

УДК 621.793.7

## НОРМУВАННЯ ШВИДКОСТІ ЗНОШУВАННЯ І МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО ПОКРИТТЯ ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Лузан С.О. к.т.н., доц.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Запропонований метод визначення товщини відновлювального покриття, який забезпечує заданий ресурс деталі.*

**Введення.** Вимоги до тракторів і їх складовим частинам, що випускаються з капітального ремонту, щоб ресурс становив не менш 80% відповідних значень показників нових тракторів і їх складових частин [1]. Аналогічні вимоги пред'являються до тракторних і комбайнових двигунів [2]. Забезпечення необхідного ресурсу виробів можливо на основі нормування ресурсів деталей. Стосовно до деталей, що зношуються, з'являється необхідність нормування їх зносостійкості. Розв'язок цього завдання дозволить:

1. Використовувати нормативи як критерії вибору матеріалу для відновлювання поверхні, що зношується;

2. Оцінити зносостійкість відновлених поверхонь деталей шляхом виконання порівняльних лабораторних випробувань зразків на машині тертя, або стендових випробувань відновлених і нових деталей.

3. Уточнити вимоги до підвищення якості відновлювальних покриттів: міцності зчеплення покриття з основою, зносостійкості, пористості, твердості і ін.

4. Визначити вимоги до технології, яка інтегрується з газополуменим напилюванням.

**Аналіз публікацій і досліджень.** В монографії [3] наведені результати роботи з нормування швидкостей зношування типових деталей шасі колісних тракторів класу 30 кн. Однак, використовувати наявні відомості про швидкості зношування деталей, установлених на основі статистичних даних по наробіткові, для оцінки зносостійкості відбудованих покриттів не представляється можливим, оскільки вони не прив'язані до певного наробітку машин, а являють собою узагальнену характеристику, отриману на основі вибірок з наробітком від 3,0 до 10,0 тис. год. Слід також зазначити, що частина деталей машин працює під навантаженням з перервами й тому наробіток цих деталей під навантаженням значно мен-

ше наробітку машини в цілому. Оцінка швидкості зношування, яка обчислена по наробітку машини, є умовною і для таких деталей не може розглядатися як характеристика фактичної зносостійкості робочої поверхні деталі.

**Мета дослідження.** Розробити метод визначення товщини відновлювального покриття, що забезпечує заданий ресурс деталі.

**Результати дослідження.** Порівняльну оцінку зносостійкості відновленої поверхні газополуменевим напилюванням робили по їхній середній швидкості зношування відновлювального покриття і сталі 45, термообробленої до твердості HRC 50.

Для визначення середньої швидкості зношування відновлювального покриття були виконані дослідницькі роботи з визначення величини зношування від наробітку сполучення. Порівняльні випробування по зношуванню відновлювальних газополуменевих покриттів проводили на машині тертя типу МІ за схемою диск-колодка в середовищі індустриального масла марки І-20 при наступних режимах: середня окружна швидкість ковзання 0,42 м/с, питомий тиск на колодку при нормальному механохімічному процесі зношування становило 8,0 МПа, площа поверхні тертя 1,8 см<sup>2</sup>. Диски й колодки виготовляли зі сталі 45, покриття напиляли на диск, колодки термооброблялися (загартування й відпустка) до твердості HRC 52. Величину лінійного зношування оцінювали по зміні радіуса диска по формулі

$$I = \frac{D_n - D_m}{2}, \quad (1)$$

де  $D_n$  – діаметр диска після напилювання;

$D_m$  – діаметр диска після  $t$  годин випробувань.

Для дослідження динаміки зношування відновлювальних покриттів обрали найбільш застосовувані зносостійкі порошки марки ПГ-10Н-01 і ПГ-12Н-01 на основі нікелю і антифрикційний порошок ПГ-19М-01 на основі міді ТУ У 322-19-004-96, що виготовляються ВАТ "Горезтвёрдосплав".

Отримані експериментальні криві свідчать про нелінійний характер динаміки зношування, рис.1. Причому, як видно з характеру отриманих залежностей, нелінійність більшою мірою проявляється в початковий період випробувань і в міру наростання наробітку наближається до лінійної залежності за часом. Цей початковий період становить  $t \sim 2,5$  години. За цей час відбувається приробітку зразків і забезпечується контакт по всій поверхні тертя, після чого настає процес нормального механохімічного зношування. Тривалість випробувань 10 годин обрана з урахуванням забезпечення одержання достовірних і відтворених результатів.

## И,

МКМ

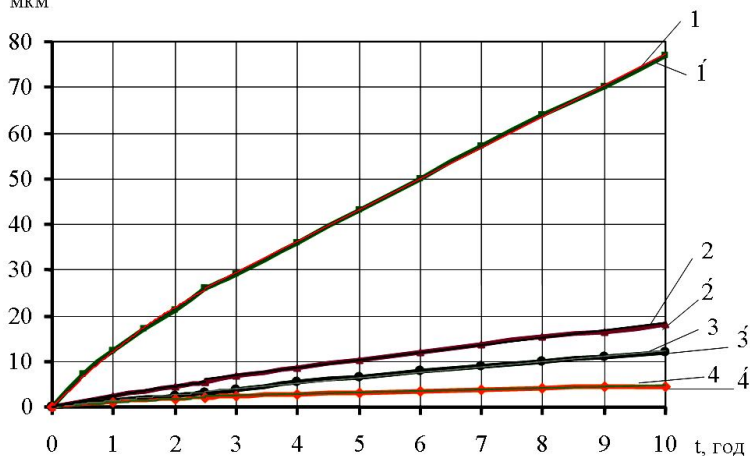


Рис.1. Динаміка зношування відновлювальних покриттів залежно від наробітку: 1 - сталь 45 HRC 52; 2 - покриття ПГ-12Н-01; 3 - покриття ПГ-10Н-01; 4 - покриття ПГ-19М-01; 1, 2, 3, 4 - апроксимуючі,  $\dot{1}$ ,  $\dot{2}$ ,  $\dot{3}$ ,  $\dot{4}$  - експериментальні криві

В результаті апроксимації експериментальних кривих встановлені залежності величини зношування ( $I$ ) поверхні циліндричної деталі від часу наробітку ( $t$ ):

$$I_1 = -1,30t^2 + 13,50t, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (2)$$

$$I_1 = 6,85t + 8,77, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (3)$$

$$I_2 = -0,18t^2 + 2,64t, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (4)$$

$$I_2 = 1,64t + 1,95, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (5)$$

$$I_3 = -0,09t^2 + 1,49t, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (6)$$

$$I_3 = 1,18t + 0,46, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (7)$$

$$I_4 = -0,13t^2 + 1,11t, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (8)$$

$$I_4 = 0,32t + 1,43, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (9)$$

Апроксимацію проводимо окремо для інтервалу прироблення  $0 \leq t \leq 2,5$  год зразків і одержуємо рівняння другого ступеня. Криві в інтервалі наробітку  $2,5 \leq t \leq 10$  год апроксимували лінійними функціями. Значення коефіцієнтів кореляції рівняються  $R_{1,2,3} = 0,99$ ,  $R_4 = 0,98$ .

Як впливає з рис. 1, криві залежностей динаміки зношування від наробітку для досліджених матеріалів покриттів мають однаковий харак-

тер і розташовуються в наступному порядку: максимальне зношування в зносостійкого покриття з порошку марки ПГ-12Н-01, потім ПГ10Н-01 і найменший в антифрикційного покриття з порошку ПГ-19М-01. Зносостійкість зазначених відновлювальних покриттів відповідно в 4,3; 6,4 і 16,7 раз вище в порівнянні зі сталлю 45 HRC 50 при роботі в парі зі сталлю 45 HRC 52 у середовищі індустріального масла І-20.

Збільшити ресурс при ремонті деталей можливо шляхом формування відновлювальних зносостійких шарів на робочих поверхнях деталей, у яких швидкість зношування не перевищує таку, при якій величина зношування досягає граничного стану при заданому наробітку.

Нормативи швидкості зношування відновлювальних покриттів необхідно розробити з урахуванням цієї умови.

Для визначення швидкостей зношування ( $V$ ) продиференціюємо рівняння (2-9) і побудуємо графічні залежності швидкостей зношування відновлювальних покриттів від величини наробітку, рис. 2.

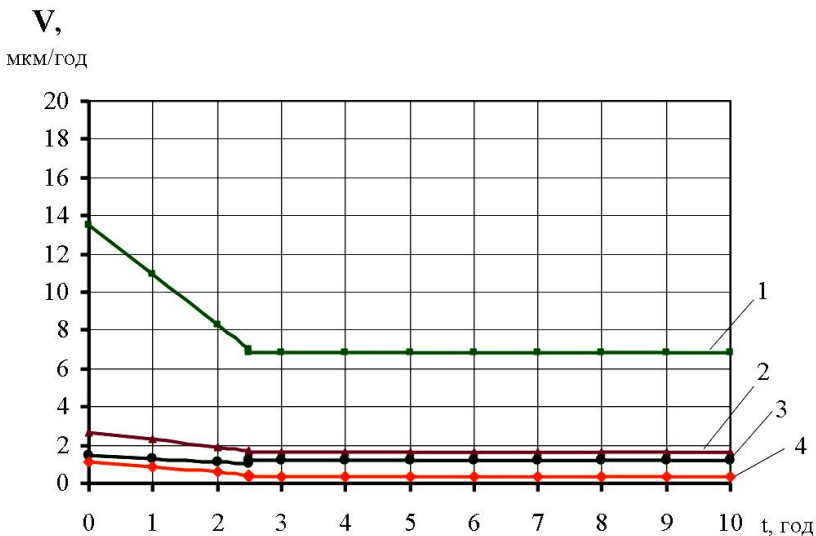


Рис.2. Швидкості зношування відновлювальних покриттів залежно від наробітку: 1 - сталь 45 HRC 52; 2 - покриття ПГ-12Н-01; 3 - покриття ПГ-10Н-01; 4 - покриття ПГ-19М-01

$$V_1 = -2,60t + 13,50, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (10)$$

$$V_1 = 6,85, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (11)$$

$$V_2 = -0,36t + 2,64, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (12)$$

$$V_2 = 1,64, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (13)$$

$$V_3 = -0,18t + 1,49, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (14)$$

$$V_3 = 1,18, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (15)$$

$$V_4 = -0,26t + 1,11, \quad 0 \leq t \leq 2,5 \quad (16)$$

$$V_4 = 0,32, \quad 2,5 \leq t \leq 10 \quad (17)$$

Таким чином швидкість зношування відновлювальних покриттів у процесі нормального механохімічного зношування становить: ПГ-12Н-01 – 1,64, ПГ-10Н-01 – 1,18 і ПГ-19М-01 – 0,32 мкм/год.

Ступінь зношування сполучень характеризується величиною зазору, що утворювався в процесі експлуатації. Заводи-виготовлювачі транспортної техніки встановлюють величини граничних зазорів, на основі яких визначаються розміри для дефектовки деталей при ремонті. Розміри підрозділяються на “граничні” і “припустимі” при ремонті. У технічних вимогах на капітальний ремонт наведені граничні зазори основних сполучень шасі трактора Т-150К, які введені в нормативно-технічну документацію для ремонту.

Граничні й припустимі при ремонті розміри використовуємо для нормування швидкості зношування відновлювальних покриттів.

На основі експериментальних даних, отриманих у результаті досліджень динаміки зношування газополумених покриттів (рис. 1, 2, формули 2-17), визначаємо необхідні товщини відновлювальних покриттів з урахуванням відмінностей у швидкостях зношування сполучених робочих поверхонь деталей. Критерієм визначення товщини покриттів є швидкість зношування, що забезпечує ресурс відновлених деталей і сполучення на рівні або перевищуючому рівень нових.

Методика визначення товщини відновлювальних покриттів, які забезпечують необхідний ресурс, полягає в наступному:

1. По нормативно-технічній документації на транспортний засіб встановлюємо величини граничного зазору ( $Z_r$ ) у сполученні й максимальний зазор по кресленнях ( $Z_k$ ).

2. Визначаємо граничну величину зношування сполучення взаємодіючих поверхонь деталей

$$\Delta H = Z_r - Z_k \quad (18)$$

3. Визначаємо товщину відновлювального покриття ( $T$ ) з урахуванням співвідношення швидкостей зношування поверхонь деталей, які сполучаються

$$T = \frac{\Delta H}{k \left( \frac{V_c}{V_s} + 1 \right)} = \frac{3_n - 3_u}{k \left( \frac{V_c}{V_s} + 1 \right)}, \quad (19)$$

де  $V_c$ ,  $V_s$  – швидкість зношування серійної й відновленої деталей;

$k$  – коефіцієнт, рівний: 1 - при нанесенні покриття на одну сторону;  
2 - при нанесенні покриття на протилежні сторони деталі й циліндричні поверхні.

Аналіз отриманого вираження для товщини відновлювального покриття (19) показав, що товщина покриття залежить від величини граничного зношування сполучення й співвідношення швидкостей зношування поверхонь деталей, які сполучаються. Тому, чим менше швидкість зношування відновлювального покриття, тем менше його товщина, яка забезпечує необхідний ресурс деталі.

Виконаємо розрахунки необхідної товщини відновлювальних покриттів зносостійкими матеріалами ПГ-10Н-01 і ПГ-12Н-01 для зношеної осі вертикального шарніра, що працює в сполученні з втулками вертикального шарніра рами трактора Т-150К:

1.  $3_n = 2,40$  мм,  $3_u = 0,66$  мм.

2. По формулі (18) визначаємо граничну величину зношування сполучення

$$\Delta H = 2,40 - 0,66 = 1,74 \text{ мм}$$

3. По формулі (19) визначаємо товщину відновлювального покриття:

$$\text{ПГ-12Н-01 - } T = \frac{1,74}{2 \cdot \left( \frac{6,85}{1,64} + 1 \right)} = 0,17 \text{ мм},$$

$$\text{ПГ-10Н-01 - } T = \frac{1,74}{2 \cdot \left( \frac{6,85}{1,18} + 1 \right)} = 0,13 \text{ мм}.$$

**Висновки.** На основі досліджень динаміки зношування газополумєневих покриттів установлені залежності швидкості зношування від наробітку, і розроблений метод визначення товщини відновлювального покриття, яка забезпечує заданий ресурс деталі.

#### Список використаних джерел

1. Тракторы сельскохозяйственные. Сдача тракторов в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта. Технические условия :

- ГОСТ 18524-85. – [Действующий с 1987-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1993 – 15 с.
2. Дизели тракторные и комбайновые. Сдача в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта. Технические условия : ГОСТ 18523-79. – [Действующий с 1981-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1991 – 16с.
  3. Кухтов В. Г. Долговечность деталей шасси колёсных тракторов / Кухтов В. Г.

#### **Аннотация**

### **НОРМИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ И МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ДЕТАЛЕЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА**

**Лузан С.А., к.т.н., доц.**

*Предложен метод определения толщины восстановительного покрытия, который обеспечивает заданный ресурс детали.*

#### **Abstract**

### **STANDERTIZATION OF VELOCITI WEAR AND METHODS OF DETERMINATION THE THICKNESS OF RECOVERING COATING THE DETAILS OF TRANSPORT FACILITIES**

**Luzan S., c.t.s.**

*The offered method of determination the thickness of recovering coating, which provides given a resource of the detail.*