

*В. Писаренко*

**Особливості процесів зношування трибоспряжень в умовах високошвидкісного тертя**

Запропоновано модель накопичення трибопошкоджень, яка ґрунтується на термкінетичній теорії руйнування і враховує особливості швидкісного тертя.

*V. Pysarenko*

**Features of processes of wear of tribojoints in the conditions of high speeds of friction**

The model of accumulation of tribodamages, which founded on the term-kinetic theory of destruction and takes into account the features of speed friction, is offered.

Одержано 14.09.11

**УДК 631.331.5**

**Ю.В. Мачок, інж., В.В. Аулін, проф., канд. фіз. мат. наук, Є.К. Солових, проф., канд. техн. наук, І.К. Солових, інж.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Обґрунтування конструкції полозкового сошника з самозагострюваним лезом полозу**

В статті показано, що основною причиною втрати функціонального призначення полозкових сошників є затуплення та зміна профілю леза в процесі експлуатації. Теоретично обґрунтовано умову реалізації ефекту самозагострювання вертикально розміщеного леза полозу сошника при його зміцненні контактним наварюванням композиційною стрічкою в постановці плоскої задачі зміни форми зміцненого леза при його зношуванні в ізотропній масі абразивних частинок усереднених за розміром **полозковий сошник, полоз, ґрунторізальний елемент, лезо, контактне наварювання, композиційна стрічка, ефект самозагострювання, зносостійкість**

Працездатний стан робочих органів ґрунтообробних та посівних машин з ґрунторізальними елементами визначається значеннями всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції і що відповідають вимогам конструкторської документації. Основними параметрами, які характеризують функціональні якості сошників, є такі: здатність до заглиблення, тяговий опір переміщенню в шарі ґрунту, ресурс, міцність, збереження гостроти леза в процесі експлуатації.

Результати досліджень і аналіз параметрів спрацьованих полозів сошників показують, що основною причиною відмов є затуплення та зміна профілю їх леза в процесі експлуатації. Спостереження за змінами профілю леза з однорідного металу в процесі експлуатації показують, що цей профіль по мірі зношування поступово стабілізується і залишається практично незмінним. Сформований профіль леза не залежить від його початкового профілю, який був конструктивно наданий йому при виготовленні. Виявлено, що при зміні фізико-механічних властивостей ґрунту, швидкості руху агрегату та інших умов форма стабілізованого профілю може суттєво змінюватися.

Зазначимо, що виготовлення деталі з матеріалу високої зносостійкості в загальному випадку не є достатньою умовою для досягнення тривалого терміну

збереження наданих форм. При правильному виборі конструкції використовують і основні способи підвищення працездатності ґрунторізальних елементів: для зміцнення робочих поверхонь, які найбільше піддаються зносу, застосовуються зносостійкі, в тому числі і композиційні матеріали з метою досягнення ефекту самозагострення.

Створення самозагострюваного ґрунторізального профілю, як єдиного для всіх ґрунтових умов, є досить складною проблемою. Зарубіжні та вітчизняні виробники для забезпечення працездатності швидкозношуваних різальних елементів використовують різні конструктивні та технологічні методи [1,2,3].

Ґрунтовно досліджено механізм абразивного зношування ґрунторізальних елементів з горизонтально розміщеними лезами та запропоновано методи підвищення їх довговічності з реалізацією ефекту самозагострення. Великий вклад в розвиток цього напрямку внесли відомі вітчизняні та зарубіжні вчені: Рабінович А.Ш., Ткачов В.П., Севернев М.М., Хрущов М.М., Бернштейн Д.Б., Тененбаум М.М., Черновол М.І., Бойко А.І., Прокопцев П.І. і багато інших.

Практично відсутня інформація про механізм абразивного зношування ґрунторізальних елементів з вертикальним розміщенням лез та шляхів підвищення їх довговічності. Це ґрунторізальні елементи полозовидних, килевидних сошників прораспних сівалок, полозкових сошників зернових сівалок тощо.

Зміна профілю леза полозу в процесі зношування обумовлена в основному величиною та характером зносу кожної з його фасок та об'ємом руйнування різальної кромки в процесі експлуатації в середовищі ґрунту.

Тиск ґрунту на лезо є динамічним і його можна розглядати як міру інтенсивності безперервних ударів його частинок. Число та енергія ударів частинок залежать від гранулометричного складу та стану ґрунту.

Теоретичне обґрунтування умови реалізації ефекту самозагострювання вертикально розміщеного леза полозу полозкового сошника, при його зміцненні контактним наварюванням композиційної стрічки [6], у випадку попередньо незагостреного леза проведемо в постановці плоскої задачі зміни форми зміцненого леза при його зношуванні в ізотропній масі абразивних частинок усереднених за розміром (рис. 1).

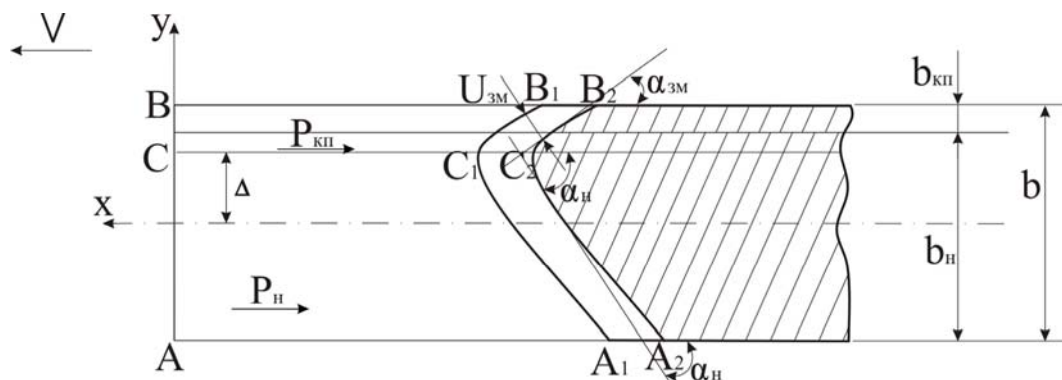


Рисунок 1 - Схема зміни профілю леза полозу сошника з нанесеним композиційним шаром при його експлуатації в ізотропній масі ґрунту

Переміщення зміцненого леза відбувається по осі  $OX$ . На початку випробовування це прямолінійна ділянка  $ACB$ , а в період стабілізації профілю леза – крива  $A_1C_1B_1$ , з вершиною в точці  $C_1$ , далі з напрацюванням - усталеного профілю  $A_2C_2B_2$  з вершиною  $C_2$ . Після стабілізації профілю леза полозу ( $A_1B_1C_1$ ) знос фасок відбувається конгруентно у відповідності до шарів леза. Кромка леза в фасках  $A_1C_1$  і  $C_1B_1$  буде мати різну швидкість зношування, оскільки першу визначає матеріал несучого, а другу – зміцнюючого композиційного шару. В процесі реалізації ефекту самозагострювання, вершина леза зміщується від середини товщини на величину  $\Delta$ .

Оскільки зношування по ширині леза багато менше, ніж по довжині, прийняли, що загальна товщина полозу  $b$  зберігається ( $b = const$ ).

Для усталеного процесу (рис. 1) можна записати:

$$U_n^{-1} \cdot b = 2U_{зм}^{-1} \cdot k_n \left( \frac{b}{2} + \Delta \right), \quad (1)$$

де  $U_n^{-1}$ ,  $U_{зм}^{-1}$  – зносостійкість несучого і зміцнюючого композиційного шарів;

$\Delta$  – зміщення кромки леза відносно середини його товщини у випадку нанесення зміцнюючого покриття;

$k_H = \frac{H_{зм}}{H_n}$  – відношення твердості зміцнюючого композиційного і несучого шарів леза.

Загальну зносостійкість зміцненого леза, зносостійкість несучого і композиційного шарів можна визначити по формулах:

$$U_{зм}^{-1} = \frac{k_1 P}{b^2}; U_{кп}^{-1} = \frac{k_1 P_{кп}}{b_{кп}^2}; U_n^{-1} = \frac{k_1 P_n}{b_n^2}, \quad (2)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт пропорційності.

Оскільки загальне навантаження на лезо дорівнює:

$$P_{\Sigma} = P_{кп} + P_n, \quad (3)$$

де  $P_{кп}$ ,  $P_n$  – зусилля, що діють на зміцнюючий та несучий шари.

З формули (2) зазначені зусилля дорівнюють:

$$P_{\Sigma} = \frac{b^2 U_{зм}^{-1}}{k_1}; P_{кп} = \frac{b_{кп}^2 \cdot U_{кп}^{-1}}{k_1}; P_n = \frac{b_n^2 U_n^{-1}}{k_1}. \quad (4)$$

Підставимо (4) в (3) і знайдемо загальну величину зносу зміцненого леза:

$$U_{зм} = \frac{U_{кп} U_n b^2}{(U_n b_{кп}^2 + U_{кп} b_n^2)}. \quad (5)$$

Підставимо вираз (5) в рівняння (1) і після деяких перетворень одержимо:

$$b = 2k_H \frac{(U_n b_{кп}^2 + U_{кп} b_n^2)}{U_{кп} b^2} \cdot \left( \frac{b}{2} + \Delta \right). \quad (6)$$

У формулі (6) враховуємо коефіцієнт  $k_U = \frac{U_{кп}}{U_n}$ , який дорівнює відношенню величин зносів композиційного та несучого шарів. Після деяких перетворень, маємо:

$$b^3 = 2k_H (b_{кп}^2 + k_U b_n^2) \left( \frac{b}{2} + \Delta \right). \quad (7)$$

Звідки величина зміщення вершини кромки леза відносно його середини дорівнює:

$$\Delta = \frac{b^3}{2k_H (b_{кп}^2 + k_U b_n^2)} - \frac{b}{2}. \quad (8)$$

Виходячи з умов реалізації самозагострювання, можна записати:

$$0 \leq \Delta \leq \frac{b}{2} \text{ і } \frac{b^3}{2k_H (b_{кп}^2 + k_U b_n^2)} > \frac{b}{2}. \quad (9)$$

Після деяких спрощень маємо наступну умову:

$$\frac{b^2}{k_H (b_{кп}^2 + k_U b_n^2)} > 1. \quad (10)$$

Оскільки  $b = b_{kn} + b_n = const$ , то враховуючи відношення товщин зміцненого та несучого шарів леза,  $k_b = \frac{b_{kn}}{b_n}$ , отримаємо:

$$\frac{k_b^2 + 2k_b + 1}{k_n(k_b^2 + k_U)} > 1. \quad (11)$$

Остання умова поєднує весь комплекс вимог реалізації ефекту самозагострювання леза полозу сошника [1,2]: відношення твердості  $k_n$  зміцнюючого і несучого шарів, швидкості їх зношування  $k_U$  та товщин цих шарів -  $k_b$ . Задаючи відношення зазначених характеристик зміцненого і несучого шарів, не порушуючи умову (11), можна спроектувати таку конструкцію ґрунторізальних елементів, яка в процесі експлуатації дасть їм можливість самозагострюватися.

Сукупність значень співвідношень  $k_n$ ,  $k_U$ ,  $k_b$  впливає і на величину зміщення  $\Delta$  кромки леза: зі збільшенням  $k_U$  та  $k_n$  вона збільшується, а зі збільшенням  $k_b$ , відповідно - зменшується.

## Список літератури

1. Ткачев В. Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин/ Ткачев В. Н. - М.: Машиностроение, 1971.- 264 с.
2. Ткачев В. Н. Работоспособность деталей в условиях абразивного изнашивания/ Ткачев В. Н. - М.: Машиностроение, 1995.- 336 с.
3. Астахов А С. Применение технической керамики в сельскохозяйственном производстве/ Астахов А С., Буклагин Д. С., Голубев И. Г. – М.: Агропромиздат, 1988.- 64 с.
1. 4 Аулін В.В. Керування характером та інтенсивністю зношування різальних частин робочих органів ґрунтообробних машин/ Аулін В.В., Бобрицький В.М, Ауліна Т.М.// Вісник Харківського держ. техн. університету сільського господарства./ Вип. 23.– Харків.– 2004.–С. 270-273.
4. Сидоров С.А. Методика расчета на износостойкость моно- и биметаллических почворезущих рабочих органов/ Сидоров С.А.// Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1985.- № 12. –С. 35-39.
5. Мачок Ю.В. Підвищення зносостійкості різальних елементів полозкових сошників зернових сівалок композиційними матеріалами/ Мачок Ю.В.//Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип. 11. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – С. 216-219.

*Ю. Мачок, В. Аулін, Е. Солових, І. Соловях*

### **Обоснование конструкции полозкового сошника с самозатачиваемым лезвием полоза**

В статье показано, что основной причиной утери функционального назначения полозковых сошников есть затупление и изменение профиля лезвия в процессе эксплуатации. Теоретически обосновано условие реализации эффекта самозатачивания вертикально размещенного лезвия полоза сошника при его упрочнении контактной наваркой композиционной ленты в постановке плоской задачи изменения формы упрочненного лезвия при его изнашивании в изотропной массе абразивных частиц усредненных по размеру.

*Yu. Machok, V. Aulin, E. Solovykh, I. Solovykh*

### **Argumentation of Runner Boot Construction with a Self-Sharpening Runner**

The article shows that the main reason of runner boot functional area loss is runner shape blunting and changing in the process of exploitation. Self-sharpening effect of vertical runner boot realization condition with its hardening by means of composite stripe contact fettling in plane problem statement of hardened runner shape changing in the process of its wear-out in isotropic mass of abrasive particles averaged in size is theoretically proved.

Одержано 03.10.11