

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ТРИБОСИСТЕМ КОВЗАННЯ У РОЗРАХУНКАХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Небеснюк Ю.І., студент

Рудик О.Ю., к.т.н., доцент

Хмельницький національний університет

Надійність і довговічність у значній мірі залежать від властивостей матеріалів та правильності їх вибору для заданих умов роботи вузла тертя. При виборі матеріалів для трибосистеми необхідно враховувати здатність їх до сумісності, при якій забезпечуються невисокі рівні тертя, зношування й тривала робота трибосистеми без пошкодження тертьових поверхонь. Однією з основних причин відмов трибосистем ковзання є збільшення зазорів у сполученнях внаслідок зношування деталей, які, у свою чергу, є й наслідком радіальних биттів однієї з деталей.

Досліджувався кронштейн відведення трактора МТЗ-80, який є несучою деталлю механізму включення зчеплення. На порожнистій циліндричній шийці кронштейна вільно розміщене відведення, яке переміщається уздовж неї при натиску педалі зчеплення на вилку вимикання через систему тяг і керує роботою натискного диска. Через наскрізний осьовий отвір проходить трубчастий вал привода заднього вала відбору потужності, який обертається на підшипнику, запресованому у кронштейн з боку фланця. Між підшипником у проточці кронштейна встановлений сальник, який перешкоджає влученню мастила з підшипника на диск зчеплення. Через трубчастий вал привода відбору потужності проходить вал привода трансмісії. Кільцевим виточенням кронштейн у зборі встановлюється в картер зчеплення й через фланцеве з'єднання кріпиться до нього трьома болтами.

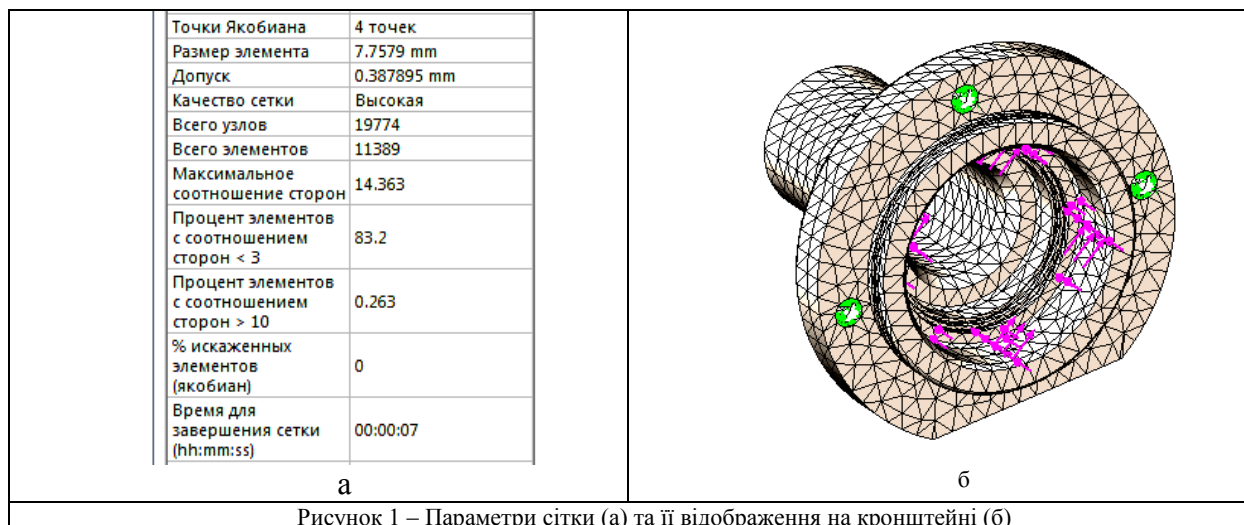
Під час експлуатації трактора кронштейн сприймає значні осьові сили й крутильні коливання через нерівномірне обертання колінчастого вала двигуна. Тому зношуються внутрішні поверхні під підшипник і сальник, а через інтенсивну роботу механізму вимикання зчеплення в місці переміщення відведення (підшипник ковзання) виникає зношування зовнішньої циліндричної поверхні шийки кронштейна.

Кронштейн виготовлений із сірого чавуну СЧ20, у якому вуглець перебуває переважно у вигляді графіту. Даний матеріал легко обробляється різанням і піддається зварюванню, але при ударних навантаженнях руйнується. Тому, надходячи в капітальний ремонт, виникає необхідність виготовлення нового кронштейна, а заготовки з чавуну ще й потрібного розміру здебільшого відсутні, тому деталь виточують з наявної сталі. Але, наразі, потрібна перевірка можливості заміни матеріалу (чавуну на сталь), яка включає як розрахунки міцності, так й зносостійкості. Того й були проведені відповідні дослідження з використанням універсальної системи параметризації SolidWorks, яка дозволяє установити гнучкі параметричні моделі та одержати уточнену картину її напружено-деформованого стану [1].

Система володіє двома рівнями функціональних залежностей: перший забезпечує зв'язок між параметрами моделі при перерахунку їх значень, другий – зв'язок із САПР при відновленні виробу відповідно до отриманих значень параметрів. Комбінація цих двох видів залежностей дозволяє добиватися потрібних результатів, фактично не обмежуючи гнучкість одержуваної моделі.

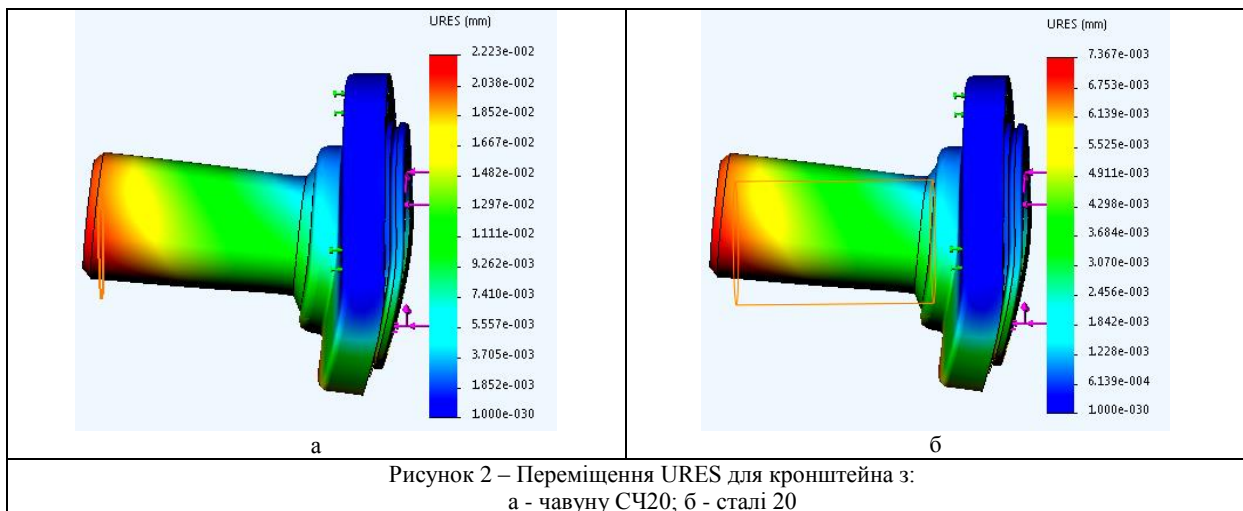
Для зручності навігації по моделі й задання зав'язків між параметрами надані інструменти допоміжної візуалізації засобами САПР. Система параметризації має достатній набір інструментів для складання як завгодно складної параметричної моделі й одержання на її основі виробу з необхідними значеннями розмірів, конструктивних, фізичних та інших параметрів.

Додатком цієї програми є SolidWorks Simulation [2], яку й використали для розрахунків. З бібліотеки SolidWorks вибрані аналоги чавуну СЧ20 та сталі 20 з границями міцності на розтяг 151,658 і 420,507 МПа відповідно. Параметри сітки та її відображення на деталі наведені на рис. 1.



Встановлено, що вузлові напруження Von Mises, переміщення URES (рис. 2) і деформація ESTRN для кронштейна з чавуну складають 32,506 МПа, 0,02223 мм і 0,0002591 мм, а для сталі – 32,17 МПа, 0,007367 мм і 0,00008683 мм відповідно, тобто в обох випадках не перевищують допустимих значень. При цьому мінімальний коефіцієнт запасу міцності для кронштейна з чавуну становить 3,421, а зі сталі – 10,93 (що очевидно, так як

кронштейн працює на розтяг, а відношення границь міцності на розтяг для сталі та чавуну становить 2,77). Тобто, з точки зору забезпечення міцності для виготовлення кронштейна заміна чавуну СЧ20 на сталь 20 є доцільною.



Висновок з аналізу рис. 2:

1. В результаті деформації найбільше переміщується лівий кінець кронштейна, що призводить до інтенсифікації зношування як кронштейна, так й відведення.

2. Переміщення (биття, радіальні коливання) лівого кінця - циліндричної шийки кронштейна, виготовленого зі сталі, у 3 р. менше, ніж виготовленого з чавуну; тобто можна прогнозувати зменшення інтенсивності зношування підшипника ковзання (пара сухого тертя кронштейн-відведення) у випадку застосування сталі 20 для виготовлення кронштейна.

Але як впливає зміна матеріалу на параметри зносу і чи припустима ця заміна з даної точки зору (знос – основна причина виходу з ладу механізму вимикання зчеплення) – наступний крок дослідження: визначали в умовах тертя ковзання без мастила дві пари тертя: чавун-чавун і чавун-сталь з математичною обробкою результатів експериментів (MathCAD).

Встановлено (не моделювалось биття), що середній ваговий знос чавуну в парі з чавуном складає 11,2 мг, а у парі зі сталлю - 12,4 мг, тобто зносостійкість пари чавун-чавун вища, ніж у пари чавун-сталь, приблизно на 11% (коефіцієнти тертя відповідно 0,21 і 0,24). Більш низькі значення коефіцієнтів тертя в парі чавун-чавун пояснюється тим, що в неї в контакті перебуває більша кількість графітових включень, ніж пари чавун-сталь. Графіт - це також мастило, а тому зі збільшенням його включень коефіцієнт тертя зменшується й, отже, збільшується зносостійкість чавуну. Для обробки експериментальних даних застосували апроксимацію степенним поліномом:

$$y_7(x) = a_{70} + a_{71}x + a_{72}x^2 + a_{73}x^3 + a_{74}x^4 + a_{75}x^5 + a_{76}x^6 + a_{77}x^7 = \sum_{j=0}^7 a_{7j} \cdot x^j$$

На рис. 3 наведений результат обробки даних зносостійкості.

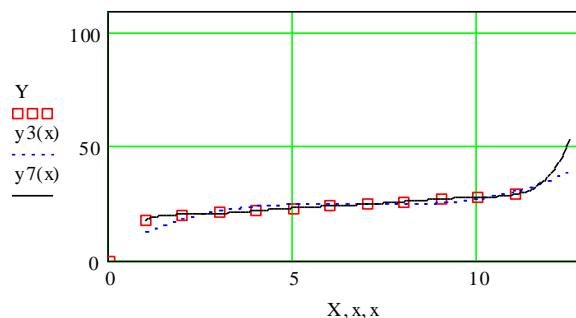


Рисунок 3 - Апроксимація експериментальних даних степенним поліномом

Так як дослідження зносостійкості проводилось без моделювання радіальних коливань у підшипнику ковзання (для кронштейна з чавуну воно становить 0,02223 мм), то можна рахувати, що заміна матеріалу кронштейна з чавуну на сталь незначно впливає на зносостійкість. А якщо врахувати, що чавунний кронштейн при ударних навантаженнях руйнується, то в умовах ремонтних майстерень можна рекомендувати виготовлення кронштейна зі сталі 20.

Список використаних джерел

1. Matt Lombard. SolidWorks 2010 Bible // Matt Lombard - Wiley, 2010. - 1179 p.
2. Randy Shih. Introduction to Finite Element Analysis Using SolidWorks Simulation 2011 // Randy Shih. - SDC Publications, 2011. - 451 p.