

Гончар В.А.Хмельницький національний університет
м. Хмельницький, Україна**ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗРАЗКІВ З РІЗНИМИ
ВЛАСТИВОСТЯМИ В МОДЕЛЬНОМУ
АБРАЗИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

В сучасних умовах роботи сільськогосподарського виробництва все більшої актуальності набуває проблема створення нових високоефективних кормів з невисокою собівартістю. Дана проблема вирішується шляхом використання метода екструзії сировини на черв'ячних машинах з додаванням мінералів і отриманням кормів високої якості.

В наукових дослідженнях не завжди є можливість проводити випробування на знос деталей на реальних машинах, в зв'язку з їх великою протяжністю і матеріальними затратами. Тому з метою прискорення досліджень та зменшення матеріальних затрат проводиться моделювання тих чи інших умов роботи на експериментальних установках та стандартних машинах тертя. Екструдери для переробки фуражного зерна з різними добавками працюють в специфічних умовах[1].

Дослідження умов роботи вузла екструдювання зерна з добавками сапоніту показали, що процес відбувається в абразивному середовищі при тиску 5 - 10 МПа і температурі 140 - 160 °С. Абразивність середовища зумовлюється наявністю абразивних частинок в сапоніті та попадання піску в фуражне зерно при переробці [2]. Дослідження абразивних частинок мінералу сапоніту показали, що вони містять частинки кварцю округлої форми з розміром від 0,3 до 1 мм в кількості 0,26 % від загальної маси. Розподіл частинок за розмірами має нормальний закон. Твердість абразивних частинок складає 1000 - 1200 МПа.

В зв'язку з різними умовами роботи на гребенях витків і впадинах, бокових сторонах витків, нами застосовувалось дві установки для моделювання умов роботи, що максимально наближені до реальних. Поверхні впадин і бокових сторін витків контактують тільки з сировиною.

З метою дослідження процесу зношування в даних умовах нами розроблена модельна установка, що моделює ці умови роботи, і проведено відповідні дослідження [3].

На гребенях витків умови роботи дещо інші. Деформації шнека, перекося в зв'язку з несоосністю шнека і приводу, неточності виготовлення вузла екструдювання зумовлює безпосередні контакти поверхонь. При попаданні абразивних частинок в зазор між гребенями шнека і циліндром відбувається їх защемлення та руйнування поверхонь. Для моделювання цих умов роботи застосовуємо установку торцевого тертя [3].

Установка має вузол тертя, що приводиться в рух свердлувальним верстатом. Шпиндель верстата з'єднується з вузлом тертя за допомогою конуса Морзе № 2. Вузол тертя, конструкцію якого показано на (рис. 1), є універсальним і його можна застосовувати при випробуваннях як на тертя кочення, так і на тертя ковзання в різних середовищах, змінюючи при цьому лише пару тертя та метод кріплення. Зміною форми і розмірів зразків можна змінювати коефіцієнт перекриття та характер контакту в парі тертя.

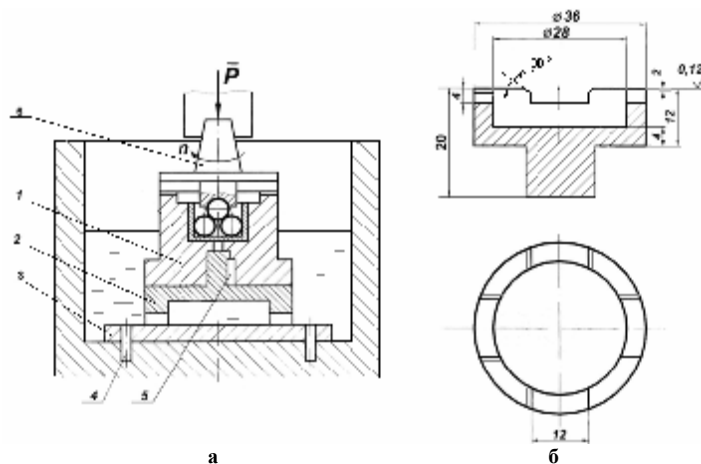


Рис. 1 – Схема кріплення (а) та конструкція зразка (б) при випробуваннях на тертя ковзання:
1 – оправка; 2 – зразок, що досліджується; 3 – контр тіло; 4 – штифт; 5 – шпонка; 6 – хвостовик

Зразок 2, що досліджується, конструкцію якого показано на рис. 1, б, закріплюється шпонкою 5 в оправку 1, де контактує з контртілом 3, що утримується штифтами 4. Модельний розчин подається в зону контакту. Конструкція зразка передбачає наявність пазів на поверхні тертя, що забезпечує різний коефіцієнт перекриття (в даному випадку 0,5). На кромках пазів знімаються фаски, що утворюють кут 30° з контртілом і забезпечують проникнення абразиву в зону тертя. Через кожні 15 хв. знімаємо оправку з закріпленим зразком вимірюємо знос на спеціальному пристрої з допомогою індикатора часового типу з точністю 1 мкм (рис. 2) і повторюємо дослід.

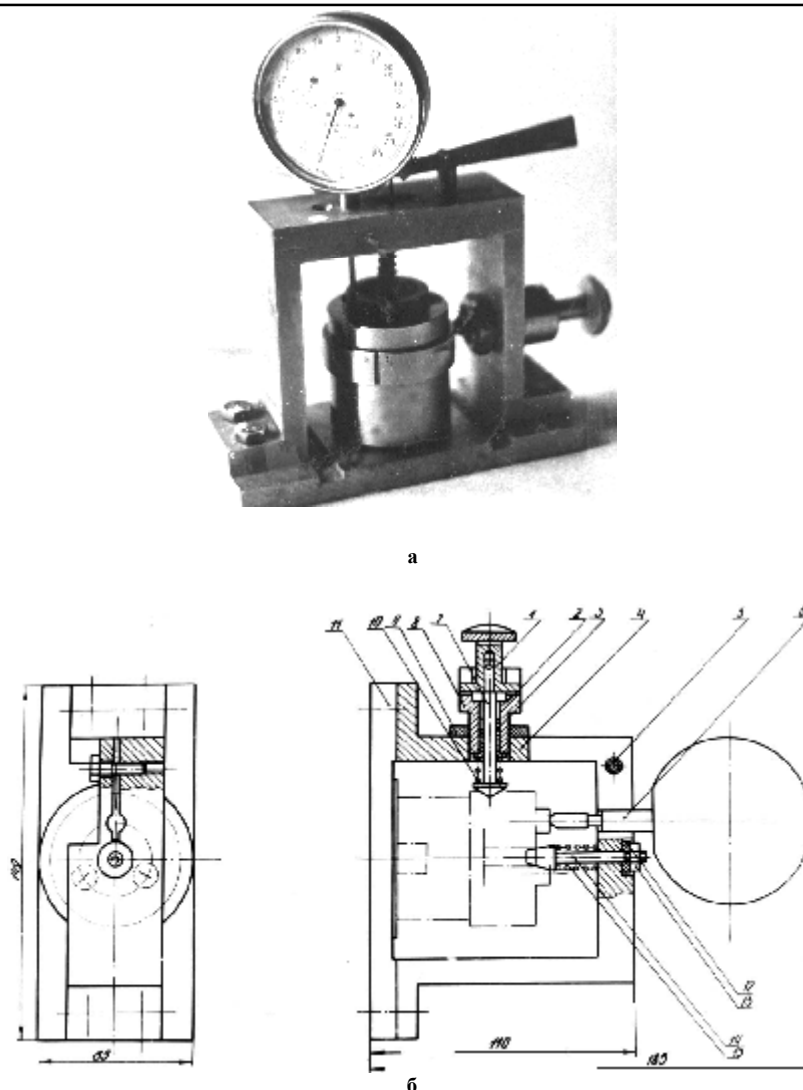


Рис. 2 – Пристрій для вимірювання зносу:

а – загальний вид; б – конструкція:

- 1 – рукоятка; 2 – упор; 3 – направляюча втулка; 4 – корпус; 5 – гвинт; 6 – вимірювальна головка;
 7 – фіксатор кутових переміщень; 8 – корпус фіксатора; 9 – контргайка; 10 – пружина фіксатора;
 11 – основа; 12, 13 – гайка і шайба; 14 – осьовий фіксатор; 15 – пружина осьового фіксатора

Випробування проводились в модельному розчині, що складається з муки, сапоніту та води відповідно в пропорції 9:1:8, при тиску на поверхні тертя 0,5 МПа і швидкості ковзання 1,37 м/с.

На даній установці проведені порівняльні дослідження на знос зразків із різних сталей (табл. 1), поверхня яких була зміцнена за різними технологічними режимами: іонного азотування, борування, гартування.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики зразків

№ з/п	Вид хіміко-термічної обробки (ХТО)	Матеріал зразків	Мікротвердість поверхні H_{100} , МПа		Товщина покриття, мкм
			до ХТО	після ХТО	
1	Борування	Сталь 45	2500	16560	47
2	Іонне азотування	38ХМЮА	2690	12050	300
3	Гартування	Сталь 45	2510	4580	-
4	Цементация	Сталь 20	2430	7500	600
5	Без обробки	Сталь 20	2430	2430	-

В табл. 2 і рис. 3 наведені результати порівняльних випробувань зразків з різними властивостями поверхні тертя.

Таблиця 2

Результати випробувань

№ з/п	Вид хіміко-термічної обробки (ХТО)	Матеріал зразків	Знос U , мкм та інтенсивність зношування $I \times 10^{-10}$									
			шлях тертя $L \times 10^3$, м									
			50		100		200		300		400	
			U	I	U	I	U	I	U	I	U	I
1	Борування	Сталь 45	10	2	15	1.5	30	1.5	60	2	142	3.6
2	Іонне азотування	38ХМЮА	15	3	18	1.8	35	1.8	55	1.9	96	2.4
3	Гартування	Сталь 45	30	6	45	4.5	82	4.1	125	4.2	170	4.3
4	Цементация	Сталь 20	18	3.6	23	2.3	45	2.4	70	2.5	118	3
5	Без обробки	Сталь 20	50	10	90	8.8	180	8.9	266	9.2	350	9.1

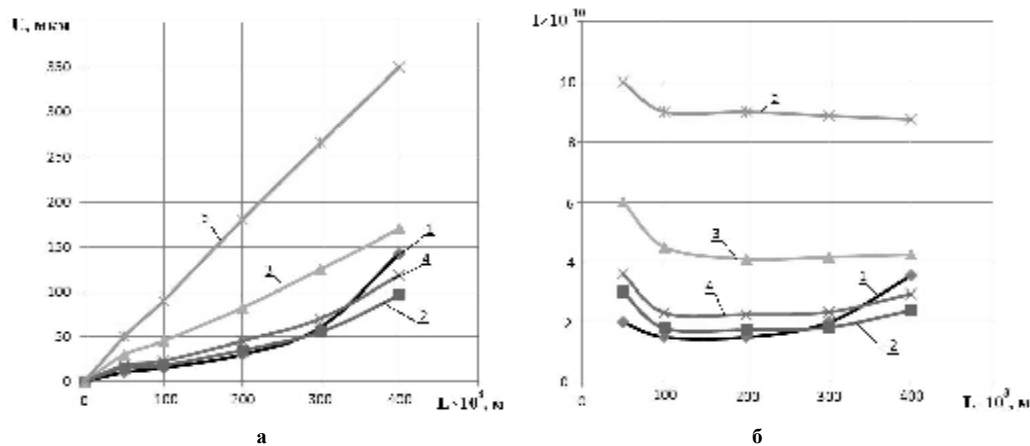


Рис. 3 – Залежність зносу U (а) і інтенсивності зношування I (б) від шляху тертя зразків з різною ХТО:
1– борування; 2–іонне азотування; 3– гартування; 4– цементация; 5– без обробки

Результати випробувань показали, що зносостійкість зразків в модельному абразивному середовищі прямопропорційна твердості поверхні тертя. Мінімальну інтенсивність зношування $0,02 \times 10^{-8}$ в початковий період мали боровані зразки в яких твердість складала 16560 МПа. Але після проходження шляху 300×10^3 м шляху тертя інтенсивність зношування борованого зразка різко збільшилась. Це обумовлено тим, що зміцнений шар мав малу товщину (47 мкм) і в структурі борованого шару містилась велика кількість мікротріщин, які привели до його руйнування в результаті викришування. При цьому продукти зношування діяли як абразив, збільшуючи інтенсивність зношування.

Після проходження шляху тертя 400×10^3 м найбільшу зносостійкість показали зразки з сталі 38ХМЮА після іонного азотування за режимом: температура 560 °С; тиск 240 Па; час дифузійного насичення 6 год.; середовище 75 % N_2 + 25 % Ag , яка в 2 рази менша в порівнянні з гартованою сталлю 45 і майже в 4 рази менша в порівнянні з сталлю 20 без термообробки. Це пояснюється тим, що азотований шар мав значно більшу товщину (300 мкм) і пластичність, а його структура містила значно менше дефектів в порівнянні з борованим зразком.

Таким чином, результати порівняльних досліджень показують, що іонне азотування є ефективною технологією для підвищення зносостійкості і довговічності сталей в умовах абразивного середовища, зокрема, в середовищі, яке моделює умови роботи екструдерів для переробки фуражного зерна з добавками мінералу сапоніту.

Порівнюючи результати експериментальних досліджень таких же зразків [3], що проводилися в аналогічних умовах на машині тертя, яка моделювала умови роботи екструдера, з результатами даних досліджень спостерігається їх кореляція. Це свідчить про те, що дана установка придатна для проведення випробувань в більш широкому діапазоні зміни умов тертя (навантаження, середовища, тиск).

Література

- 1 Черняев І.П. Технологія комбикормового виробництва. – М.: Агропромиздат. – 1985 – 255 с.
- 2 Каплун В.Г. Умови роботи та характер зношування екструдера при виготовленні комбикормів для тваринництва / В.Г. Каплун, В.А. Гончар // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – 2008. – № 3. – С. 44-47.
- 3 Каплун В.Г. Дослідження зносостійкості пар тертя в середовищі фуражного зерна з добавками мінералу сапоніту / В.Г. Каплун, В.А. Гончар // Проблеми трибології (Problems of Tribology) – 2011. – № 2. – С. 17-20.