УДК 629.113

А.С. Боярин (магістрант, 5 курс)
Наукові керівники – проф. Л.В. Боровик, доц. О.Ю. Рудик
*Національна академія Державної прикордонної служби України*
*Хмельницький національний університет*

# ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЗАМІНИ МАТЕРІАЛІВ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Сьогодні однією з розповсюджених моделей чисельного аналізу конструкцій є дискретна модель методу скінчених елементів (МСЕ). Цей варіаційний метод, добре пристосований для реалізації на електронних обчислювальних машинах (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, які 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 висловлювалуся ще Пуассоном на початку XVIII століття, але не реалізувалася у 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 елементу 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.

Об'єктом даного дослідження є можливість заміни матеріалу вала муфти зчеплення трактора ДТ-75М, матеріалом якої є сталь 30ХН3А ГОСТ 4543-71, на нелеговану (тому дешевшу) сталь 20 ГОСТ 535-88.

У SolidWorks [2] була створена твердотільна модель вала, статичний розрахунок якої здійснили у SolidWorks Simulation [1]: вибрано матеріал вала – спочатку сталь 30ХН3А [3], а потім сталь 20; проведено розділення моделі вала на скінченні елементи; побудовано матрицю жорсткості; здійснено синтез скінченно-елементної моделі з урахуванням умов закріплення вала у вузлових точках; розв’язано одержану систему алгебраїчних рівнянь; визначено компоненти напружено-деформованого стану (рис. 1, табл. 1).

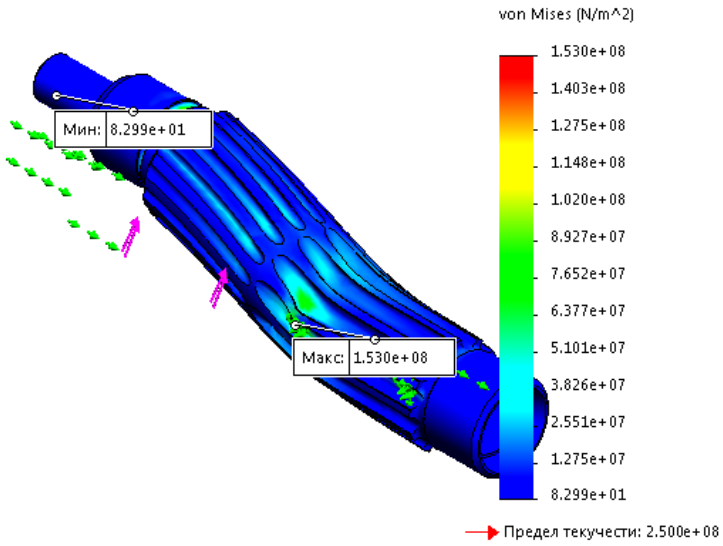


Рисунок 1 – Епюра розподілу сумарних напружень вала von Mises

Таблиця 1 – Результати дослідження вала муфти зчеплення

| **Сталь** | **Напруження (максимальне), $\sigma$, МПа** | **Переміщення (максимальне), $h$, мм** | **Деформація (максимальна), $\delta$, мм** | **Запас міцності (мінімальний), $k$** |
|---|---|---|---|---|
| 30ХН3А | 154.482 | 0.0440724 | 0.000490123 | 5.08151 |
| 20 | 153,000 | 0,04627 | 0,0005146 | 1,634 |

Так як мінімальний коефіцієнт запасу міцності для вала зі сталі 20 становить $k$ = 1,634, то у випадку заміни сталі 30ХН3А на сталь 20 для його виготовлення запас міцності достатній, так як допустимий коефіцієнт запасу міцності [$k$] = 1,5. Але, враховуючи умови роботи цієї деталі, для підвищення її зносостійкості рекомендується хіміко-термічна обробка.

Таким чином, отримані результати підтверджують актуальність проведеного дослідження з використання методу скінченних елементів.

***Анотація***. *За допомогою SolidWorks досліджена можливість заміни матеріалу валу муфти зчеплення трактора.*

***Ключові слова:*** *SolidWorks, зчеплення, муфта, вал, заміна матеріалу.*

**Література**

[1] – Rudyk O. Yu. The impact of the SolidWorks Simulation network quality on the accuracy of the calculations / O. Yu. Rudyk, V. A. Gonchar // Eurasian scientific congress. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2020. – Pp. 185-188. URL: http://sci-conf.com.ua/i-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-eurasian-scientific-congress-27-28-yanvarya-2020-goda-barselona-ispaniya-arhiv/

[2] – Рудик О. Ю. SolidWorks – CAD/CAE-система технічних вузів / О. Ю. Рудик, П. В. Каплун // Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. – Kharkiv, Ukraine, 2020. – Pp. 249-253. URL: http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/8631

[3] – Рудик О. Ю. Розрахунок вала муфти зчеплення трактора ДТ-75М у SolidWorks Simulation [Електронний ресурс] / О. Ю. Рудик, Є. В. Франківський. – Режим доступу: http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/8358