

Рудик Олександр Юхимович
кандидат технічних наук, доцент кафедри зносостійкості та надійності машин
Хмельницького національного університету, arudyk@rambler.ru
Франківський Євген Віталійович
магістрант Хмельницького національного університету

РОЗРАХУНОК ВАЛА МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТРАКТОРА ДТ-75М У SOLIDWORKS SIMULATION

Застосування комп'ютерного моделювання викликає підвищений інтерес у студентів творчими задачами, можливістю перевірити свої знання й одержати кваліфіковану пораду, допомагає реалізувати індивідуально-орієнтований підхід у навчанні, забезпечує індивідуалізацію й диференціацію з урахуванням особливостей студентів, їх рівня навченості. Тому мета роботи – розглянути фізичні процеси, які характеризують напружено-деформований стан вала муфти зчеплення трактора ДТ-75М, використовуючи додаток 3D системи твердотільного параметричного моделювання SolidWorks – SolidWorks Simulation. Цей потужний і простий у використанні програмний комплекс для проведення інженерних розрахунків використовує геометричну модель деталі SolidWorks для формування розрахункової моделі. Інтеграція з SolidWorks дає можливість мінімізувати операції, зв'язані зі специфічними особливостями кінцево-елементної апроксимації (метод скінчених елементів в даний час є стандартом при розв'язуванні задач механіки твердого тіла за допомогою чисельних алгоритмів).

Сьогодні однією з розповсюджених моделей чисельного аналізу конструкцій є дискретна модель методу скінчених елементів (МСЕ). Цей варіаційний метод, добре пристосований для реалізації на ЕОМ, має універсальність, що дозволяє розв'язувати чисельно найрізноманітніші задачі [1].

Метод добре обґрунтований теоретично, накопичено великий досвід алгоритмізації. Його розглядають як загальний метод розв'язку диференціальних рівнянь, застосування якого до задач розрахунку конструкцій задовольняє багатьом вимогам, що ставляться до алгоритму в автоматизованих системах проектування.

У фізичному сенсі в основу методу покладена ідея дискретизації, у математичному – пошук розв'язку крайової задачі шляхом мінімізації відповідного функціонала.

У МСЕ дискретизація полягає у віртуальній заміні суцільного середовища системою елементів скінчених розмірів. Ідея ця висловлювалася ще Пуассоном на початку XVIII століття, але не реалізувалася в зв'язку з громіздкістю ручного розрахунку, проте виявилася дуже зручною при розрахунку на ЕОМ.

У випадку моделей конструкцій поставимо у відповідність дійсній системі дискретну модель, яка складається зі скінченного числа елементів. Вони зв'язані між собою у скінченному числі точок (вузлах). Елементи,

отримані після членування розглянутої області, залишаються неперервними, суцільними, але форма деформації окремого елемента приймається досить простою. У вузлах прикладені узагальнені сили або переміщення, які підлягають визначенню і називаються у МСЕ ступенями свободи.

Для кожного типового скінченного елемента нескладно отримати класичними методами чисельного аналізу розв'язок задачі про напружено-деформований стан. А з розв'язків для окремих елементів складається розв'язок для всієї конструкції в цілому. Така інтерпретація дозволяє описати задану конструкцію системою спільних алгебраїчних рівнянь, добре пристосованої для розв'язку на ЕОМ.

Отже, проведемо статичний аналіз вала муфти зчеплення трактора ДТ-75М, матеріалом якої є сталь 30ХН3А ГОСТ 4543-71 (дослідження фланця муфти проведено у [2]). У бібліотеці SolidWorks її границя міцності на розтяг складає 980 МПа (рис. 1).

Свойства Таблицы и кривые Внешний вид Штриховка Настройка Данные программ

Свойства материала
Материалы в библиотеке по умолчанию не могут редактироваться.
Необходимо скопировать материал в настроенную пользователем библиотеку и затем его отредактировать.

Тип модели:

Единицы измерения:

Категория:

Имя:

Критерий разрушения по умолчанию:

Описание:

Источник:

Sustainability:

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	2.15e+011	Н/м^2
Коэффициент Пуассона	0.28	Не применимо
Модуль сдвига	8.4e+010	Н/м^2
Массовая плотность	7850	кг/м^3
Предел прочности при растяжении	980000000	Н/м^2
Предел прочности при сжатии		Н/м^2
Предел текучести	785000000	Н/м^2
Коэффициент теплового расширения	1.08e-005	/К
Теплопроводность	34	W/(m·K)

Рис. 1. Вибір матеріалу вала муфти зчеплення

Дефініція опор вала та прикладення навантаження (максимальний крутний момент двигуна, який передається четвертою передачею – $M_{хт}=138,2$ Нм [3]) відображено на рис. 2.

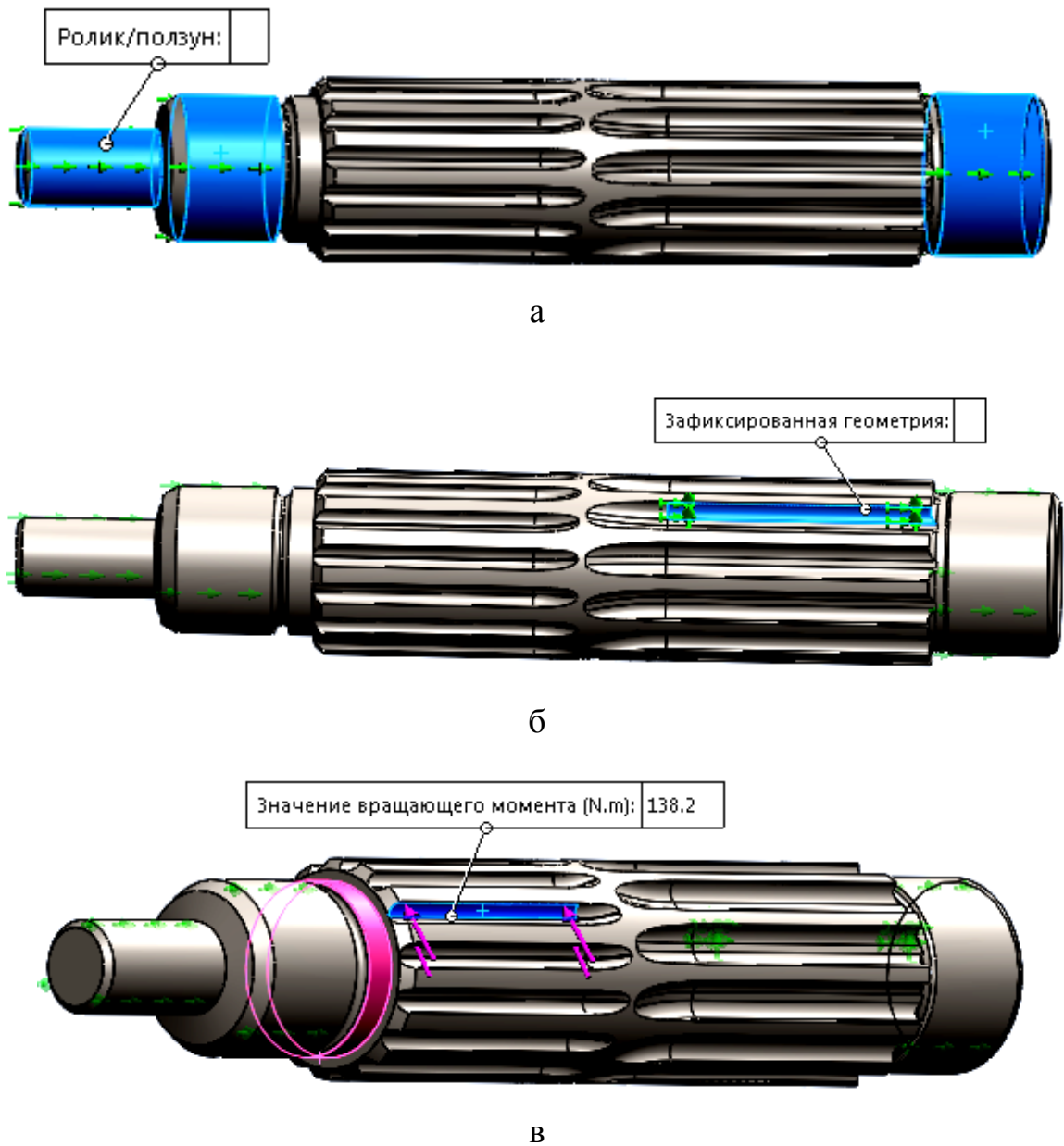


Рис. 2. Дефініція опор вала (а, б) та прикладення навантаження (в)

Розділення на елементи, тобто побудова сітки скінченних елементів, є першим етапом розрахунку МСЕ. У зв'язку зі складністю конструкції задача побудови сітки є одним з найскладніших етапів алгоритму МСЕ (рис. 3).

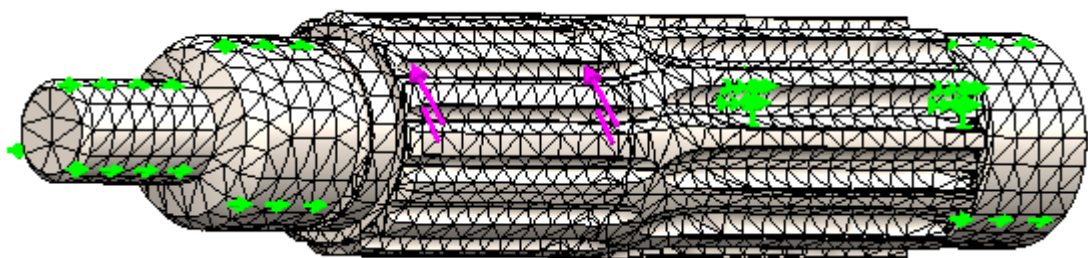


Рис. 3. Відображення сітки на твердому тілі

Розрахунками встановлено:

– максимальне напруження, яке виникає у валу $\sigma = 1.545e+008$ МПа (вузол 11671 – рис. 4);

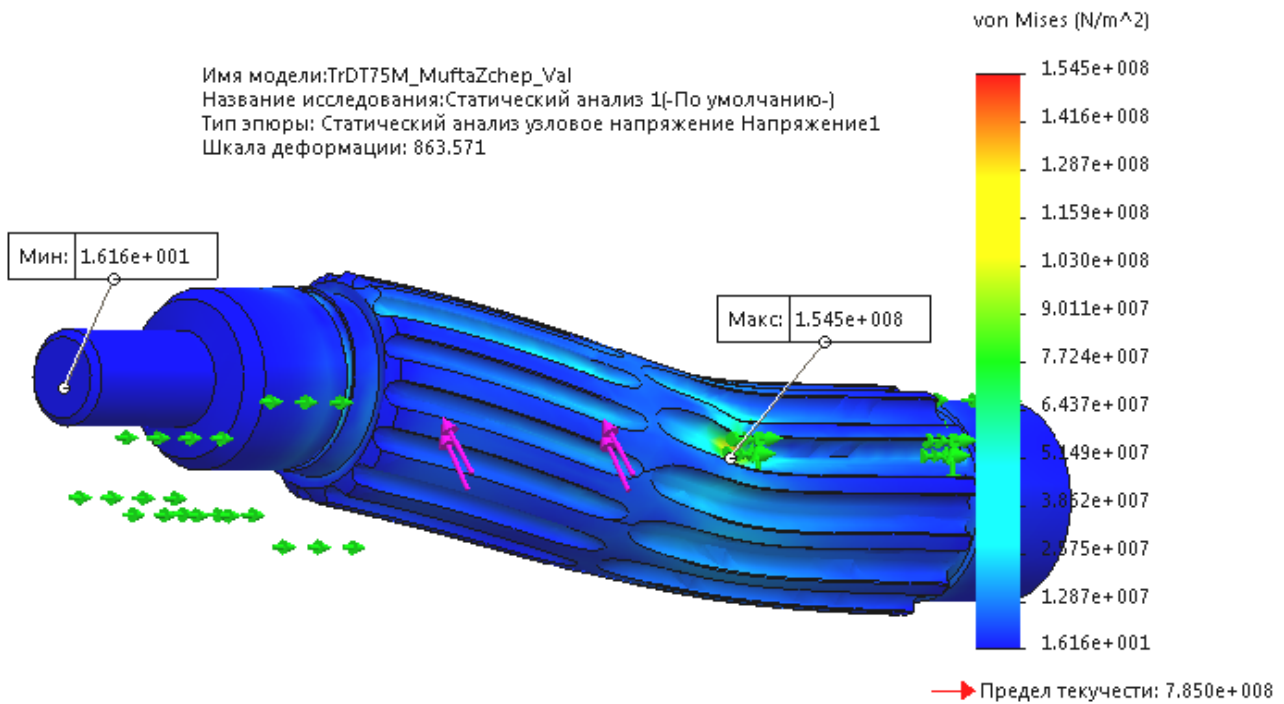


Рис. 4. Контурный график сумарних напружень von Mises

– максимальное результирующее перемещение $h = 0.0440724$ мм (вузол 25069 – рис. 5);

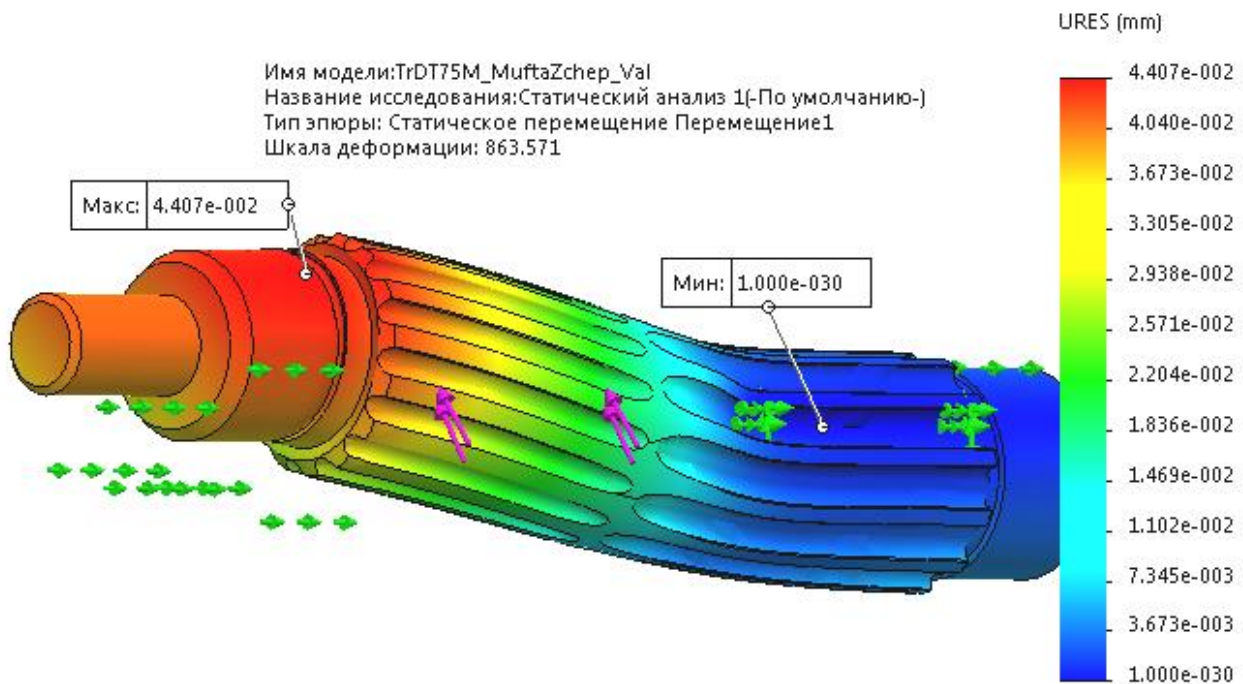


Рис. 5. Контурный график сумарних перемещень URES

– максимальна еквівалентна деформація $\delta = 0.000490123$ (елемент 4678–рис. 6);

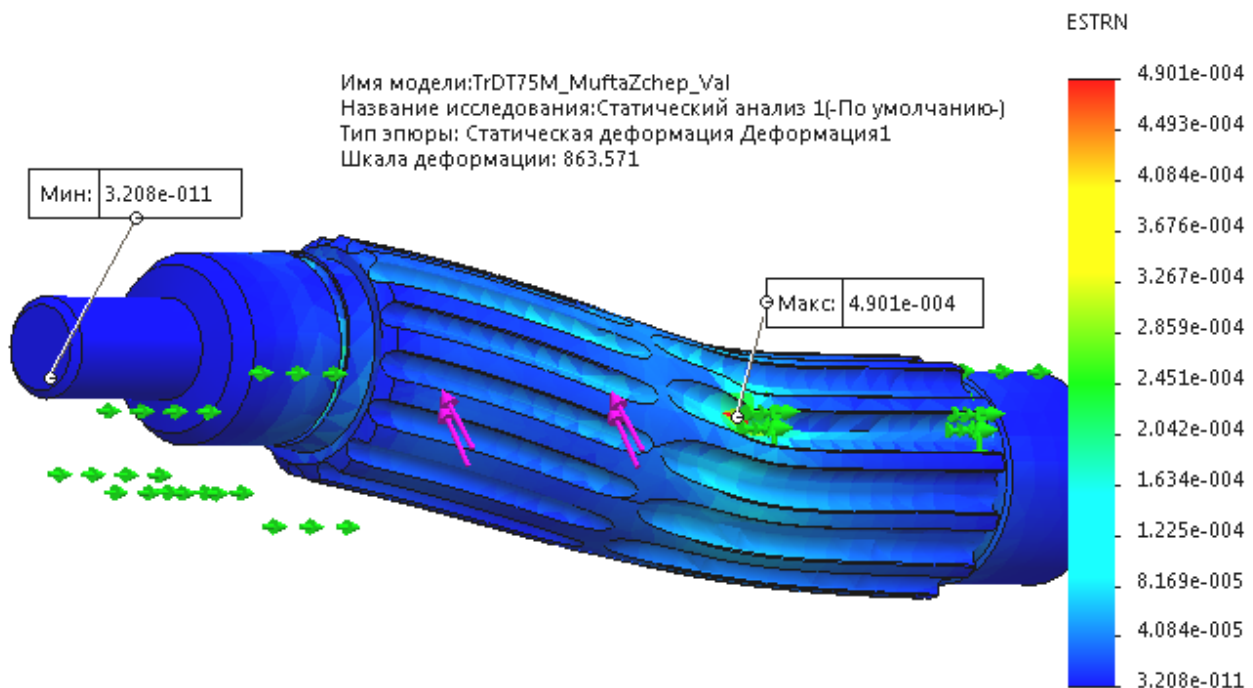


Рис. 6. Контурний графік сумарних деформацій ESTRN

– мінімальний запас міцності $k = 5.08151$ (вузол 11671).

Таким чином, розрахунки гарантують міцність вала муфти зчеплення трактора ДТ-75М а використання методу чисельного моделювання у навчальному процесі збільшує можливості постановки навчальних задач і керування процесом їх виконання. Змінюючи при чисельному моделюванні деякі вхідні параметри, можна прослідити за змінами, які відбуваються з моделлю. Основна перевага методу полягає у тому, що він дозволяє не тільки спостерігати, але і передбачити результат експерименту за якихось особливих умов.

Список використаних джерел

1. Метод скінчених елементів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ifreestore.net/1443/>
2. Рудик О.Ю. Управління надійністю фланця муфти зчеплення трактора ДТ-75М / О.Ю. Рудик., Франківський Є.В. // Тези доповідей V-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 1 - 2 грудня 2017 року: збірник наукових праць. Частина 1 / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та ін.]. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 6-7.
3. Тяговый расчет трактора ДТ-75М [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://domashke.com/referati/referaty-po-transportu/kontrolnaya-rabota-tyagovyj-raschet-traktora-dt-75m>