

технічних обслуговувань. При цьому трудовитрати на технічне обслуговування в загальному балансі витрат на підтримання в працездатному стані сільськогосподарської техніки складають 45,4 %.

У зв'язку з цим ідея безрозбірного відновлення деталей тертя є актуальним завданням, здатним значно скоротити витрати як на ремонт, так і на технічне обслуговування, тому може бути ефективним в технічному сервісі сільськогосподарської техніки. Одним із способів безрозбірного відновлення деталей є застосування силікато-фулеренових композицій, виготовлення яких стало можливим завдяки досягненням нанотехнологій.

У Дніпропетровському державному аграрно-економічному університеті науково-педагогічними працівниками кафедри експлуатації машинно-тракторного парку, проблемної науково-дослідної лабораторії технічного сервісу машин сумісно з співробітниками науково-виробничої фірми «Маскарт» були проведені дослідження трибологічних властивостей геомодифікатора «Силікато-фулереновий склад для поверхонь тертя ТУУ 24.6-32350634-002:2011».

Залежність коефіцієнта тертя f_{TP} від тривалості досліду показує, що найменшу тривалість припрацювання мала трибосистема, що працювала в базовій оливі (зразок 1) – близько 2 годин; у зразку 3 – 6 годин і зразок 2 – 7 годин. Проте зразок 2 забезпечує мінімальний коефіцієнт тертя. Характерно, що протягом всього часу дослідів, після притирання значення f_{TP} мало стабільні значення і його коливання знаходились в межах похибки експерименту.

Температура в зоні контакту для всіх зразків була практично однаковою і знаходилась в межах похибки вимірювань. Найбільша різниця даного параметра була у зразків 1 і 2 та склала – 6,1 %. Очевидно, це пояснюється малими геометричними розмірами деталей трибосистеми і значним об'ємом змащувальної композиції (0,125 л), яка забезпечувала інтенсивне охолодження пари тертя.

Величина вагового зносу зразків вказує на наявність різних механізмів процесу зношування у трибосистемах. Так як єдиним змінним фактором при дослідженнях була формула змащувальних композицій, то наявність в ній складових і зумовлює протікання різних процесів тертя. Так, встановлено, що величина вагового зносу зразка, який випробовувався у базовій оливі зразка 1 у 2,6 рази вища, ніж у зразка 2 і у 5,8 разів у порівнянні зі зразком 3.

Порівнюючи значення коефіцієнта тертя f_{TP} і вагового зносу зразків 2 можемо бачити певні відмінності у кореляції. Тобто, при меншому значенні f_{TP} встановлене зростання зносу І. Причиною такої поведінки матеріалу може бути наявність дрібнодисперсної структури (на рівні нанорозмірів), що може знаходитись в зразку 2. Такі структури утворюють шар змащування між контртілами, що призводить до зменшення f_{TP} . Однак, якщо ці частки мають високу мікротвердість, то вони в процесі тертя починають інтенсивно зношувати робочі поверхні деталей трибосистем, діючи, як абразив.

Мікротвердість вимірювали на металевих зразках до випробувань та після випробувань змащувальних композицій. Встановлене суттєве зростання цього показника. Так, по відношенню до початкового значення мікротвердості (560 одиниць) після випробувань у базовій оливі зразка 1 мікротвердість зросла на 16 % (в 1,16 рази). А вже по відношенню до зразка 1 даний показник зріс на 48,4 % (в 1,72 рази) при випробуванні зразка 2 і на 44,6 % (в 1,67 разів) - при випробуванні для зразка 3.

Так як умови випробувань були ідентичні, то можна зробити висновок, що зразки 2 і 3 чинять зміцнюючу дію на робочу поверхню деталей трибосистем.

Встановлено, що змащувальні композиції мають значний позитивний вплив на зміну шорсткості поверхні. Так, застосування змащувальної композиції зразка 2 забезпечує зниження шорсткості робочих поверхонь деталей трибосистеми в 1,88 рази, а саме з 0,083 до 0,044 мкм. Використання композиції зразка 3 забезпечує зниження Ra у 1,56 рази. Причини зниження шорсткості є дві:

- припрацювання робочих поверхонь;

- пластична деформація мікропіків, заповнення складовими змащувальних композицій (у тому числі і в базовій оливі) та, як наслідок, утворення при терті суцільної або дискретної плівки з матеріалів, що забезпечують підвищену міцність поверхневого шару робочої поверхні деталей.

На основі проведених досліджень та отриманих результатів можна зробити такі висновки.

1. Змащувальні композиції зразків 2 і 3 мають кращі антифрикційні і протизносні властивості, ніж базовий зразок 1.

2. Змащувальна композиція зразка 3 забезпечує кращі властивості деталей трибосистем, що визначають макро- та мікрогеометрію спряжень і, як наслідок, забезпечує збільшення ресурсу. Встановлені відносні значення зменшення вагового зносу можуть корелювати з ресурсом виробів.

3. Змащувальна композиція зразка 2 забезпечує максимальне зменшення шорсткості поверхні та може бути використана в трибосистемах з високими вимогами до шорсткості робочих поверхонь.

УДК 631.33

РОЗРОБКА ТРИБОСИСТЕМИ ТИПУ «ПОЛІМЕРНИЙ КОМОЗИТ-СТАЛЬ» У СИСТЕМАХ КОПІЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ

Деркач О.Д., к.т.н., доцент;

Кабат О.С., к.т.н., доцент;

Макаренко Д.О., аспірант

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

До рівномірності глибини сівби ставляться високі вимоги. Так, при сівбі зернових культур максимальне відхилення від встановленої глибини не повинно перевищувати $\pm 17\%$. Тому для контролю глибини в сівалках передбачені системи копіювання поверхні ґрунту, так звані пантографи або паралелограмні системи [1, 2].

Аналіз конструкцій показав, що на нинішньому рівні технічного розвитку жоден вітчизняний (зокрема, ПАТ «Ельворті», ТОВ «Велес-Агро») і закордонні виробники високотехнологічних сільськогосподарських машин (John Deere, Gaspardo, Kinze) не застосовували принцип побудови і виробництва систем копіювання поверхні ґрунту, які не потребують технічного обслуговування (ТО).

Як правило, виробники застосовують металеві пари тертя типу «вал-втулка». Вони здатні витримувати значні навантаження, але за умови постійної наявності пластичних матеріалів.

Тому, наприклад, ТО рухомих з'єднань системи копіювання поверхні ґрунту посівного комплексу Агро-Союз Turbosem II 19-60 необхідно проводити через 48 годин наробітку. При цьому, тривалість обслуговування складає до 4 год. А це втрата до 90 годин виробничого часу за сезон [3].

Тому метою роботи є створення трибосистем для посівних машин, що не потребують обслуговування під час експлуатації.

Вирішення проблеми полягає в обґрунтуванні параметрів антифрикційних конструкційних пластиків. Проблема розробки і впровадження нових конструкційних пластиків в с.-г. машинобудуванні досліджувалась багатьма вченими, зокрема, такими як Абрамов Л. М., Буря А. В., Крейдлін Л. М., Климчук Ю. Ф., Цурпал І. А., Murgas M. [4-7] та багато інших. Досліджувалися процеси старіння пластиків [8] і методи їх термообробки [9]. Проте мета, яка ставиться нами, досягнута не була.

Для вирішення завдань, пов'язаних з розробкою і дослідженням властивостей нових композиційних матеріалів (КМ) у рухомих з'єднаннях посівних машин необхідно проводити такий комплекс робіт (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм створення трибосистеми (науково-технічної продукції)

На основі проведених розрахунків [3, 10] визначені реакції та навантаження, які виникають у вузлах тертя механізму копіювання поверхні ґрунту посівного комплексу «Агро-Союз Turbosem II 19-60». В подальшому необхідно обґрунтувати ПКМ, властивості якого максимально забезпечують функціональність систем копіювання поверхні ґрунту.

Для трибологічних досліджень використовували машину СМЦ - 2 за схемою тертя «диск-колодка». Температуру в зоні контакту вимірювали електронної терморпарою «Termometer 301 Type K».

Дослідження зразків на відносну абразивну стійкість проводили згідно ГОСТ 23.208-79 на спеціально підготовленому лабораторному обладнанні на базі машини тертя СМЦ - 2.

Для визначення відносної абразивної стійкості та коефіцієнта тертя поширених КМ досліджували шість марок високомолекулярних сполук (№ 1 – Nylon 66, № 2 – ПА-6-210КС, № 3 – РА6/6.6 R196-GF30, № 4 – Kocetal GF705, № 5 – Kocetal K300, № 6 – УПА-6-30), які могли б застосовуватись українськими виробниками с.-г. машин.

Дослідження коефіцієнта тертя f_{TP} показало (рис. 2), що його значення знаходиться в межах 0,163...0,491. На основі отриманих даних можна вважати, що матеріали за №№: 2, 5, 6 відносяться до антифрикційних (так як мають коефіцієнта тертя $f_{TP} < 0,3$), а зразки за №№: 1, 3, 4 є фрикційними матеріалами з помірно високим коефіцієнтом тертя.

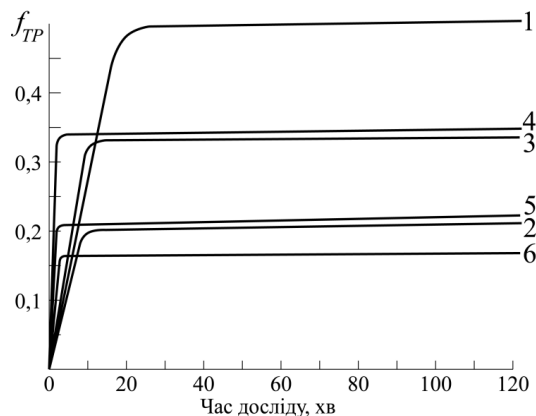


Рис. 2. Залежність коефіцієнту тертя при фрикційній взаємодії сталевого контр тіла із полімерними зразками від часу дослід

За результатами лабораторних досліджень відносної абразивної стійкості встановлено (рис. 3), що найвищу зносостійкість серед наведених зразків мають № 2 і 3 (група поліамідів), в яких даний показник вищий відповідно на 2,2 і 9,7 % ніж в №1 (Nylon 66) та на 22,5 % від найгіршого за значенням – зразок № 4 (Kocetal GF705).

Отже, зразки № 2 і № 3 за результатами лабораторних досліджень можна вважати як такі, що мають максимальну зносостійкість із запропонованих варіантів. Не рекомендується застосовувати в якості абразивостійких матеріалів зразки групи Kocetal. Виходячи з отриманих даних рекомендується до використання КМ УПА-6-30.

Полюві випробування відбувалися в с. Майське Дніпропетровської області на території ПрАТ «Агро-Союз» [11]. Посівним комплексом «Агро-Союз Turbosem II 19-60» укомплектованим експериментальними сошниками за період з квітня 2014 р. по жовтень 2016 р. виконаний обсяг роботи 17521 га. ТО проводили під час простоїв і знятті зі зберігання.