

# Механіка, машинознавство та електропостачання

УДК 62.233

Ю.В. Апьонкін, М.Л. Рябчиков

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

## НЕОБХІДНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ЛАНЦЮГОВИХ ПЕРЕДАЧ НА ОСНОВІ ДОСВІДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

*Проведений аналіз відмов сільськогосподарської техніки у зв'язку з роботою ланцюгових передач. Показано, що в умовах динамічних навантажень набуває значення побудова розрахункових моделей роботи ланцюгових передач в нестационарних режимах. Наведені методи розрахунку.*

**Ключові слова:** сільськогосподарська техніка, ланцюгові передачі.

### Вступ

Використання ланцюгових передач в машинобудуванні, зокрема в сільськогосподарському, пояснюється можливістю їх застосування при великих міжосьових відстанях, особливо сьогодні, коли майже вся сільськогосподарська техніка досягла своїх граничних лінійних розмірів (зокрема зернозбиральні комбайни), а також за рахунок переваг в порівнянні з іншими передаточними механізмами – відсутність проковзування, відносна компактність, менші навантаження на вали та підшипники, здатність передавати значні навантаження (до 5000 кВт), відносно великий ККД (близько 0,98). Поряд з перевагами, ланцюгові передачі мають ряд своїх недоліків – видовження ланцюга внаслідок спрацювання шарнірів, наявність перемінних прискорень, що викликають динамічні навантаження тим більші – чим менша кількість зубів на меншій зірочці, шумність роботи, потреба в мащенні.

В основних роботах [1] щодо конструювання наведені дані щодо розрахунків ланцюгових передач, що не завжди враховують динамічні навантаження на вузли сільськогосподарських машин.

Роботи, у яких досліджувались причини відмов сільськогосподарської техніки, [2 – 4].

**Мета роботи** – обґрунтувати необхідність удосконалення принципів створення ланцюгових передач сільськогосподарських машин на основі досвіду їх експлуатації.

### Основний матеріал

Не зважаючи на недоліки частка ланцюгових передач, скажімо в зернозбиральних комбайнах ДОН-1500, у порівнянні з пасовими передачами складає 45% (18 передач із 40), а це говорить про те, що надійність і працездатність машини залежить від стану і режимів роботи ланцюгових передач.

Для забезпечення необхідних показників роботи комбайни потребують значної кількості технічних і технологічних регулювань. Тому показниками

технічного стану зернозбиральних комбайнів можуть слугувати не тільки фізичні відмови – раптові, поступові або змішані, а й параметричні відмови, за яких має місце вихід параметрів технічних та технологічних регулювань за межі припустимих значень, тобто коли робота комбайнів вважається не якісною або неприпустимою. До параметричних відмов можна віднести граничний знос ланцюгів і зірочок, що призводить до їх скидання.

Робота зернозбиральних комбайнів має сезонний характер – як правило від 250 до 800 год. на рік, до того ж їх робота вузькоспеціалізована і якщо відповідним чином їх не підготувати і підчас роботи не забезпечувати оптимальні експлуатаційні параметри, то строк служби машин суттєво знижується.

Найболючішою проблемою для пересічних власників комбайнів є їх надійність. Через кожні 25 – 30 год. роботи доводиться усувати поломки у занадто дорогі часи жнив. Простої комбайнів з цих причин сягають до 10 год. на кожну відмову.

Багаторічними дослідженнями встановлено, що руйнування ланцюгових передач є однією з найбільш частих причин простоїв комбайнів. Систематизація повторюваності дефектів ланцюгів вказує, що найбільше причинами їх поломки можуть бути – корозія, порушення шарнірності, знос внутрішніх пластин, розвальцьовка втулок (табл. 1).

Експериментальними дослідженнями виявлено, що ланцюгові передачі зношуються й часто руйнуються в зоні з'єднувальних ланок, які мають неоднакове витягування сторін, в результаті чого виникає перекид і розрив ланцюга. Цьому сприяють порушення плавності ходу й поява ударних навантажень при послабленні ланцюгів.

Аналіз номенклатури відмов показує, що більш 50% відмов припадає на поступові відмови, які по характеру прояву можна поділити на наступні категорії: послаблення кріплень, граничне витягування гнучких передач, регулювання, втомлюване руйнування, знос. У дослідженнях автор виявив, що най-

більш інтенсивний ріст відмов ланцюгів припадає на період напрацювання 10 – 13 год. (15 – 45 м.год.) та 50 – 70 год. (75 – 105 м.год.).

Таблиця 1

Розподіл дефектів вибракуваних ланцюгів з кроком 19,05 мм

Найменування дефекту	Кількість випадків (%)
Корозія	37 (19,22)
Повна корозія	28(14,51)
Порушення шарнірності: – часткове	29 (15,02)
– повне	24 (12,41)
Обрив пластин: – внутрішніх	4 (2,07)
– зовнішніх	1 (0,52)
Знос внутрішніх пластин: – по ширині	23 (11,91)
– по товщині	13 (6,74)
Руйнування: – роликів	4 (2,07)
– втулок	3 (1,55)
Розвальцювання втулок	13 (6,71)
Знос: – отворів	6 (3,10)
– валиків з торця	4 (2,07)
– зовнішніх пластин	4 (2,07)
Загальна кількість досліджених ланцюгів:	193 (100)

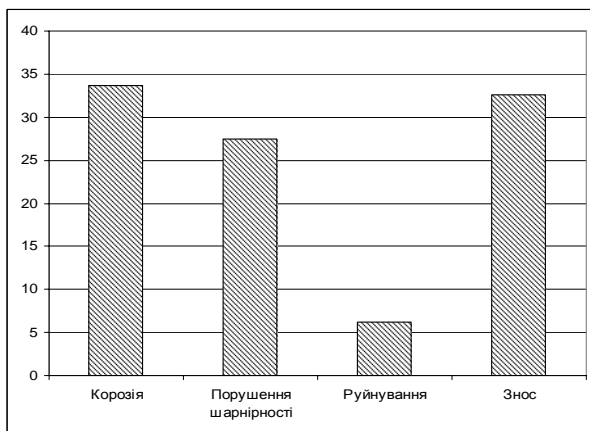


Рис. 1. Розподіл дефектів вибракуваних ланцюгів

За результатами випробувань машино дослідних станцій встановлено, що доля повторюваних відмов механічних передач комбайна ДОН-1500 1982 року випуску склала 12%. Щоденна перевірка натягу ланцюгових передач комбайнів показала, що вони повинні підлягати щоденному контролю і регулюванню. Аналіз комбайнів ДОН-1500Б в 1990-1997 р.р., що досліджувались на приймальних випробуваннях машино дослідних станцій, дослідних зразків, серійних та зразків підвищеної надійності показав, що доля відмов механічних передач склала 22 – 26%.

У 2002 році аналогічні дослідження проводив Александровський [2], під його спостереженням перебувало 198 комбайнів в господарствах Ліпечь-

кої області, республік Башкортостан та Чувашії. В перший рік експлуатації трапилось 544 відмови і основна їх частка припадає на механічні передачі 58,8 (10,2%), з них відмови ланцюгових передач – 4,1% , пасових – 6,1%.

Розрахунки показали, що потрібні напрацювання на відмову механічних передач, що забезпечують середнє напрацювання на відмову комбайна ДОН до 30, 50, 100 год. повинні бути 200, 500, 1000 год. відповідно. Сьогодні час напрацювання на відмову механічних передач сучасних сільськогосподарських машин складає 8- 300 м.год. , ланцюгових передач – 21 – 274 м.год., відповідно технічний сервіс та умови експлуатації відкритих передач потребує особливої уваги.

Аналіз номенклатури відмов нових зернозбиральних комбайнів ДОН-1500Б, що проходили випробування на ФГУ «Кубанская МИС» в період 2000-2005 р.р. показує, що середній показник безвідмовності механічних передач складає 11,2%.

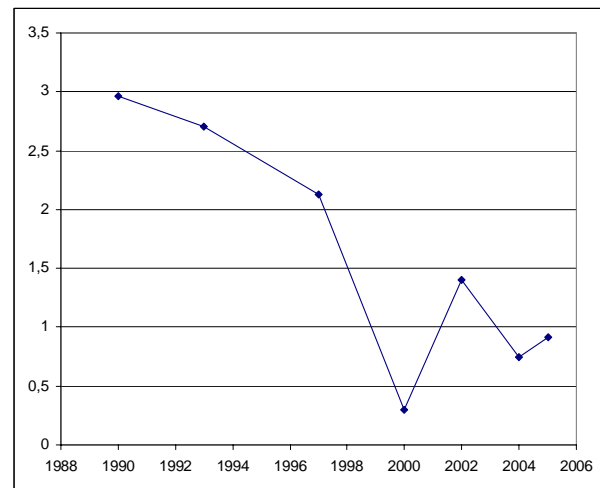


Рис. 2. Показники безвідмовності агрегатів і ланцюгових систем зернозбиральних комбайнів ДОН-1500Б

Середнє напрацювання на відмову відносно надійного комбайна ДОН-1500Б не перевищує 50 год. (35 м.год.), інших – СКД-6 «Снісей», СК-5 «Нива», трішки нижче і складає 40 год. (28 м.год.). Аналіз матеріалів випробувань комбайнів ДОН-1500Б в умовах машино випробувальних станцій показав, що при напрацюванні 514 м.год. їх безвідмовність лімітують жниварка – 35%, ремені й ланцюги – 37% (рис. 3).

Динаміка відмов зернозбиральних комбайнів у звичайних умовах експлуатації показує, що відмови обумовлені конструктивними недоліками, недотриманням і недосконалістю технологічних процесів виробництва, недотриманням правил експлуатації. Фактори конструктивного, виробничого та експлуатаційного характерів взаємопов'язані, діють одночасно і тому виділити фактор під дією якого виникла відмова найчастіше дуже складно. Тому можна говорити лише про переважання дії того чи іншого факторів.

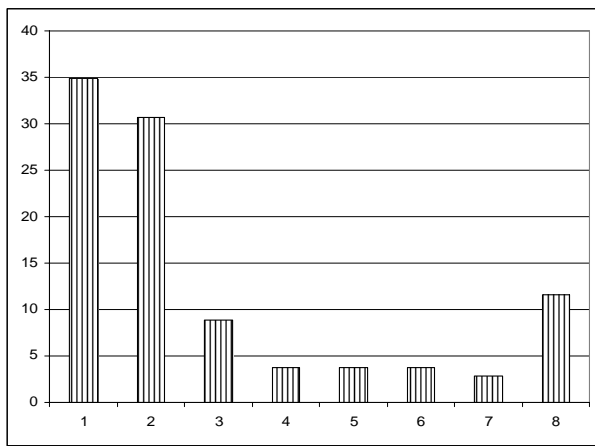


Рис. 3. Розподіл відмов вузлів, агрегатів і систем комбайна ДОН-1500Б при напрацюванні 720 га або 514 м.год.: 1 – жниварка; 2 – механічні передачі (ремені, ланцюги); 3 – гідросистема; 4 – транспортуючі пристрої; 5 – похила камера; 6 – трансмісія; 7 – двигун; 8 – інші агрегати

Розподіл відмов, за причинами виникнення, виглядає наступним чином: конструктивні – 14,0%, виробничі при виготовленні – 44,9%, експлуатаційні – 39,6%, не встановлені – 1,5%. По агрегатах і системах, на які припадає основна частка відмов, цей розподіл має вигляд:

- 1) механічні передачі: конструктивні – 20,8%, виробничі-50,6%, експлуатаційні-27,6%;
- 2) жниварка: конструктивні – 12,0%, виробничі – 17,4%, експлуатаційні –70,6%;
- 3) агрегати гідросистеми: конструктивні – 22,7%, виробничі – 72,7%.

За результатами державних періодичних досліджень зернозбиральних комбайнів на машинодослідних станціях востаннє дослідження зносів втулочно-роликів ланцюгів проводилось в 1982-1984 р.р.

Аналіз вимірювань зносу привідних ланцюгів показує, що він досягає 1 – 3% при напрацюванні 300 – 400 га. На сьогоднішній день значне скорочення парку сільськогосподарської техніки пояснює збільшення сезонного напрацювання до 600 – 1300 га в розрахунку на один комбайн. Це обумовлює значне скорочення строку служби передач зернозбиральних комбайнів. З цієї причини виявлення закономірностей процесу зношування втулочно-роликів ланцюгів зернозбиральних комбайнів в

залежності від умов і режимів експлуатації є одним з пріоритетних завдань роботи.

На сьогоднішній день пропонуються наступні види розрахунків ланцюгових передач: Перевірочний розрахунок на зносостійкість шарнірів ланцюга, розрахунок ланцюга по запасу міцності, Розрахунок ланцюга на довговічність у зносостійкості шарнірів, обмеження числа ударів ланцюга, оцінка критичної частоти обертання.

В умовах динамічних навантажень набуває значення побудова розрахункових моделей роботи ланцюгових передач в нестационарних режимах, що зводиться до розв'язання диференціальних рівнянь вигляду

$$A_{11}\ddot{\varphi}_1 + A_{12}\ddot{\varphi}_2 + A_{13}\dot{\varphi}_1 + A_{14}\varphi_2 = B_1 \sin \frac{nK}{60} t .$$

На сьогоднішній день значне скорочення парку сільськогосподарської техніки пояснює збільшення сезонного напрацювання до 600-1300 га. в розрахунку на один комбайн. Це обумовлює значне скорочення строку служби передач зернозбиральних комбайнів. З цієї причини виявлення закономірностей процесу зношування втулочно-роликів ланцюгів зернозбиральних комбайнів в залежності від умов і режимів експлуатації є одним з пріоритетних завдань роботи.

### Список літератури

1. Учаев П.Н. Расчет роликowych приводных; цепей на долговечность / П.Н. Учаев // Вестник машиностроения. – 1974. – С. 42-46.
2. Учаев П.Н. Повышение нагрузочной способности шарнирных соединений / П.Н. Учаев, В. Цыганов // Динамика и прочность машин: респ. межвед. научн. техн. сб. – Х.: Вища школа, 1989. – Вып. 50. – С. 27-31.
3. Александровский И.А. Повышение эксплуатационных показателей комбайнов «Дон-1500Б» на основе совершенствования их технической эксплуатации»: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Александровский Иван Александрович. – М., 2002. – 210 с.
4. Войтюк В. Концептуальные подходы к созданию и усовершенствованию сельскохозяйственной техники / В. Войтюк, А. Демко // Техніка АПК. – 2005. – № 8. – С. 14.
5. Комбайны самоходные зерноуборочные «ДОН-1500» и «ДОН-1200». Техническое описание инструкция по эксплуатации. – ПО «Ростсельмаш», 1985. – 438с.

Надійшла до редколегії 15.12.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Я. Мовшович, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

### НЕОБХОДИМОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАСЧЕТОВ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ НА ОСНОВЕ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ю.В. Апенкин, М.Л. Рябчиков

Проведен анализ отказов сельскохозяйственной техники в связи с работой цепных передач. Показано, что в условиях динамических нагрузок приобретает значение построение расчетных моделей работы цепных передач в нестационарных режимах. Приведены методы расчета.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, цепные передачи.

### NECESSITY OF IMPROVEMENT OF CALCULATIONS OF CHAIN-DRIVES ON BASIS OF EXPERIENCE OF EXPLOITATION OF AGRICULTURAL TECHNIQUE

Yu.V. Apenkin, M.L. Ryabchikov

The analysis of refusals of agricultural technique is conducted in connection with work of chain-drives. It is shown that in the conditions of the dynamic loadings the construction of models of calculations of work of chain-drives acquires a value in the unstationary modes. The methods of calculation are resulted.

**Keywords:** agricultural technique, chain-drives.