

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОВЕРХНЕВОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Б.І.Бутаков, доктор технічних наук

В.О.Артюх, магістрант

О.О.Анісімов, магістрант

Миколаївський державний аграрний університет

Підвищення зносостійкості деталей сільськогосподарської техніки за допомогою поверхневої пластичної деформації (ППД) є одним з перспективних напрямків оперативного впливу на роботоздатність сільськогосподарських машин [1]. Ефективність цього напрямку значною мірою визначається вибором оптимального режиму ППД.

Одним з технологічних показників техніко-економічної доцільності методу ППД є зносостійкість обробленої поверхні [2]. Одним із шляхів визначення зносостійкості є прискорені випробування.

Дослідження проводилися з метою порівняльної оцінки зносостійкості у вузлах тертя після ППД у порівнянні з різними видами обробки (шліфування, хонінгування, росточування), що в сільському господарстві широко застосовуються: 1) сталевий вал – бронзова втулка (підшипник ковзання); 2) поршень з гумовими ущільненнями – сталева гільза (гідроциліндр) [3].

Об'єктами дослідження є натурні зразки, які оброблені ППД та піддавалися іншим видам обробки (шліфування, хонінгування, росточування).

За контрольні зразки при випробуваннях використовували підшипники ковзання спряження сталевий вал та бронзова втулка, а також гідравлічний циліндр, спряження сталевий вал та гумове ущільнення.

Дослідження пари тертя вал-втулка було проведено на зразках: вал із сталі 40 діаметром 20мм, втулка – із олов'янистої бронзи Бр.ОЦС 8 – 21.

Сталеві зразки були оброблені за трьома варіантами: шліфований (шорсткість поверхні $Ra = 2,5\mu\text{м}$); обкатані роликками з

чистовим режимом при зусиллі $P = 1,25 \text{ кН}$, вибраному за методом [4], (шорсткість поверхні $Ra = 0,63 \text{ мкм}$); при $P = 10 \text{ кН}$ (шорсткість поверхні $Ra = 2,5 \text{ мкм}$). Поверхня втулок після розточування мала шорсткість $Ra = 2,5 \text{ мкм}$.

Методика випробувань. Випробування пари тертя виконувалося на машині тертя МЗ в режимі, що наближався до режиму роботи підшипника ковзання турбонадува трактора Т-150 (кружна швидкість 25 м/хв. , номінальне питоме навантаження 5 МПа); зразки змащувалися машинним маслом. Замірювання шорсткості та знімання профілограм поверхні проводилися на профілографі — профілометрі.

У парі поршень з гумовим ущільненням—стальна гільза було досліджено вплив методів обробки гільз на зносостійкість гумового ущільнення.

Випробування проводилися на спеціальних стендах, умови роботи були наближені до умов роботи гідравлічних циліндрів навіски трактора Т-150 в експлуатації. Для дослідження використовувалися гумові манжети по ГОСТу 6678 — 65. Обробка внутрішньої поверхні гільзи (сталь 40) діаметром 80 мм проводилися за трьома варіантами: розточуванням з параметрами шорсткості, $Ra = 3 \text{ мкм}$, $Rz = 12 \text{ мкм}$, розточуванням і шліфуванням ($Ra = 1 \text{ мкм}$, $Rz = 3,8 \text{ мкм}$), розточуванням і розкатуванням ($Ra = 0,8$, $Rz = 3 \text{ мкм}$). Режим розкатування визначали за методикою [4].

Результати випробувань. На рис.1 наведено графіки залежностей зносу зразків від шляху тертя, побудовані для шляху тертя до $L=9000 \text{ м}$ на основі випробувань 10 пар зразків, а в подальшому — двух пар зразків для кожного варіанта обробки.

Протягом перших двух годин випробувань ($L=3000 \text{ м}$) на робочих поверхнях сталевих шліфованх зразків і зразків обкатаних роликом при $P = 10 \text{ кН}$ спостерігалось намазування бронзи, що призвело на початку зношування до малого вагового зносу шліфованих зразків і навіть до збільшення ваги зразків, обкатаних при $P = 10 \text{ кН}$; на зразках обкатаних роликом с $P = 1,25 \text{ кН}$, намазування бронзи не спостерігалось.

Висота нерівностей обкатаної поверхні зменшилася у $1,5 - 1,8$ рази, а шліфованої — у $1,2$ рази. Зношування обкатаних поверхонь

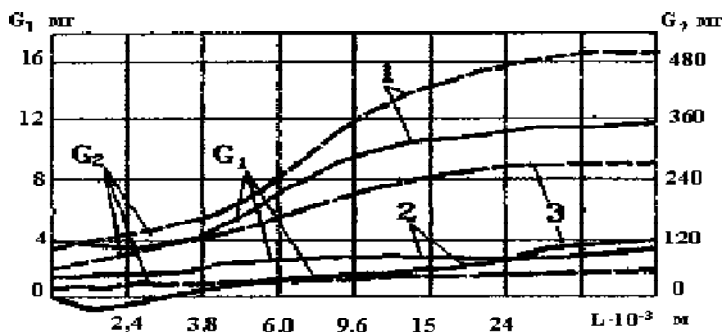


Рис.1. Зношування сталевих валів G_1 і працюючих з ними в парі бронзових втулок G_2 залежно від шляху тертя L :
 1 – вал шліфований; 2 – вал обкатаний роликом при $P = 1,25\text{кН}$;
 3 – вал обкатаний роликом при $P = 10\text{кН}$.

призвело до деякого зменшення радіусів r заокруглення вершин при майже незмінних кутах β профіля, а шліфованих — до збільшення як радіусів, так і кутів профілю. Аналіз характеру зміни опорної площі вказує, що на шліфованій поверхні при більш інтенсивному, ніж на обкатаній поверхні, зношуванні створюється нова шорсткість з висотою, що мало відрізняється від початкової. На обкатаних поверхнях шорсткість, що виникає при зношуванні, створюється за рахунок зглажування вершин виступів без значного розповсюдження шорсткості в шар, що знаходиться нижче зміцненого металу. Завдяки цьому різниця у величині опорної площі між шліфованою і обкатаною поверхнями в процесі їх зношування зростає ще більше.

Зношування бронзової втулки визначається, як бачимо із рис.1, в основному параметрами шорсткості працюючого в парі з ним сталевого вала. Так, найбільше зношування мали втулки, спряжені з шліфованим валом, рельєф поверхні якого характеризується порівняно з обкатаним валом меншими радіусами r заокруглення вершин виступів і великими кутами β профіля. У даному випадку зношування втулки збільшується, крім того, супроводжується шаржуванням шліфованої поверхні абразивними зернами. Найменше зношування мали втулки, спряжені з валами, що обкатані при $P = 1,25\text{кН}$.

У всіх випадках на поверхні втулок формується новий рельєф поверхні у вигляді того, що їх лінійне зношування багаторазово перевищує висоту нерівностей початкової поверхні. При цьому у випадку роботи з обкатаним валом різко збільшилися радіуси r заокруглення вершин і зменшилися кути β профілю. При роботі з шліфованим валом спостерігалось аналогічне явище, але ступінь зміни параметрів шорсткості втулок був меншим. В обох випадках, після випробувань, кривизна вершин нерівностей поверхні втулки була наближена до кривизни вершин на поверхні спряженого вала. Якщо кути профіля для втулки, працюючого в парі з шліфованим валом, стають приблизно однаковими з їх значеннями для вала, то для втулки, спряженої з обкатаним валом, спостерігалось більше згладжування вершин, що призвело до менших значень кута профіля на втулці, ніж на валу. Це зазначилося на створюванні більшої опорної площини поверхні втулок, працюючих в парі з обкатаним валом, чим і обумовлена їх більша зносостійкість.

Поршень з гумовим ущільненням — стальна гільза. Випробування показали, що зношування манжет, працюючих в контакті з розточеними або розточеними і шліфованими гільзами, значно більше, ніж працюючих в контакті з розточеними, а потім розкатаними гільзами. Особливо інтенсивно зношуються ці манжети в перший період роботи ($L = 10 - 15 \cdot 10^3$ м); продукти зношування манжет в цей період являють собою мілку гумову стружку, що зрізується гострими вершинами виступів нерівностей поверхні гільзи. Зазначимо, що зношування манжет, що працюють в розточених гільзах, стало дещо меншим, ніж в шліфованих, хоча останні мали меншу шорсткість поверхні. В гільзах розточених, потім розкатаних зношування манжет з самого початку їх роботи протікає рівномірно, продукти зношування манжет спостерігаються у вигляді забруднюючих масло частинок стирання гуми, а величина зношування у 5-10 разів менша, ніж в шліфованих гільзах. Періодичною перевіркою ущільнення встановлено, що падіння тиску з шліфованими і розкатаними гільзами відбувається на початку роботи ущільнень приблизно однаково, після $L \approx 20 \cdot 10^3$ м шляху тертя в циліндрах з шліфованими гільзами тиск протягом 3 хв. падає з 0,64 до 0,2 МПа, а в циліндрах з розкатаними гільзами навіть

через 40 хв. зберігається на рівні 0,24 МПа. Очевидно, що результати випробувань пари, що досліджується, також слід оцінювати в зв'язку з параметрами шорсткості гільз, оброблених різними технологічними методами. При цьому слід враховувати наявність на поверхні шліфованих гільз абразивних зерен.

На рис.2. показано профілограми поверхні гільз, підготовлених до випробувань. Після випробувань відбувається деяке зменшення висоти нерівностей поверхні розточених і шліфованих після розточування гільз; поверхні гільз, що оброблені розточуванням з наступним розкатуванням, не передбачала помітних змін в процесі роботи. Коефіцієнти тертя f на початку випробування складали для шліфованих зразків 0,127, а для зразків, обкатаних при $P = 1,25$ кН і $P = 10$ кН, відповідно 0,047 і 0,12. В подальшому коефіцієнт тертя досягнув мінімуму ($f = 0,016$) для зразків, обкатаних при $P = 1,25$ кН, — через 2 години ($L = 3000$ м), а при $P = 10$ кН — через 6-7 годин ($L = 10000$ м), для шліфованих зразків навіть не завершився. Як бачимо, припрацювання сталевих обкатаних зразків відбувається в декілька разів швидше, ніж шліфованих; при цьому зношування шліфованих зразків за значний період роботи в 3–3,5 рази більше, ніж обкатаних. Оскільки параметри шорсткості Ra шліфованих і обкатаних при $P = 10$ кН зразків однакові, то менше зношування останніх можна пояснити підвищеною твердістю і більшою опорною площею їх поверхні в результаті обкатування роликком.

Мінімальне зношування мали зразки, обкатані роликком при $P = 1,25$ кН; це обумовлено не тільки зміцнюючим ефектом, але і забезпеченням оптимальної шорсткості поверхні при даному методі обробки. Опорна площа поверхні обкатаних зразків у верхньому шарі в 1,5-2, а в нижньому шарі — в 1,1-1,2 рази більше, ніж шліфованих при відповідному збільшенні радіуса r заокруглення вершин виступів, та зменшення кутів β профіля у обкатаних поверхнях (див.табл.). Профілограми поверхонь зразків до та після випробувань наведено на рис.3.

При цьому збереглася значна різниця радіусів заокруглення вершин виступів шорсткості поверхні гільз, оброблених різними методами (див.табл.). Кути профіля посприяли створенню більшої опорної площі у розкатаних поверхнях.

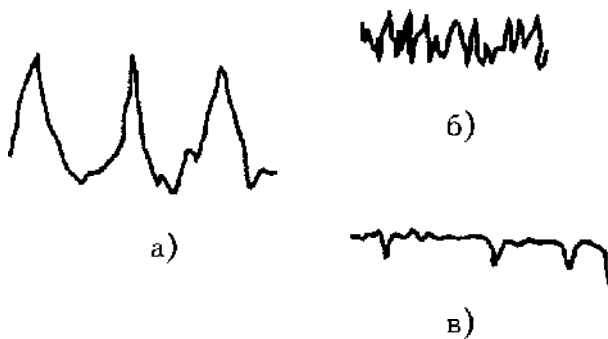


Рис.2. Профілограми поверхні гільз гідравлічних циліндрів, оброблених:
 а – розточуванням; б – розточуванням і шліфуванням;
 в – розточуванням і розкатуванням
 (по вертикалі X 1000; по горизонталі X 40)

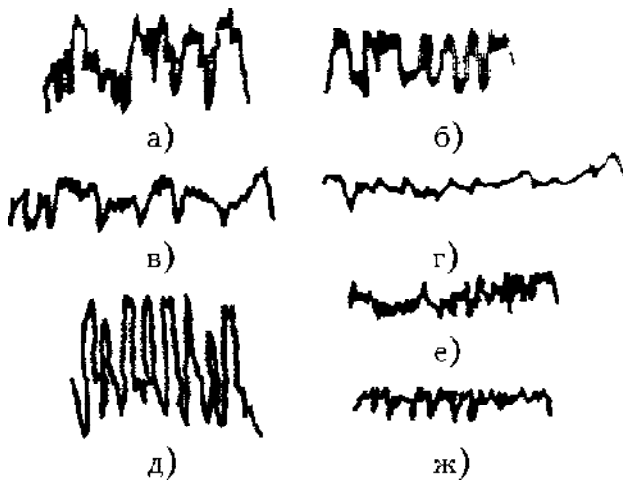


Рис.3. Профілограми поверхні зразків, що зняті до та після випробування
 (по вертикалі X 4000, по горизонталі X 40): а) і б) – валів сталених шліфованих до та після випробувань; в) і г) – валів сталених, обкатаних при $P=1,25\text{kH}$ до та після випробувань;
 д) – бронзових втулок до випробувань; е) і ж) – бронзових втулок, випробуваних в парі з шліфованим валом, а також з валом, обкатаним при $P=1,25\text{kH}$.

Таблиця

Параметри шорсткості поверхні вала, втулки і гільз

Зразок	Параметри шорсткості		Кут профіля, β	Радіус заокруглення вершин r , мкм
	R_a , мкм	R_z , мкм		
Вал сталевий: шліфований	1,8/1,5*	6,7/5,5	7/8	250/260
обкатаний при $P=1,25$ кН	0,9/0,5	3/1,8	5/5	800/700
Втулка бронзова	2,1/0,8 – 0,6	7,9/3,1 – 1,8	11/6 – 2	160/250 – 650
Гільзи:				
розточені	3/2,8	38272	15	150
розточені і шліфовані	1/0,9	3,8/3,4	15	70
розточені і розкатані	0,8/0,8	38049	9	850

*Чисельник – до випробувань, знаменник - після випробувань (для втулки перша цифра – після роботи з шліфованим валом, друга – після роботи з обкатаним валом).

Висновок. Проведені дослідження, в цілому, дозволяють зазначити, що підвищення зносостійкості спряжень тертя сільськогосподарської техніки методом ППД забезпечує більшу зносостійкість в порівнянні з наведеними вище методами обробки [5].

Доля ефекта в підвищенні зносостійкості наклепаного поверхневого шару, у відсутності процесу його зрізування, належить і залишковим стискаючим напруженням, що створюються в шарі в результаті пластичної деформації [6].

Підвищення зносостійкості деталей сільськогосподарської техніки за рахунок наклепа поверхневого шару [7] за рахунок підсиленої дифузії кисню, повітря в зміцнений метал, в якому створюються тверді хімічні з'єднання FeO , Fe_2O_3 і Fe_3O_4 , що характерні для окисневого зношування, що протікає з найменшою інтенсивністю. Попереднє зміцнення метала перешкоджає розвитку пластичної деформації деталей, підлягаючих тертю, що викликає холодне зварювання – схоплення і є найбільш інтенсивним видом зношування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Браславский В.М., Топычков В.В. Обкатка деталей роликами как средство повышения износостойкости. В кн.: Производство крупных машин. Вып. XIX / - М.: Машиностроение, 1969. – С.56 – 60.
2. Костецкий Б.И. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1979. – 318с.
3. Бутаков Б. И., Овчинников Ю.Г., Удодов А.Т. Повышение износостойкости подвижных соединений обкатыванием деталей роликами //Проблеми трибології. – 2003. – №2. – С. 209 – 214.
4. Бабей Ю.И., Бутаков Б. И., Сысоев В.Г Поверхностное упрочнение металлов. – М.: Наук. Думка, 1995. – 256 с.
5. Демкин Н.Б. Контактное шероховатых поверхностей. – М.: Наука, 1970. – 226с.
6. Школьник Л.М., Шахов В.И. Технология и приспособления для упрочнения и отделки деталей накатыванием. – М.: Машиностроение, 1964. – 184 с.
7. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин. – Киев: Техника, 1971. – 144 с.

УДК 631.363.636.085.5

ВИЗНАЧЕННЯ СУТТЄВИХ ФАКТОРІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ ШНЕКОВИХ ЗМІШУВАЧІВ СИПКИХ КОМПОНЕНТІВ

Ф.Ю.Ялпачик, кандидат технічних наук, доцент

В.О.Гвоздєв, асистент

Таврійська державна агротехнічна академія

Постановка проблеми. Змішування — механічний процес, що забезпечує рівномірний розподіл усіх компонентів по всьому обсягу суміші. У сільськогосподарському виробництві змішують зернові компоненти, насіння, різні сорти борошна, комбікорми і кормові суміші. Тому від ефективності роботи змішувача залежить у більшому ступені і якість одержуваної суміші. На ефективність змішування впливає величезна кількість важко враховуючих факторів, тому змішування варто розглядати як стохастичний (імовірнісний) процес, обумовлений насамперед технологічними, кінетичними, енергетичними і конструктивними параметрами змішувальних пристроїв [1].