

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА НАДІЙНІСТЬ КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Клименко М.П., к.т.н., доц.; Романченко В.М., к.т.н., доц.; Савченко В.Б., к.т.н., доц.; Концевич О.А., інженер; Вовк В.А., студ.; Бурцева Л.О., студ.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка.

В статті виконаний аналіз видів відмов і чинників, які впливають на надійність карданних передач сільськогосподарської техніки.

Працездатність і надійність карданної передачі сільськогосподарської техніки залежать від параметрів навантаження її карданних шарнірів. Основні положення статики, кінематики і динаміки карданних шарнірів наведені в роботах В.Я. Аніловича, А.Х. Беркера, А.Г. Пастухова та інш. [1-3].

Питання вирішення задачі розрахунку на статичну міцність елементів карданних шарнірів нерівних кутових швидкостей містять розгляд розрахункової схеми, визначення зусиль і реакцій в елементах карданних шарнірів при передачі крутного моменту, складання умов міцності і жорсткості при деформаціях зсуву, кручення і згину. Дослідження кінематики карданних шарнірів дозволили встановити, що при обертанні ведучого валу з постійною кутовою швидкістю, ведений вал обертається нерівномірно зі змінною кутовою швидкістю. Крім того, наявність великих мас агрегатів, розташованих за карданною передачею, призводить до створення значного опору і примушує карданний вал працювати при значних динамічних навантаженнях. Внаслідок цього виникає посилений знос деталей карданних передач. Динамічні дослідження карданних передач показали, що змінна швидкість обертання веденого валу одношарнірної передачі викликає кутові прискорення і інерційні навантаження елементів [1]. Величина крутного моменту від інерційних сил різко зростає із збільшенням швидкості обертання провідного валу.

В результаті аналізу динамічних навантажень в трансмісіях тракторів і сільськогосподарських машин методами електротензометрирування встановлено [3-5], що важливою складовою виникнення динамічних навантажень в карданних шарнірах є резонансні процеси при крутильних і згинальних коливаннях карданних передач. Вони створюються нерівномірністю роботи двигуна, параметричними коливаннями зубів шестерень, деформаціями ресорної підвіски при вертикальних і поздовжньо-кутових коливаннях машини та іншими зовнішніми чинниками.

В експлуатації термін служби карданних передач тракторів та сільськогосподарських машин обмежується порушенням працездатності шарнірів, яка значною мірою обумовлена неприпустимим збільшенням окружного, радіального і осевого зазорів в з'єднаннях «шип хрестовини - голчатий підшипник» і «корпус підшипника - отвір проушини вилки».

Основними видами руйнування для карданних підшипникових вузлів є втомне руйнування поверхонь кочення і абразивний знос (41 % випадків), утворення поздовжніх, часто похилих, вм'ятин, званих ефектом «ложного брінеллювання» (45 % випадків) і задрів по торцях. За даними випробувань сільськогосподарських машин на МВС виявлено [1], що 14% всіх відмов механічних приводів припадає на карданні передачі, з яких близько 60% - відмови карданних шарнірів. На надійність підшипникових вузлів впливають правильний вибір типорозміру карданних шарнірів, явища корозійного характеру, а також пошкодження поверхонь і полумки, які обумовлені грубими дефектами виробництва і експлуатації.

Аналіз стану деталей в процесі дефектації показав, що втомне викрушування і утворення вм'ятин з'являються тільки на одній стороні шипа хрестовини і суміжної поверхні обойми підшипника, які сприймають крутний момент при русі машин переднім ходом або при робочому напрямі обертання механізму сільськогосподарських машин і устаткування. Пошкодження утворюються на шипах в секторах кутів $150...160^\circ$ і обойми підшипника - $120...130^\circ$, а вм'ятини розташовуються на їх поверхні під кутом $6...7^\circ$ відносно твірної. Інші сторони шипів (в секторі $200...210^\circ$) і обойм підшипників (в секторі $230...240^\circ$), які сприймають навантаження тільки при обертанні карданного валу у зворотному напрямі, практично не мають слідів зносу [1-3]. Підтвердженням інтенсивного зношування карданних шарнірів може бути той факт, що мастильні пробки змащувальних каналів хрестовин, які відмовили, містять до 80% металу (залежно від напрацювання).

Аналіз динаміки зношування елементів карданних шарнірів свідчить про те, що в структурі зносу з'єднання «шип хрестовини - голчатий ролик - корпус підшипника» на частку шипа припадає 13...18 %, на частку голчатих роликів - 50...62 %, а на частку корпусу - 20...37 % [1-3].

Відомо декілька нехарактерних видів відмов карданних передач: утворення тріщин в донцях голчатих підшипників (обумовлене дією сил тиску торців шипів хрестовини на донця внаслідок дисбалансу карданних передач і значних кутів між осями валів); знос посадочних отворів проушин вилок під обойми роликів підшипників, що призводить до порушення умов роботи карданних підшипникових вузлів; несправності труб карданних передач (залишкові деформації і розкриття зварних швів під навантаженням унаслідок низької якості сталі, технології зварювання і експлуатації машин); збільшення зазорів в шліцьових з'єднаннях при експлуатації (унаслідок тертя при невиправдано великих переміщеннях у з'єднанні і недостатньої герметичності вузла) [3-4].

Таким чином, відмова карданних шарнірів є незалежною і відбувається з поступовим накопиченням пошкоджень, має явний характер і складну природу прояву, обумовлену дією конструктивних, технологічних і експлуатаційних чинників. В результаті аналізу відмов сільськогосподарської техніки встановлено, що їх значна кількість викликана такими чинниками як:

- недосконалість конструкції (порушення правил і норм проектування, низька якість матеріалів) - 43,7 %;

- порушенням технології виготовлення (низька технологічна дисципліна, технічні умови виготовлення і зміцнення) - 50,0 %;
- порушенням умов експлуатації (порушення періодичності і змісту робіт технічного обслуговування, низька кваліфікація обслуговуючого персоналу) - 6,3 %.

На підставі аналізу відмов карданних шарнірів виявлені найслабші елементи даної конструкції — несучі з'єднання «шип хрестовини - голчатий підшипник», «корпус підшипника - отвір провущини вилки» і «донце підшипника - кришка вилки». Таким чином, дані результати дозволяють надалі пропонувати заходи по коректуванню конструктивних параметрів і технологічного процесу виготовлення, а також умов і режимів експлуатації карданних передач сільськогосподарської техніки.

Відносно надійності карданних передач може бути використаний підхід, який описаний в роботах багатьох дослідників [3-6]. Для більш докладної характеристики надійності машини спочатку виділяють в ній узагальнені частини (двигун, трансмісія, ходова частина), потім досліджувану частину поділяють на вузли, виділяючи в них істотні відмови елементів і визначаючи їх показники надійності. Це дозволяє виявити найменш надійні вузли.

На підставі такого підходу виявлено, що карданні передачі відносять до агрегатів, відмови яких є лімітуючими для механічних трансмісій сільськогосподарської техніки, а хрестовина в зборі з підшипниками є вузлом, лімітуючим надійність карданної передачі, оскільки на її частку доводиться до 90 % всіх відмов вузла. Експлуатаційна надійність підшипникових вузлів карданних передач визначається терміном їх служби і ймовірністю безвідмовної роботи в межах цього терміну. Комплексною характеристикою цих двох параметрів є γ -відсотковий ресурс підшипникових вузлів, який визначається як термін, протягом якого за заданих робочих умов не менше γ -% підшипникових вузлів з групи працюють без появи ознак втомленості матеріалу на поверхнях кочення. За даними різних досліджень серед агрегатів механічної трансмісії сільськогосподарської техніки одним з якнайменше надійних є карданні передачі з шарнірами нерівних кутових швидкостей. Працездатність кожного карданного шарніра залежить від працездатності його підшипникового вузла. Тому ймовірність виходу з ладу шарнірів при 90 % надійності окремого підшипникового вузла в групі карданних шарнірів складає 65 %.

Узагальнюючи результати досліджень по всіх видах техніки можна відзначити, що необхідний ресурс трансмісій сільськогосподарської техніки завжди перевищує дійсний ресурс карданних передач. Даний факт свідчить про необхідність проведення ґрунтовного дослідження причин недостатньої працездатності карданних передач трансмісій сільськогосподарської техніки і розробки заходів щодо підвищення їх надійності.

Світове виробництво карданних шарнірів нерівних кутових швидкостей для автотракторного і сільськогосподарського машинобудування перевищує 90 % від загальної кількості шарнірів для всіх типів карданних передач, а для їх виробництва побудовані спеціалізовані заводи, оснащені автоматичними лініями. Тому підвищення надійності карданних передач

здатно забезпечити значний економічний ефект в сферах виробництва і експлуатації сільськогосподарської техніки.

Список використаних джерел

1. М.Н. Ерохин., Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2008. - 160с.

2. Проектирование универсальных шарниров и ведущих валов / А.Х. Беркер, И.Р. Вагнер, Н.В. Вебстер и др.: пер. с англ. Ю.В. Попова. - Л.: Машиностроение. Ленинград. Отд-ние, 1984. - 463с.

3. Анилович В.Я. К определению нагруженности трансмиссии тракторов Т-150К в эксплуатации по результатам измерения зазоров / В.Я. Анилович, А.М. Сигаев // Повышение эффективности сельскохозяйственных машин и орудий для растениеводства: сб.н.тр. МИИСП. - М., 1984. - С.38-44.

4. Забродский В.М., Топилин Г.Е., Стопалов С.Г. Повышение безотказности работы тракторов. – К.: Урожай, 1985. – 273 с.

5. Кугель Р.В. Эксплуатационная надежность тракторов. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 110 с.

6. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. - М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.

Аннотация

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ КАРДАНЫХ ПЕРЕДАЧ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Клименко Н.П., Романченко В.Н., Савченко В.Б.,
Концевич А.А., Вовк В.А, Бурцева Л.А.**

В статье выполнен анализ видов отказов и факторов, влияющих на надежность карданных передач сельскохозяйственной техники.

Abstract

RELIABILITY OF CARDAN TRANSMISSIONS WHICH HAS TECHNICIAN FOR EXPLOITATION IN AGRICULTURE

**N.Klymenko, V.Romanchenko, V.Savchenko, A.Koncevich,
V.Vovk, L.Burceva.**

In the article the analysis refusals of cardan transmissions and factors is executed which affect reliability of technique during exploitation in agriculture.