

НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ НА ОСНОВІ CAD/CAE-СИСТЕМ

Рудик О.Ю. к.т.н., доцент, Горошко В.М., Максимчук О.В., магістранти

Хмельницький національний університет, Україна

Abstract. The essence of the experiment - the ability to optimize the clutch lever of the tractor clutch on the basics of computer design and computer engineering SolidWorks Simulation. The SolidWorks Simulation library selected the material of the lever. For static analysis, the model was fixed and the load applied, its finite element grid was constructed. The results of the calculations are shown as a colour gradient. It shows the colour distribution of the calculated parameters. Changed the design of the lever (reducing the thickness of the ribs) to save material.

Ключові слова: НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ, 3D ПРОЕКТУВАННЯ, SOLIDWORKS, ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ, SOLIDWORKS SIMULATION, МОДЕЛЮВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ.

Ефективне розв'язування професійних задач неможливе без систем комп'ютерного проектування і комп'ютерного інжинірингу (CAD/CAE-систем). Наприклад, використовуючи SolidWorks/SolidWorks Simulation [1, 2], можна оптимізувати конструкцію й уникнути непотрібних витрат на зайвий матеріал. Спираючись на результати, можна зробити конструкцію міцнішою, легшою, витонченішою, тобто економічно вигіднішою і практичнішою.

Сучасні твердотільні системи моделювання засновані на поверхневому моделюванні з граничним представленням твердих тіл та описуються як набір поверхонь, що створюють замкнутий об'єм і з'єднані по спільних краях з максимальними зазорами, які не перевищують заданої в системі моделювання точності. Але додатково виконується аналіз напрямів векторів нормалей: якщо всі граничні поверхні орієнтовані нормаллями всередину, то утворюється тверде тіло, якщо назовні – порожнина. Істотною перевагою твердотільної моделі є можливість визначення об'єму фігури та її масово-інерційних характеристик, а також простота розбиття на скінченні елементи для подальшого інженерного аналізу.

Суть експерименту – можливість оптимізації важеля (поз. 1 на рис. 1, а) муфти зчеплення трактора КД-35.

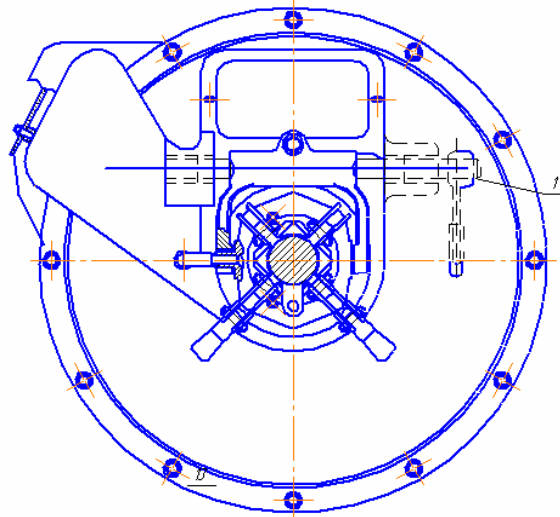
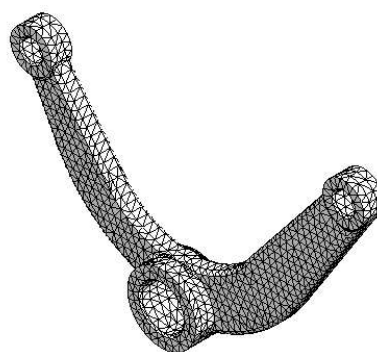


Рисунок 1 – Загальний вигляд муфти зчеплення трактора КД-35

Муфта зчеплення є муфтою тертя (фрикційною муфтою), за допомогою якої можна плавно роз'єднувати і з'єднувати колінчастий вал з першим валом коробки передач, що необхідно при маневруванні трактора і при перемиканні шестерень коробки передач. Муфта зчеплення (головний фрикціон) трактора КД-35 суха, однодискова, непостійно замкнутого типу. Вихід з ладу важеля може призвести до поломки усього зчеплення, тому проводилось дослідження його напружено-деформованого стану.

З бібліотеки SolidWorks Simulation вибрано матеріал важеля – сталь 40. Параметри сітки: розмір елемента 4,22298 мм, допуск 0,211149 мм, якість сітки – висока, всього вузлів 16009, всього елементів 9569, максимальне співвідношення сторін 6,5169 (рис. 2).

Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический анализ 2 (
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Использованное разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Выкл
Точки Якобиана	4 точек
Размер элемента	4,22298 mm
Допуск	0,211149 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	16009
Всего элементов	9569
Максимальное соотношение сторон	6,5169
Процент элементов с соотношением сторон < 3	96,4
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0
% искаженных элементов (якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:09



а

б

Рисунок 2 – Параметри скінченно-елементної сітки важеля (а) та її відображення на твердому тілі (б)

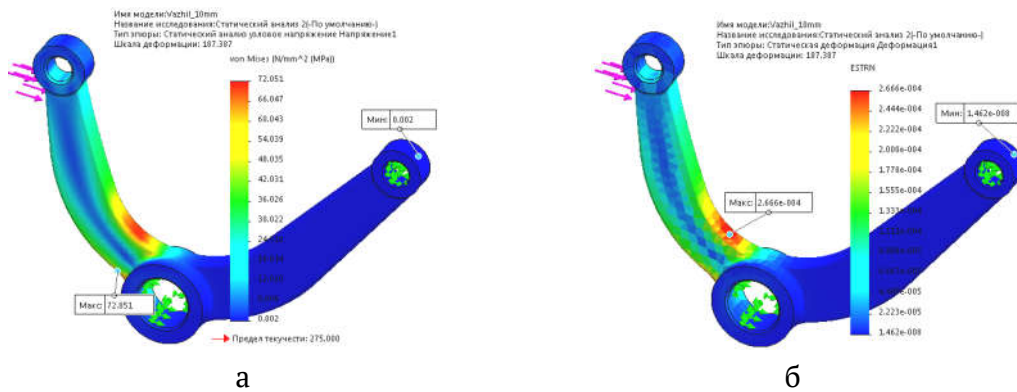


Рисунок 3 – Вузлові напруження важеля (а) та його еквівалентна деформація (б)

Встановлено, що при шкалі деформації 187,387:

- максимальне вузлове напруження von Mises $\sigma = 72,0513$ МПа (вузол 12681 – рис. 3, а);
- максимальне результуюче переміщення $h = 0,134901$ мм (вузол 213);
- максимальна еквівалентна деформація $\delta = 0,000266637$ (елемент 7426) – рис. 3, б;
- мінімальний запас міцності $k = 3,81672$ (вузол 14255).

Таким чином, під дією прикладеної сили важіль не зруйнується, так як $k > [k] = 2,0$. Але, у цьому випадку, можлива зміна конструкції важеля для економії матеріалу, наприклад, зменшення товщини ребра жорсткості (з 10 мм до 6 мм). У цьому випадку $k = 2,21771$, що також більше допустимого. Але при цьому вага важеля зменшується з 577,339 г до 416,221 г, тобто на 39%.

Таким чином, застосування SolidWorks Simulation дозволило оптимізувати конструкцію важеля й уникнути непотрібних витрат на зайвий матеріал.

Література

1. Рудик О. Ю. Застосування SolidWorks у навчанні предметів технічного (інженерного) циклу [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, В. В. Герасімчук. – Режим доступу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/8713>
2. 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>

References

1. Rudyk O. Yu. SolidWorks application in training of subjects of technical (engineering) cycle [Electronic resource] / O. Yu. Rudyk, V. V. Gerasimchuk. – Access mode: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/8713>
2. Rudyk O. Yu. Investigation of the strength of car parts by SolidWorks Simulation [Electronic resource] / O. Yu. Rudyk, G. V. Sadovskyi. – Access mode: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/11682>