



## ВИЗНАЧЕННЯ МЕТАЛЕВОГО КОНТАКТУ ПРИ АБРАЗИВНОМУ ЗНОШУВАННІ ДЕТАЛЕЙ СПРЯЖЕНЬ ТРА- НСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Журавель Д.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-25-85

**Ключові слова** – абразивне зношування, транспортний засіб, металевий контакт, пара тертя, ресурс, прогнозування.

**Анотація** – робота присвячена визначенню металевого контакту при уточненні виду зношування деталей спряжень транспортних засобів з метою більш точного прогнозування ресурсу.

*Постановка проблеми.* В основному, всі пари тертя агрегатів транспортних засобів в середовищі вуглеводневих рідин, працюють в умовах граничного або рідинного тертя. Проте, за наявності великого тиску, особливо на зубах шестерень, спостерігається витискування масляного клину з появою металевого контакту, який призводить до інтенсивного зношування. Тому при прогнозуванні надійності агрегатів транспортних засобів по точності, необхідно враховувати можливість металевого контакту пар тертя.

*Аналіз останніх досліджень.* Питанням зношування основних спряжень агрегатів транспортних засобів присвячено багато робіт [1,2]. Проте, вони, в основному, засновані на статистичних матеріалах зношування спряжень агрегатів транспортних засобів. Питанням наявності металевого контакту і переходу на інший вид зношування не приділялося великої уваги [2]. Тому питання прогнозування точності обробки деталей трибоспряжень носили відносний характер [1]. Для точнішого прогнозування зносу зубчатого зачеплення трансмісії необхідно уточнення виду зношування, яке буде залежати від наявності металевого контакту.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є встановлення величини металевого контакту при абразивному зношуванні трибоспряжень транспортних засобів.

*Основна частина.* Металеві поверхні мають шорсткість на атомному рівні і при зіткненні контактують через найбільш виступаючі нерівності. У металів роль таких нерівностей відіграють також частинки механічних домішок. При малих навантаженнях вони можуть сприймати

велику частину або навіть все навантаження в цілому.

Якщо число частинок на одиницю площі дорівнює  $N$ , а площа області впливу  $\alpha$ , тоді

$$\alpha = \frac{\pi \cdot \omega^2}{4}, \quad (1)$$

де  $\omega$  – діаметр механічної частинки;

Вірогідність відсутності прямого контакту, згідно [1], дорівнює

$$P = 1 - \exp(-\alpha N), \quad (2)$$

звідси вірогідність прямого контакту буде мати вигляд

$$P_0 = 1 - P = \exp(-\alpha N), \quad (3)$$

На підставі аналізу абразивного середовища роботи трибоспрязень можна визначити вірогідність прямого контакту. У таблиці 1 приведені розрахунки вірогідності прямого контакту.

Таблиця 1 – Вірогідність прямого контакту

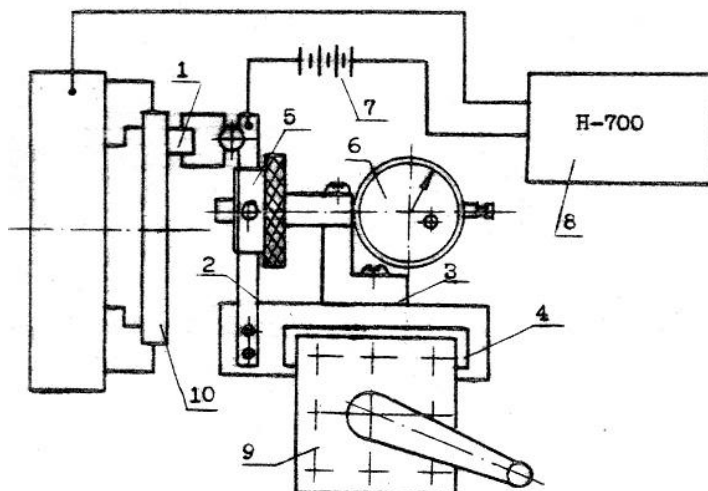
Групи спряжень	Повна площа впливу $\alpha \cdot N$	Вірогідність прямого контакту, $P_0$
Зубчате зачеплення	$11,15 \cdot 10^3$	0,00004
Підшипник ковзання	$102 \cdot 10^8$	0,00001
Підшипник кочення	$313 \cdot 10^8$	0,00002

Таким чином, вірогідність того, що при ковзанні зубу по зубу шестерень величина прямого контакту буде незначна.

Експериментально, величина металевго контакту визначалася на спеціальній установці (рисунок 1).

На токарному верстаті встановлений сталевий диск -10. У різцетримачі - 9 ізольовано від маси верстата закріплена пружна балка - 2 із зразком - 1 (110×10×15 мм). За рахунок деформації пружної балки зразок можна притискувати до диска з різною силою тиску, яка вимірюється за допомогою індикаторних головок -5,6. До корпусу верстата і до зразка через джерело струму - 7 напругою 2В підключений осцилограф - 8.

За наявності металевго контакту між диском і зразком ланцюг замикається і осцилограф дає максимальний імпульс. За відсутності контакту – ланцюг розімкнений – з'являється нульовий імпульс.



1-зразок; 2-пружна балка; 3-тримач; 4-зажим; 5,6-індикаторні головки; 7-джерело струму; 8-осцилограф; 9-різцетримач; 10-стальний диск.

Рис. 1. Схема установки для визначення металевго контакту.

Експеримент проводився при зміні параметрів середовища (чис- те тертя, абразив, абразив із маслом), тиск (від  $10^4$  Па до  $40^5$  Па), шви- дкості відносного переміщення (від 0,083 м/с до 0,27 м/с).

На рисунку 2 представлені осцилограми металевго контакту трибоспряжень (сталь - сталь) за наявності масла з абразивом.

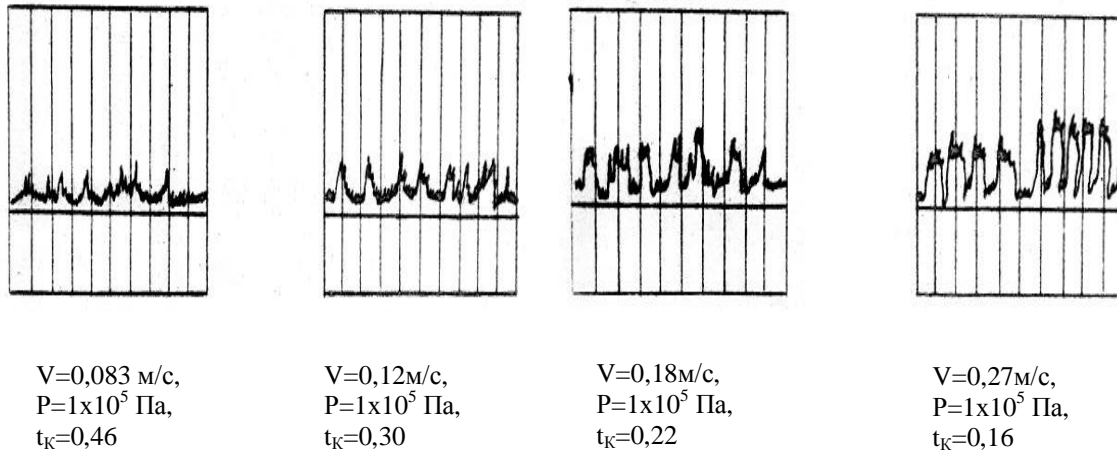


Рис. 2. Осцилограми металевго контакту.

Зміна величини металевго контакту  $t_k$ , який є відношенням часу контакту до часу відсутності контакту  $t_k = \frac{t'_k}{t_{0k}}$  залежно від швидкості ві- дносного переміщення при тиску  $10^5$  Па представлено на рисунку 3.

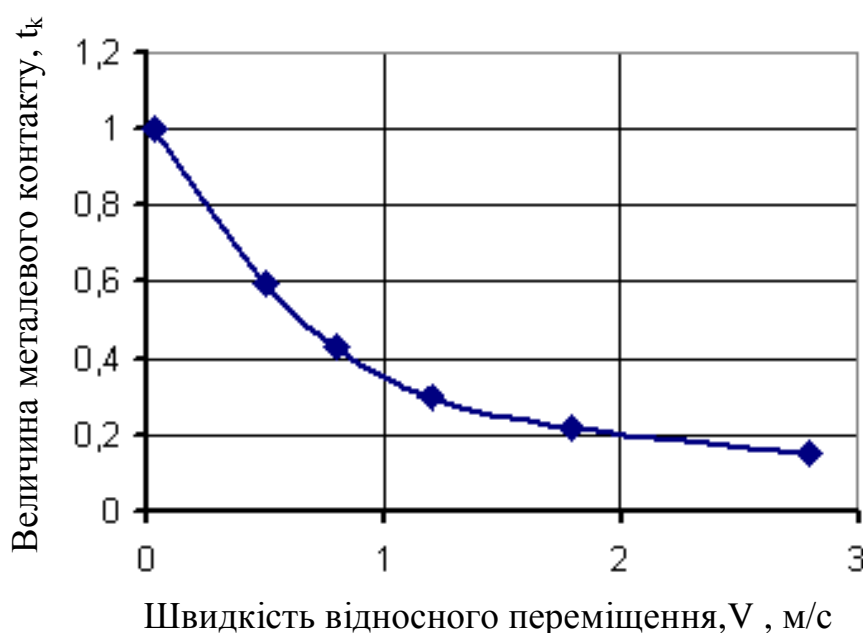


Рис. 3. Вплив швидкості відносного переміщення деталей спряження на величину металевого контакту  $t_k$ .

З цього рисунка видно, що при швидкості відносного переміщення трибоспряжень менше 0,057 м/с існує, в основному, металевий контакт, який із збільшенням швидкості зменшується згідно емпіричній залежності

$$t_k = 14,7 \cdot V^{-0,27}, \quad (4)$$

Із збільшенням навантаження величина металевого контакту збільшується, так при  $P = 10^5$  Па,  $t_k = 0,54$ , а якщо  $P = 40,0 \cdot 10^5$  Па, то  $t_k = 0,74$ .

Великий інтерес представляє величина металевого контакту при терті трибоспряжень за наявності абразиву.

Абразив – це абразивні зерна, які знаходилися або потрапили в процесі зношування між тілами, що труться, і, упродовжившись у поверхневий шар металів, утворили мікрорізці.

За наявності абразиву, що упродовжився, на осцилограмі спостерігаються ділянки відсутності всякого металевого зв'язку між тілами, що труться, а при малому тиску  $P = 10^4$  Па величина металевого контакту досягає 0,18, при швидкості відносного переміщення  $V = 0,083$  м/с, тоді як при  $P = 10^5$  Па, величина металевого контакту досягає 0,52 при тій же швидкості відносного переміщення.

*Висновки.* Проведені дослідження показали, що:

1. Частинка, що знаходиться на поверхні, охоплює сферу впливу значно більшу, ніж її власний поперечний перетин;

2. Чим більше концентрація частинок механічних домішок, тим більше сфера впливу частинок. У той же час, якщо висота поверхні нерівностей перевищує розміри частинок, або якщо концентрація механічних домішок мала, то слід враховувати тільки металевий контакт, і при розрахунку зношування слід застосовувати теорію пластичного або пружного контакту;

3. Якщо ж навантаження достатньо велике, то завдяки пластичному перебігу матеріалу навколо частинок механічних домішок, металевий контакт стає можливим. Практично це призводить до безперервного впровадження частинок механічних домішок, тобто утворення абразиву, що упровадився, тоді теоретичний розрахунок зношування потрібно проводити як процес мікрорізання.

#### Література

1. Юдовинський В.Б. Визначення металевого контакту при абразивному зношуванні / В.Б.Юдовинський, О.В. Пеньов // Вісник Сумського національного аграрного університету.- № 2.- Суми, 2011.–С. 87-93.

2. Юдовинський В.Б. Кінетика впровадження абразивного зерна в поверхневий шар металу/ В.Б.Юдовинський, О.В.Пеньов., С.В. Кюрчев //Вісник Львівського НАУ: Агроінженерні дослідження. - №14. –Львів, 2010. – С. 124-129.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОНТАКТА ПРИ АБРАЗИВНОМ ИЗНОСЕ ДЕТАЛЕЙ СОПРЯЖЕНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Журавель Д.П.

*Аннотация* - работа посвящена определению металлического контакта при уточнении вида изнашивания деталей сопряжении транспортных средств для более точного прогнозирования ресурса.

### DETERMINATION OF METAL CONTACT DETAILS AB- RASIONS CONJUGATED VEHICLES

D.Juravel

#### *Summary*

The work is devoted to defining the metal contact at clarifying the type of wear parts coupled vehicles for more accurate forecasting of resource.