

НАДІЙНІСТЬ ТА ДОВГОВІЧНІСТЬ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Денисенко М.І.¹, к.т.н.,

Іващенко С.В.¹, інж.,

Лісовський Л.В.¹, інж.,

Дев'ятко О.С.², к.т.н.

¹*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

Постановка проблеми. Наука про надійність техніки вивчає закономірності зміни показників працездатності об'єктів з бігом часу, а також фізичну природу пошкоджень і відмов, і на цій основі розробляє методи, що забезпечують з найменшими витратами часу та засобів необхідну довговічність і безвідмовність роботи машин. У статті представлені сучасні уявлення про надійність і довговічність трибомеханічних систем сільськогосподарської техніки, розглянуто види і характеристики відмов машин, що визначаються трибологічними процесами.

Надійність машин – один з основних показників їх якості. Надійність, працездатність та довговічність трибомеханічних систем машин у значному ступені залежать від надійності та технічного стану деталей пар тертя. Специфічні особливості надійності машин наступні: процеси зміни функціональних параметрів машин випадкові; всі процеси створення та використання машин впливають на експлуатаційну надійність; фізичні закономірності, що визначають зміни характеристик машин, різноманітні та складні; у всіх закономірностях обов'язково діє фактор часу.

Якість деталей пар тертя у значному ступені визначається властивостями поверхневого шару матеріалу, з якого вона виготовлена. Поверхневі шари також протидіють зносу, корозії, тепловому та іншим видам впливів за технічної експлуатації.

Працездатність машин в першу чергу залежить від швидкості зміни параметрів їх технічного стану, стабільності та тривалості збереження цих параметрів в заданих допустимих межах. Перевищення хоча б одним параметром граничного значення означає порушення справності і працездатності машини. В ринкових умовах проблема підвищення якості, надійності, довговічності і ефективності сільськогосподарської техніки особливо актуальна.

Сільськогосподарська галузь гостро має потребу у високопродуктивних, надійних і економічних вітчизняних машинах, що дозволяють інтенсифікувати технологічні процеси виробництва та зростаючим вимогам системи «людина – машина – середовище». Надійність, довговічність і працездатність механічних систем сільськогосподарської техніки у значному ступені залежать від надійності і ефективності, технічного стану їх вузлів та пар тертя.

Мета дослідження розвиток і вдосконалення теоретичних основ надійності та довговічності технічних та біоенергетичних систем природокористування.

Основні матеріали дослідження. Сільськогосподарські машини складаються з великої кількості спеціальних деталей, збірних одиниць і робочих органів. Укрупнювання їх можливо класифікувати на сім груп:

1. Ходова частина;
2. Несуча система;
3. Механізми приводу та трансмісія;
4. Транспортуючі робочі органи (шнеки, транспортери, лапи і т.ін.);
5. Регулюючі робочі органи (леміші плугів, молотки кормодробарок, лапи культиватора, диски борін, сошники, фрези, ріжучі ножі, підкопуючі лапи);
6. Системи керування та підйому;
7. Деталі та збірні одиниці загального призначення (ланцюги, зубчасті редуктори, зірочки, муфти, карданні передачі).

Згідно теорії систем, структура системи характеризується елементами або деталями, їх необхідними властивостями, та їхніми взаємозв'язками. [1]. Трібомеханічна система визначається як ціле, функціональне призначення якої поєднано з взаємодіючими поверхнями у відносному русі. Найпростіша структура трібомеханічної системи складається з двох твердих тіл 1 та 2, що обмінюються механічними входами і виходами крізь поверхню розділу у ділянці їх контакту [2, стор.42].

Практично кожна машина або механізм являються фрикційними системами, тобто складаються з механічних підсистем та системи матеріальних точок, фізико хімічної та термодинамічної систем. У більшості випадків, надійність і довговічність пар тертя визначає техніко-економічні і екологічні показники всього механізму або машини, надійність та безпеку їх експлуатації, а у підсумку – їх конкурентоздатність.

Відомо, що надійність, як властивість механічної системи зберігати в часі працездатний стан, лімітується технічним станом її елементів – деталей та вузлів найбільш навантажених збірних одиниць, робочих органів, пристроїв і механізмів. Це зв'язано з тим, що ведучі процеси втрати їх працездатності – руйнування або недопустима

пластична деформація; множинна - і мало циклова об'ємна втома; безліч видів поверхневого руйнування деталей при терті, являються причиною відмов практично 100% технічних систем, що призводять до значних економічних втрат [3].

Дослідження процесів взаємодії робочих органів сільськогосподарських машин з матеріалами, що відбуваються за безпосереднього контакту двох тіл (робочий орган – середовище), частіше всього зводиться до визначення енергоємності і якості обробки. Ці завдання полягають у обґрунтуванні раціональних геометричних параметрів робочих органів, що повинні створювати мінімальну енергоємність та мати сталий технічний стан. [4].

Підвищення ресурсу і надійності пар тертя та робочих органів механічних систем сільськогосподарської техніки, в багатьох випадках визначається їх сумісністю, під якою розуміється здатність системи реалізовувати оптимальний стан за вибраними критеріями, і в заданому діапазоні умов технічної експлуатації.

Будь-яке рухливе спряження деталей агрегатів сільськогосподарської техніки треба представляти як сукупність окремих елементів, котрі є обов'язково у складі механічної системи з певним співвідношенням між ними, і представляють її структуру. (рис.1). Як бачимо зі схеми представленої на рисунку 1 технічної системи, вхідні характеристики, як правило, є зовнішні впливи, перетворюються у системі з ціллю реалізації свого функціонального призначення.

Ефективність будь-якої технічної системи можливо оцінити величиною втрат, котрі доцільно розділити на дві групи:

Втрати енергії на тертя, котрі приблизно можливо оцінити коефіцієнтом тертя:

$$f_{\text{тер}} = \frac{F_{\text{тер}}}{N} \quad (1)$$

Втрати матеріалу в результаті структурних змін і руйнування поверхонь тертя, величину котрих треба визначати інтенсивністю зношування:

$$J = \frac{\Delta h}{\Delta S} \quad (2)$$

де Δh – лінійний знос трибоелементів спряження, мкм;

ΔS – шлях тертя, м.

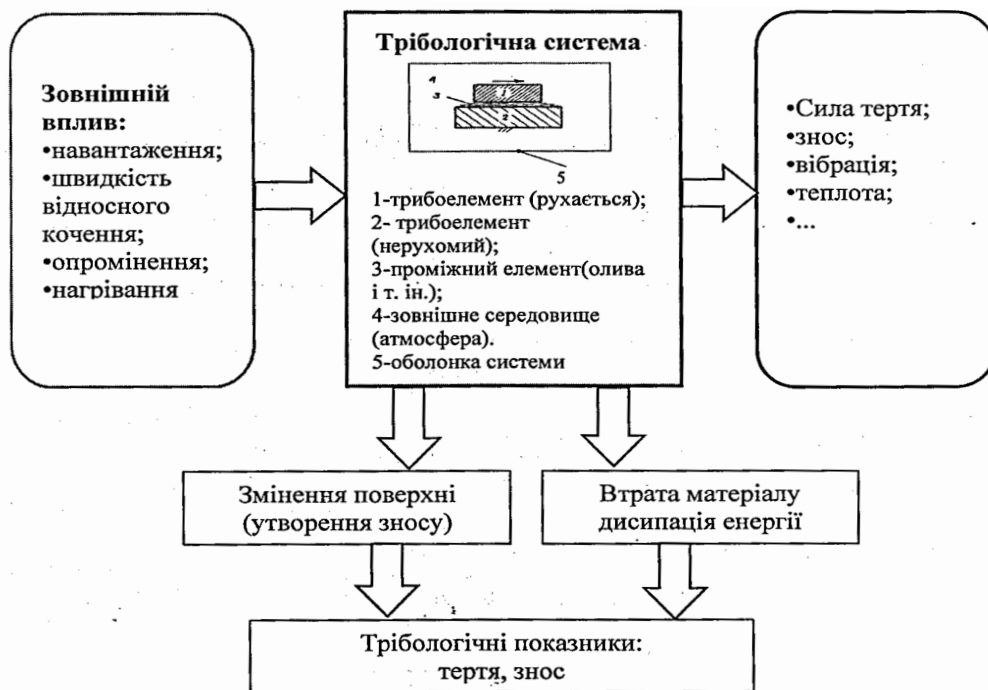


Рис. 1. Механічно – біоенергетична система

Головними елементами механічної системи являються поверхневі шари деталей і пар тертя. Відповідно основним положенням молекулярно-механічної теорії тертя та втомної теорії зносу у процесі спрацювання спряжених деталей в їх поверхневих шарах можливо відилити три основних групи реакцій пасивації твердих тіл: взаємодія з активними елементами середовища; взаємодія з матеріалами контртіла; внутрішня перебудова структури поверхневих шарів.

В результаті взаємодії активованих поверхневих шарів металу з активними елементами середовища – пасиваторами (киснем, сіркою, фосфором, хлором, азотом та інш.) утворюються нові однофазні або гетерофазні тонкоплівкові об'єкти, що отримали назву вторинних структур [5, ст.73]. Утворення вторинних структур відбувається у певному діапазоні режимів тертя за наявності динамічної рівноваги процесів активації і пасивації, та являється необхідною умовою для реалізації явища структурного пристосування матеріалів при терті.

Механохімічні процеси формування вторинних структур на поверхнях тертя обумовлені зовнішніми механічними впливами, природою матеріалів тертя та складом робочих середовищ. Розміри, геометрія розташування, внутрішня будова, хімічний і фазовий склади вторинних структур можуть бути різними. [5, ст.73].

Формування спрацьованої поверхні деталей і робочих органів машин відбувається в результаті підсумування різних за інтенсивністю та видами елементарних руйнувань, зміни механічних та фізико-хімічних властивостей поверхні деталі під впливом зовнішніх факторів. Розглядаючи причини механічних відмов треба виділити наступні головні фактори: 1) порушення правил технічної експлуатації; 2) втома;

3) надмірна деформація; 4) зношування; 5) корозія; 6) засмічення; 7) дефекти конструкції, виробничі недоліки та дефекти збірки.

Кожний елемент системи характеризується певними власними властивостями, котрі впливають на її структуру та формують властивості самої технічної системи (агрегатні властивості). Надійна робота сільськогосподарської техніки залежить від багаточисленних об'єктивних і суб'єктивних факторів, які знаходяться у надто складній залежності.

Об'єктивні фактори – це впливи зовнішнього середовища, механічні та інші зовнішні впливи (знос, старіння, зруйнування від втоми, локальне навантаження і таке інше). Суб'єктивні фактори - це фактори, котрі в основному залежать від людини: вибір елементів, що входять у виріб; вибір схеми і конструктивного рішення при проектуванні; вибір режимів нормальної експлуатації; організація технічного сервісу та ремонту машин.

Залежність надійності і довговічності машин від багаточисленних та різних факторів призводить до того, що поява відмов, а також зміна характеристик надійності становлять випадковий, стохастичний характер. Методи досліджень надійності засновані на тому, що відмова – випадкова подія, і для її попередження необхідно знати фізичні причини та закономірності утворення і її розвитку.

Результати досліджень дозволяють розробити комплекс заходів по забезпеченню працездатності деталей і спряжень механічних систем сільськогосподарської техніки на стадіях конструювання (К), виробництва (В) та експлуатації (Е); вибрати матеріали, що забезпечуватимуть задану довговічність деталей; обґрунтувати методи виготовлення деталей і режими їх обробки, а також періодичність проведення управлінських впливів в експлуатації, спрямованих на підтримку працездатності машини.

Робочі органи сільськогосподарської техніки постійно взаємодіють з оброблюваними матеріалами (компоненти кормів, продукти рослинництва, ґрунти, гноївка і ін.), а також зазнають навантаження, що мають особливості, виконуваних ними технологічних операцій, і знаходяться під постійним впливом зовнішнього середовища (абразивні частинки ґрунту, волога, кислоти рослин), що призводить до їх інтенсивного спрацювання. Враховуючи об'єктивні причини зносу деталей і робочих органів машин, наявність на більшості їх ріжучої крайки, і необхідність збереження заданих геометрії та розмірів на протязі всього терміну їх служби, можливо стверджувати, що зміцнення їх робочих граней, захист від небезпечних впливів оброблюваного матеріалу та факторів зовнішнього середовища завжди є актуальними завданнями.

При розробці механічних систем, найважливішими, з точки зору надійності і довговічності, являються вимоги простоти і раціональної компоновки основних вузлів, технологічності та ремонтопридатності

конструкції. В процесах зношування, втоми, корозійного, ерозійного і кавітаційного руйнувань важливе значення мають стан і властивості тонкого поверхневого шару деталей машин, від котрого залежить характер утворених вторинних структур, та розвиток явища структурного пристосування матеріалів в процесі експлуатації [6].

Висновки. Надійність технічних систем і довговічність робочих органів сільськогосподарської техніки може бути забезпечена шляхом вибору зносостійких матеріалів та інноваційних технологій, допустимих характеристик навантаження і середовища, розробкою оптимальних регламентів технічної експлуатації та досягнення високої якості технічного обслуговування і ремонту.

Надійність і довговічність механічних систем сільськогосподарської техніки визначається в основному збереженням розмірів їх елементів, якості поверхонь тертя, поверхневою міцністю тертьових спряжень. Контактна взаємодія деталей, що відбувається при терті, являється причиною погіршення експлуатаційних властивостей вузлів і агрегатів машин. Одним із основних факторів, що впливає на особливості зношування деталей і робочих органів, є форма (геометрія) їх робочих поверхонь, тобто конструктивний параметр. Авторами встановлено взаємозв'язок між зносом деталей і елементів технологічного обладнання машин АПК, та їх геометричних параметрів і властивостей міцності конструкційних матеріалів.

Список використаних джерел

1. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин: Навч.посіб. Держ.агроеколог.ун-т. Житомир, 2008. 420 с.
2. Чихос Х Системный анализ в трибонике. М.: «МИР», 1982. 351 с.
3. Анцупов А.В. Развитие теории прогнозирования надежности деталей машин // А.В. Анцупов., В.П. Анцупов. Магнитогорск, МГТУ; Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2014. №2. С.26–32.
4. Поверхностная прочность материалов при трении / Б.И. Костецкий, И.Г. Носовский, А.К. Караулов и др. Киев: Техніка, 1976. 292 с.
5. Костецкий Б.И. Задачи трибологии в машиностроении. Вестник машиностроения. 1989. №9. С.9–14.
6. Костецкий Б.И. Самоорганизация технических трибосистем. Надежность и долговечность машин и сооружений. К.: Наук.думка. 1989. №15. С.46–52.