

## Підвищення експлуатаційної надійності циліндричного підшипника ковзання

**О.Ю. Рудик, к.т.н., доцент**

**А.В. Капелюшок, студент**

*Хмельницький національний університет*

Однією з основних характеристик якості транспортно-технологічних машин та їх агрегатів є надійність, яка відображає службові властивості зазначених об'єктів, що закладаються при проектуванні й виробництві машин, реалізуються в експлуатації й відновлюються за допомогою ремонту. Проблема підвищення надійності — одна з найважливіших у машинобудуванні.

Традиційна методологія взаємозв'язку теорії та експерименту доповнюється принципами комп'ютерного моделювання надійності. Ця нова ефективна процедура дає можливість цілісного вивчення поведінки найскладніших систем як природних, так і створюваних для перевірки теоретичних гіпотез.

Застосування для вивчення напружено-деформованого стану твердих тіл 3D системи твердотільного параметричного моделювання SolidWorks дозволяє побудувати точну модель деталі й методом скінченних елементів визначити експлуатаційні параметри (додаток SolidWorks Simulation), які виникають у ній за конкретних умов експлуатації.

Метою роботи ставилось дослідження вала муфти зчеплення трактора КД-35 (сталь 45X) з можливістю заміни даного матеріалу на дешевший - сталь 20. З бібліотеки SolidWorks вибрані сталь DIN 1,7006 (46Cr2) - аналог сталі 45X, та AISI 1020 - аналог сталі 20, з границями міцності на розтяг 900,000 МПа і 420,507 МПа відповідно. Параметри сітки наведено у табл. 1, а її відображення на деталі представлено на рис. 1.

Таблиця 1 – Параметри сітки

<b>Тип сітки</b>	Сітка на твердому тілі	<b>Усього вузлів</b>	21236
<b>Розбивка</b>	Стандартна сітка	<b>Усього елементів</b>	13170
<b>Точки Якобіана</b>	4 Точки	<b>Максимальне співвідношення сторін</b>	10,424
<b>Розмір елемента</b>	7,39261 mm	<b>% елементів зі співвідношенням сторін &lt; 3</b>	92,3
<b>Допуск</b>	0,36963 mm	<b>% елементів зі співвідношенням сторін &gt; 10</b>	0,106
<b>Якість сітки</b>	Висока	<b>% перекручених елементів (Якобіан)</b>	0

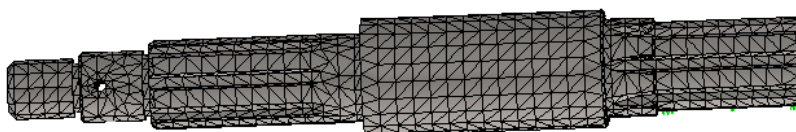


Рисунок 1 – Скінченно-елементна сітка моделі вала муфти зчеплення

Встановлено, що вузлові напруження Von Mises, переміщення URES і деформація ESTRN для вала зі сталі 45X складають 148,822 МПа, 0,0721482 мм і 0,000334669 мм відповідно, а для сталі 20 – 148,407 МПа, 0,0757222 мм і 0,000355215 мм відповідно, тобто в обох випадках не перевищують допустимих значень. При цьому мінімальний коефіцієнт запасу міцності знаходиться у вузлі № 15195 і для вала зі сталі 45X становить 4,36763, а зі сталі 20 – 2,36896 (рис. 2а і 2б відповідно). Тобто, у випадку заміни сталі 45X на сталь 20 для виготовлення вала запас міцності достатній.

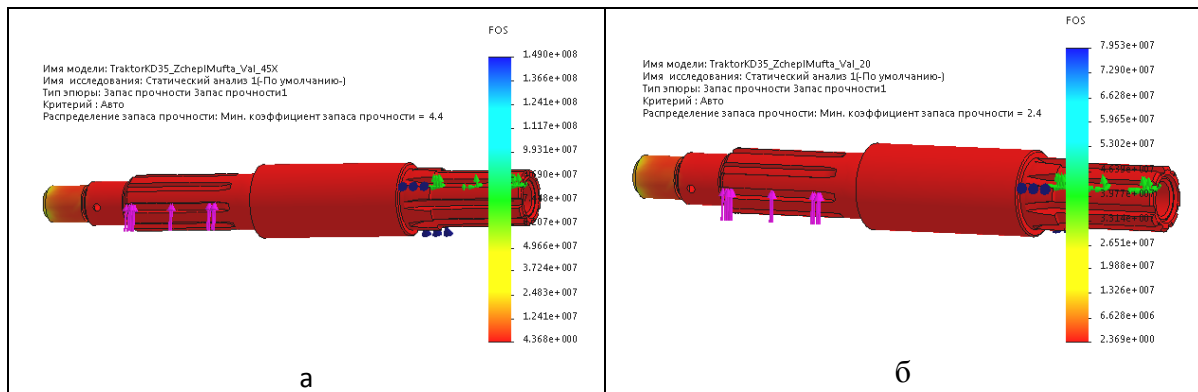


Рисунок 2 – Розподіл запасу міцності

Продовження дослідження – визначення зносостійкості підшипника ковзання для різних матеріалів вала з математичною обробкою результатів експериментів, яку проводили за допомогою системи візуальних математичних розрахунків MathCAD.

Для апроксимації експериментальних даних застосували апроксимацію рівнянням прямої лінії  $F(a, b, x) = a + bx$ ; степенними поліномами  $y = a + bx + cx^2$ ,  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7$ ; функцією  $f(x) = A + Bx + C \sin(x)$ ; лінійну та сплайн-інтерполяцію (рис. 3).

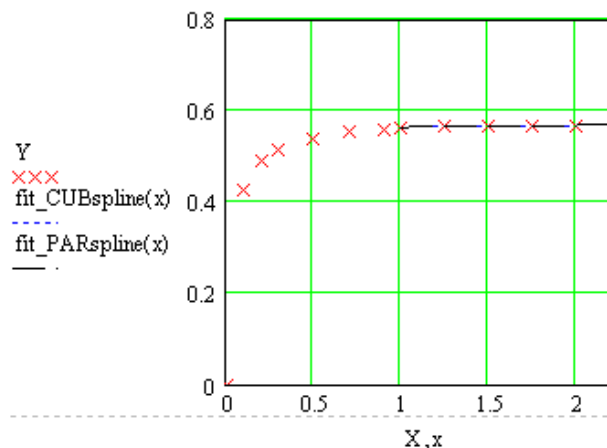


Рисунок 3. Результати розрахунків зносостійкості

Встановлено, що інтенсивність зношування підшипника ковзання зі сталі 45X складає 0,026 мкм/км, а зі сталі 20 – 0,028 мкм/км, що дозволяє рекомендувати заміну матеріалу вала.

Таким чином, спільне застосування системи автоматизованого проектування й інженерного аналізу SolidWorks та універсального математичного пакету MathCAD дозволяє комплексно вирішити задачу дослідження міцності та зносостійкості у сторону економії витрат на виготовлення вала.