

## УДК 62-585.1

**Г.П. Бондаренко, канд. техн. наук**

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

# Працездатність дисків тертя тракторних коробок передач з перемиканням під навантаженням

Розглянуто особливості функціонування в експлуатації робочих поверхонь дисків тертя з металокерамічними поверхнями в багатодисковій фрикційній муфті тракторної коробки передач.

**граничні розміри, диски тертя, закономірності зношування, ресурс робочих поверхонь дисків, тракторні коробки передач**

Багатодискові фрикційні муфти, що застосовуються в коробках передач тракторів Т-150 і Т-150К з початку 1970-х років, в даний час використовуються в нових моделях тракторів харківського тракторного заводу, Слобожанською Промисловою Компанією, Сімферопольським ремонтно-механічним заводом без зміни конструкції. Основними елементами фрикційної муфти, які передають крутний момент від шестерень на барабан фрикціона, є ведучі диски з напеченими металокерамічними поверхнями тертя. Для оцінки працездатності дисків тертя в нових конструкціях будуть цікавими дані про закономірності зношування робочих поверхонь згаданих дисків, що наведені в цій статті.

Дослідження довговічності гідропідтискних муфт коробок передач тракторів Т-150К для розроблення заходів щодо забезпечення необхідного рівня надійності виконувались досить глибоко і результати опубліковані [1,2]. Але дані, що стосуються робочих поверхонь ведучих дисків, тут не деталізуються.

Робочими поверхнями, від стану яких залежить працездатність дисків, що розглядаються, є поверхні шліцьових пазів під шестерні вторинного вала коробки передач і поверхні тертя, які контактують з поверхнями тертя ведених дисків. В експлуатації параметри цих поверхонь будуть змінюватись від початкових (вихідних) до граничних, визначаючи таким чином ресурс диска до втрати ним працездатності [3].

Величина зносу поверхонь шліцьових пазів в процесі роботи оцінюється зміною довжини загальної нормалі, початкове значення якої згідно з кресленням 150.37.550 дорівнює  $59,25^{+0,025}_{+0,017}$ . Спряження буде працювати в розрахунковому режимі до того часу, поки величина зносу не стане дорівнювати половині відстані між шліцьовими впадинами –  $2,06 \pm 0,02$  мм (постільки зношення поверхонь шліцьових пазів проходить на обидві поверхні пазів) і почнеться зменшуватись площа контакту поверхонь шліцьового з'єднання диска і шестерні. Тоді граничне значення довжини загальної нормалі буде дорівнювати  $61,31^{+0,27}_{+0,15}$  мм.

Розрахункові режими роботи поверхонь тертя на диску будуть зберігатись до того часу, поки із-за зносу не зникнуть канавки на цих поверхнях. Початкова глибина цих канавок дорівнює  $0,3^{+0,05}_{-0,1}$  мм. Якщо таких канавок не буде, то поверхні тертя дисків

не зможуть передавати крутний момент із заданим коефіцієнтом запасу, оскільки продукти зносу можуть попадати між поверхнями сусідніх дисків, замість того, щоб накопичуватися в канавках.

Закономірність зношування робочих поверхонь деталей в експлуатації характеризують рівняння зносу цих поверхонь. Для поверхонь дисків, які розглядаються, як апроксимуюча зміну величини зносу від наробітку прийнята функція виду [4]:

$$u(t) = m_v t^\alpha, \quad (1)$$

де  $u(t)$  – середня величина зносу, мм;

$m_v$  – середнє значення показника швидкості зміни величини зносу, мм/мото-год;

$t$  – величина наробітку, мото-год;

$\alpha$  – показник ступеня.

В даному разі показник приробітку прийнятий таким, що дорівнює нулю.

Вихідними даними для визначення складових рівняння (1) були середня максимальна величина зносу поверхонь дисків, що розглядаються,  $u_j$   $j$  – коробки передач, деталі якої мікрометрувались, і її наробіток  $t_j$  до проведення мікрометражу.

Середня максимальна величина зносу визначалась за формулою:

$$u_j = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^{i=a} u_i, \quad (2)$$

де  $a$  – кількість дисків у півмуфті (чотири, або п'ять);

$u_i$  – максимальна величина зносу, яка зареєстрована в процесі мікрометражування  $i$ -го диска півмуфти, яка розглядається, мм.

Визначення складових рівняння (2) полягало у встановленні методом найменших квадратів показника степеня  $\alpha$  і середнього значення показника швидкості зміни величин зносу  $m_v$  за відомого наробітку.

Весь діапазон наробітків коробок передач, деталі яких мікрометрувались, розбивався на 7 інтервалів і для кожного інтервалу знаходилась середня величина зносу і середній наробіток.

Мікрометрувались диски 150.37.074 двадцяти двох коробок передач з наробітком в умовах рядової експлуатації від 1620 до 6470 мото-год. (табл. 1). Вимірювалась товщина диска і довжина загальної нормалі його шліцьових пазів під шестерню вторинного вала коробки передач. Величина зносу визначалась як алгебраїчна різниця між середнім (в межах допуску на виготовлення) розміром за робочим креслеником і вимірною величиною під час мікрометражу. Товщина диска вимірювалась мікрометром МК 25–2, довжина загальної нормалі – штангенциркулем ШЦ-1-125-0,1.

З врахуванням описаних критеріїв граничного стану ресурс робочих поверхонь, що мікрометрувались, визначався за залежністю [4, с.64]:

$$T_i = t_j \left[ \frac{u_n}{u_{ji}} \right]^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (3)$$

де  $T_i$  – ресурс  $i$ -го диска, мото-год.;

$u_n$  – гранична величина зносу поверхні, яка розглядається, мм;

$u_{ij}$  – величина зносу  $i$ -го диска  $j$ -ої коробки передач з наробітком  $t$ , визначена за результатами мікрометражу, мм.

Таблиця 1 - Дані про наробіток тракторів до моменту проведення мікрометражу деталей фрикційних муфт

№ з/п	Заводський номер трактора	Наробіток до першого ремонту, мото-год.
1	2	3
1	58141	1620
2	30900	1795
3	124587	2350
4	64509	2461
5	4150	2692
6	71340	2815
7	60858	2945
8	58143	2970
9	67977	3276
10	64484	3333
11	67871	3545
12	92285	3700
13	58165	3745
14	72493	3824
15	72479	4387
16	51099	4490
17	69483	5163
18	64508	5217
19	50971	5458
20	58108	6046
21	13729	6295
22	6128	6470

Оскільки граничні величини зносів поверхонь, які розглядаються, є випадковими величинами з певними полями розсіювання, для розрахунку за залежністю (3) в кожному окремому випадку величина  $u_n$  визначалась методом Монте-Карло з використанням таблиці випадкових чисел, розподільних за нормальним законом [5]. Поле розсіювання приймалось рівним полю допуску на виготовлення, а середньоквадратичне відхилення математичного сподівання - одній шостій частині поля розсіювання. Статистичні характеристики ресурсу розраховувались за загальноприйнятими методиками.

Обробіток даних мікрометражу, виконаний згідно з описаною методикою, показав, що поверхні тертя дисків, що розглядаються, і поверхні їх шліцьових пазів у всіх фрикційних муфтах в межах коробки передач мають практично однакові величини зносу. Закономірності зношування згаданих поверхонь будуть характеризувати наступні залежності величини зносу від наробітку.

Поверхні тертя:

$$u(t)=0,3897 \cdot 10^{-4} \cdot t^{0,93}.$$

Поверхні шліцьових пазів:

$$u(t)=0,2250 \cdot 10^{-3} \cdot t^{0,95}.$$

Середній ресурс поверхонь диска 150.37.074 в коробці передач трактора Т-150К, розрахований згідно (3), складає: для поверхонь тертя – 15137 мото-год за середньоквадратичного відхилення 6157 мото-год і коефіцієнті варіації 0,546; для поверхонь шліцьових пазів – 18241 мото-год за середньоквадратичного відхилення 6157 мото-год і коефіцієнті варіації 0,546; для поверхонь шліцьових пазів – 18241 мото-год за середньоквадратичного відхилення 12469 мото-год і коефіцієнті варіації 0,695. Ці дані говорять про те, що середні значення ресурсу обох поверхонь досить високі. Проте для другої поверхні характерне мале зміщення початку розсіювання ресурсу (288 мото-год), визначаючи тим самим велике поле розсіювання ресурсу.

Наведені дані дають можливість кількісної оцінки ефективності застосування розглянутих дисків тертя в тракторних коробках передач та можуть бути використані для обґрунтування доцільності подальшого використання цих дисків під час ремонту коробок передач.

## Список літератури

1. Кухтов В. та ін. Повышение надежности гидropоджимных муфт коробок перемены передач //Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України/Збірник наукових праць УкрНДІПВТ, вип. 4(18). - Дослідницьке, 2001. – 222с., с. 39 – 49.
2. Кухтов В.Г. Долговечность деталей шасси колесных тракторов. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 292 с.
3. ДСТУ 2860 – 94. Надійність техніки. Терміни та визначення. Затверджено і введено в дію наказом Держстандарту України № 333 від 28 грудня 1994 р. Чинний від 1996-01-01.
4. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин. – М.: Колос, 1976. – 258 с.
5. Шор Я.Д., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности. – М.: Сов. радио, 1968. – 288 с.

*Г. Бондаренко*

### **Работоспособность дисков трения тракторных коробок передач с переключением под нагрузкой**

Рассмотрены особенности функционирования в эксплуатации рабочих поверхностями в многодисковой фрикционной муфте тракторной коробки передач.

*G. Bondarenko*

### **Operability of friction disks in tractor power-shift transmissions**

Considered are features of functioning of friction disks with metal-ceramik surfaces in the multidisk friction clutch of a tractor power-shift transmission.

Одержано 07.08.12