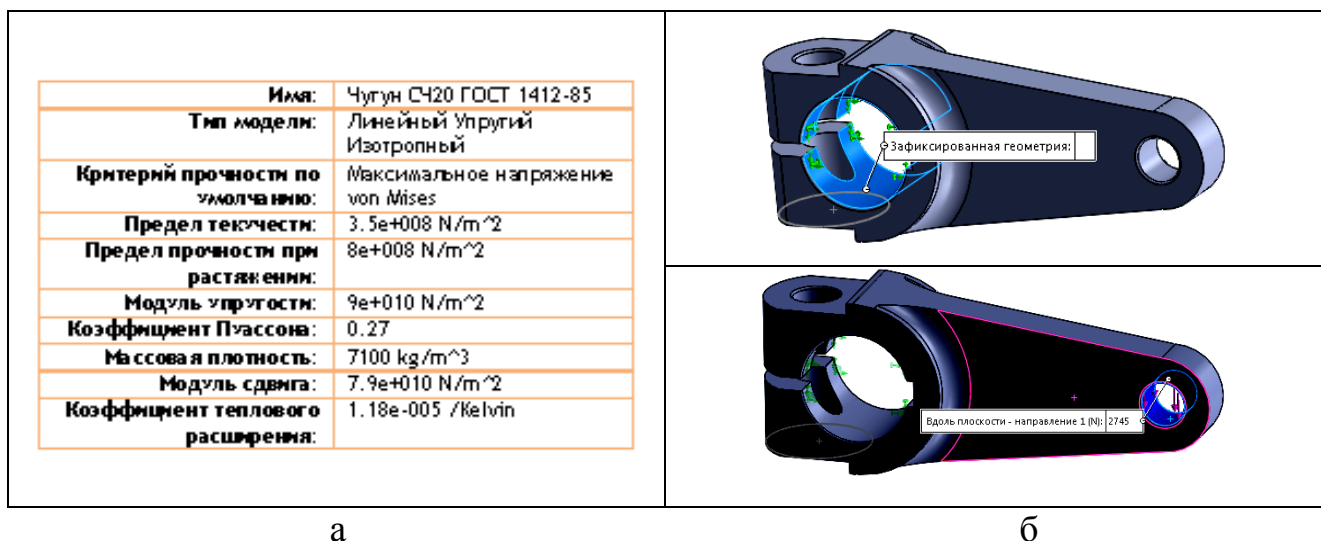
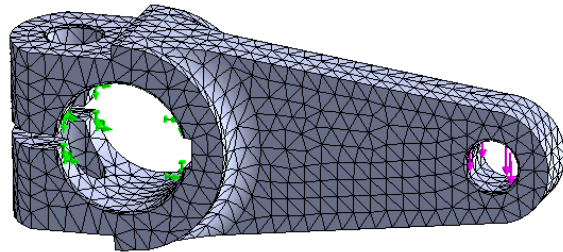


Рис. 1 – Параметри матеріалу важеля (а) та його закріплення і діючі сили (б)

### Етап 3. Побудова сітки скінчених елементів (рис. 2).

Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана	4 точек
Размер элемента	3.29538 mm
Допуск	0.164769 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	13408
Всего элементов	7973
Максимальное соотношение сторон	17.997
Процент элементов с соотношением сторон < 3	93.8
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0.113
% искаженных элементов (якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:11

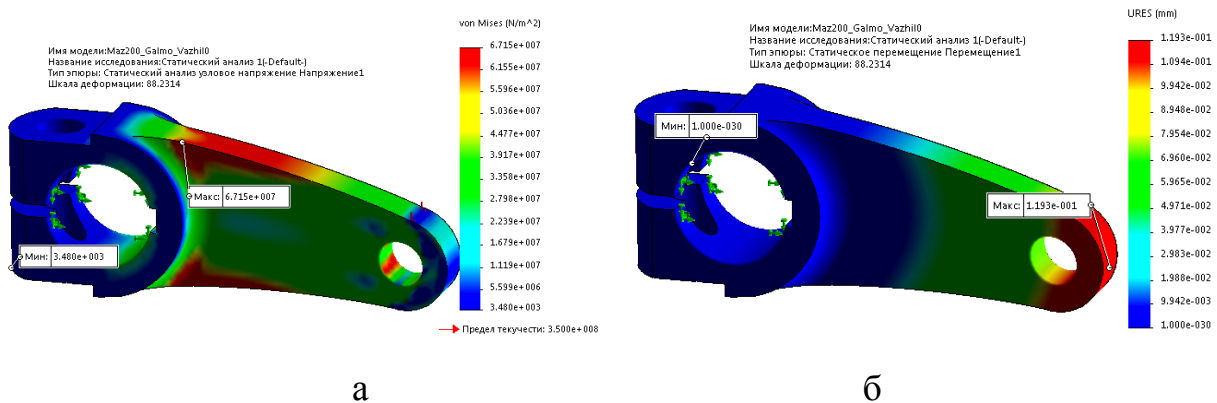


а

б

Рис. 2 – Параметри сітки (а) та скінченно-елементна модель важеля (б)

Етап 4. Розрахунок (будується матриця жорсткості; проводиться синтез скінченно-елементної моделі з окремих елементів з урахуванням умов закріплення деталі у вузлових точках; розв'язується одержана система алгебраїчних рівнянь і визначаються компоненти напружено-деформованого стану – рис. 3).



а

б

Рис. 3 – Результати розрахунку важеля на міцність:

а – VON: напруження Von Mises; б – URES: результуюче переміщення

Розрахунками отримано:

- максимальне вузлове напруження Von Mises  $\sigma = 67,1482$  МПа (вузол 102);
- максимальне результуюче переміщення URES  $h = 0,119308$  мм (вузол 11982);
- максимальна еквівалентна деформація ESTRN  $\delta = 0,000588973$  (елемент 5471);

– мінімальний запас міцності  $k = 5,21235$  (вузол 102).

Так як запас міцності перевищує допустимий ( $k > [k] = 1,5$ ), то можлива оптимізація розмірів важеля (в сторону їх зменшення, що призведе до економії матеріалу).

Таким чином:

1. Побудована розмірна твердотільна САD-модель важеля.
2. Проведені САЕ-розрахунки на міцність та отримана оцінка деформацій кожного елемента важеля, що дозволяє перейти до спрямованого проектування його конструкції.

#### ДОВІДКИ ПРО АВТОРІВ:

Рудик Олександр Юхимович – доцент кафедри зносостійкості та надійності машин Хмельницького національного університету  
тел. 098-25-26-755

[arudyk@rambler.ru](mailto:arudyk@rambler.ru)

Самсонович Вадим Богданович– студент 4-го курсу факультету інженерної механіки Хмельницького національного університету

Тези прошу опублікувати в розділі «Актуальні тенденції розвитку природничих (математика та інформативні технології, фізика, хімія) наук».

Назва тези: «Дослідження міцності важеля приводу ручного гальма автомобіля МАЗ 200»

Замовляємо **ЕЛЕКТРОННУ** версію **збірника тез доповідей, програми та сертифіката учасника**, тому № відділення Нової пошти не надаємо.