

УДК 620.178.16.004

ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ НАПРЯМНИХ ТА УМОВ РОБОТИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ НА КОЕФІЦІЄНТ ЗНОШУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Юдовинський В.Б., к.т.н.

Кюрчев С.В., к.т.н.

Пеньов О.В., к.т.н.

Мирненко Ю.П., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (061)42-13-54

Ключові слова – напрямні станини, інтенсивність зношування, коефіцієнт зношування, завантаження верстатів.

Анотація – робота присвячена впливу конструкції напрямних та умов роботи металорізальних верстатів на коефіцієнт зношування матеріалів

Постановка проблеми. При проектуванні технологічного обладнання та устаткування одним з показників надійності є ресурс його роботи. У свою чергу, ресурс обладнання визначається умовами його роботи.

Коефіцієнт зношування матеріалів деталей є функцією умов та середовища роботи спряжень та залежить від кількості абразиву, який знаходиться в місцях контакту спряжених тіл.

Аналіз останніх досліджень. Приймаючи умови роботи – силові, швидкісні параметри однакового порядку, основним фактором, який впливає на коефіцієнт зношування (або як кінцевий параметр прогнозування – лінійний знос) граней напрямних станин металорізальних верстатів, є середовище роботи обладнання [1,2].

Середовище роботи обладнання визначається забрудненістю середовища, яка характеризується кількістю пилу в атмосфері. Пил, осідаючи на грані напрямних станин, створює умови для абразивного зношування граней напрямних.

Тому при проектуванні верстатного необхідно враховувати середовище роботи, яке впливає на конструктивні особливості напрямних, регулюючи їх ресурс роботи.

Формулювання цілей статті. Ціллю статті є виявлення впливу конструкції напрямних та умов роботи металорізальних верстатів на коефіцієнт зношування матеріалів.

Основна частина. Фактично верстатне обладнання протягом доби працює не весь час, а тільки визначену частину, яка визначається, з одного боку, змінним режимом роботи підприємства, а з іншого боку – фактичним коефіцієнтом змінності. Остаточний час воно простоює і при цьому з-за наявності абразиву в оточуючому середовищі виникає осідання пилу на напрямні станини. Чим більше протягом доби простоюють верстати, тим більше пилу осідає на напрямних. Пил, який осідає під час роботи верстатів, не встигає через масляну плівку опуститися до стикання з матеріалом напрямної та рухомими частинами верстатів (каретки, столи) разом з оливою відтісняється на непрацюючі зони напрямних.

Залежність осівшого пилу від часу пропорційна інтенсивності осідання пилу в повітрі та в загальному вигляді може бути виражена залежністю:

$$Q_{\Pi} = L_K \cdot B \cdot i_{\Pi} \cdot t_{\text{пр}}, \quad (1)$$

де i_n – інтенсивність осідання пилу, мг·год/м²;

$t_{\text{пр}}$ – час простою обладнання, год.

L_K, B – довжина та ширина напрямної, м.

Інтенсивність осідання пилу i_n була перевірена на машинобудівельних та ремонтних підприємствах півдня України протягом декілька років як у зимовий час, так і влітку. За математичним очікуванням отримані зміна та середня величина інтенсивності осідання пилу у будь-який час року. Інтенсивність осідання пилу взимку менше, ніж влітку, та коливається від 18 до 26 мг·год/м².

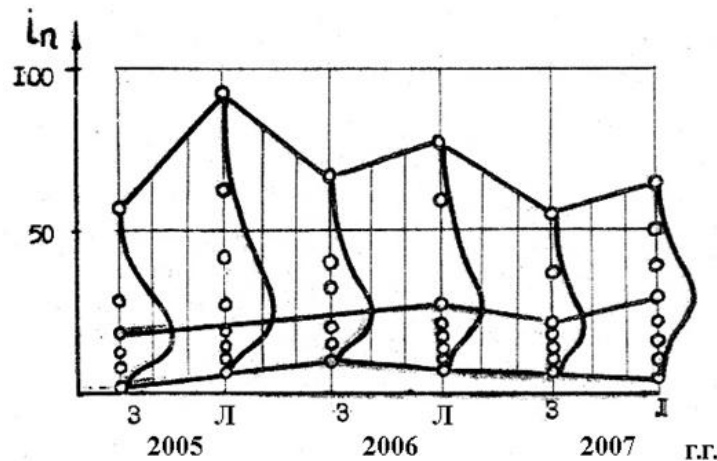


Рис.1. Вирогідність інтенсивності осідання пилу в механічних цехах і ділянках ремонтних майстерень в зимові та літні періоди.

Якщо через β_n позначити показник осідання пилу від простою обладнання, то коефіцієнт зношування матеріалів Ku_n напрямних з урахуванням цього показника можна виразити залежністю:

$$\hat{E}u_g = \beta_g \cdot Ku, \quad (2)$$

де $K_{и}$ – коефіцієнт зношування матеріалів напрямних при ідеальних умовах роботи обладнання.

Виробничі випробування верстатного обладнання дозволили встановити залежність показника осідання пилу від простоїв обладнання протягом часу. При однозмінному режимі роботи верстата (час простою – 16 годин) показник β_n дорівнює 1,04, а при двозмінному режимі роботи – 0,44. Максимальне значення цього показника $\beta_n = 1,4$ при 21,5 годинах простою за добу. Надалі цей показник зменшується, що дуже скорочує час роботи або час тертя спряжених тіл.

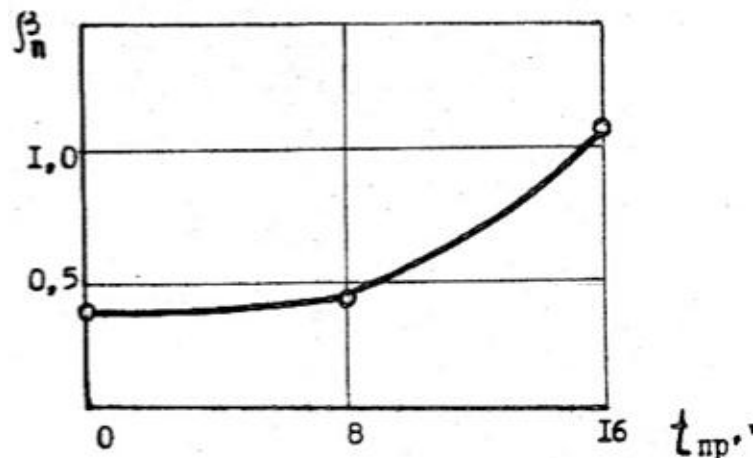


Рис. 2. Залежність показника осідання пилу при простоях обладнання від часу простою.

Емпірична залежність показника осідання пилу від простоїв обладнання від часу має вигляд:

$$\beta_{ia} = \frac{24 - t_{i\delta}}{0,152 \cdot t_{i\delta}^2 - 3,395 \cdot t_{i\delta} + 87,712} \quad (3)$$

Таким чином, одним з основних показників, які впливають на знос граней напрямних, є час простою металорізальних верстатів.

Наявність спокійного повітря в цехах призводить до вертикального осідання пилу на гранях напрямних в період простою обладнання, так як у період роботи пил, яка осідає на грані, не проникає крізь масляну плівку та зсувається на неробочі ділянки станин скріпками (войлок, фетр и т.д.) суппорту чи каретки.

Приймаючи вертикальне осідання пилу (вздовж осі y), конструкцію напрямних металорізальних верстатів можна розділити 3 групи (рисунок 3).

1 група – величина зносу граней напрямних залежить від забрудненості оточуючого середовища (λ_{cp}) і від закону розподілу довжин ходів каретки (суппорту) [$\varphi_0(x)$], рисунок 3-1:

$$U_1 = f[\lambda_{\bar{n}\delta}; \varphi_0(\delta)] \quad (4)$$

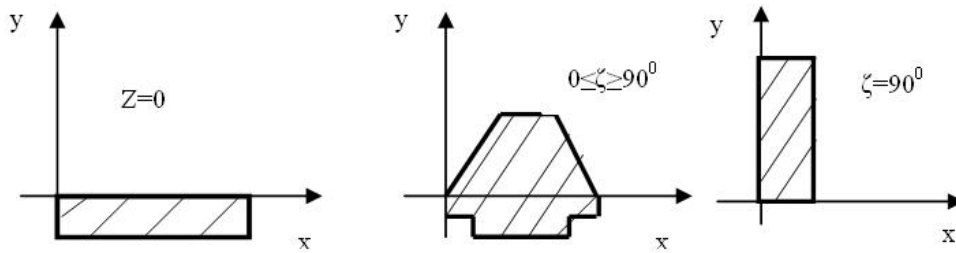


Рис. 3. Класифікація граней напрямних металорізальних верстатів за ступінню впливу пилу оточуючого середовища.

2 група – величина зносу граней напрямних залежить від забрудненості оточуючого середовища, кута нахилу грані до потоку осідання пилу (ζ) та від закону розподілу довжин ходів каретки (суппорту), рисунок 3-2:

$$U_2 = f[\lambda_{\tilde{n}\tilde{\delta}}; \xi; \varphi_0(\tilde{\delta})]. \quad (5)$$

3 група – величина зносу граней напрямних залежить від чистоти обробки поверхні граней (R_z), забрудненості оточуючого середовища, матеріалу напрямних (HB), від виду та мастильних властивостей змазки (m_{cm}) та закону розподілу довжин ходів каретки, рисунок 3-3:

$$U_3 = f[\lambda_{\tilde{n}\tilde{\delta}}; (\hat{I}\hat{A}); R_z; m_{\tilde{n}\tilde{i}}; \varphi_0(\tilde{\delta})]. \quad (6)$$

Таким чином, кількість осівшого пилу на гранях напрямних, як основний фактор, що впливає на величину лінійного зносу та коефіцієнт зношування, вкладається з кількості пилу, яка осіла за рахунок кута нахилу грані напрямної $[Q_{i\phi}(\xi)]$ та кількості пилу, яка осіла за рахунок властивостей змазки утримувати абразивні часточки $[Q_{i\phi}(m_{\tilde{n}\tilde{i}})]$:

$$Q_{\tilde{i}\tilde{i}} = Q_{\tilde{i}\tilde{i}}(\xi) + Q_{\tilde{i}\tilde{i}}(m_{\tilde{n}\tilde{i}}). \quad (7)$$

Якщо позначити через i_n інтенсивність осідання пилу, то кількість пилу, яка осіла на грань за рахунок розташування грані, можна визначити з виразу:

$$Q_{i\phi}(\xi) = i_i \cdot \hat{A} \cdot L_0 \cdot T \cdot \cos \xi_i, \quad (8)$$

де B – ширина грані напрямної, м;

L_0 – довжина каретки м;

T – час простою обладнання, год.

Кількість пилу, яка осіла на грань напрямної за рахунок властивостей змазки ($\hat{a}_{\tilde{n}\tilde{i}}$), визначається:

$$Q_{\tilde{i}\tilde{i}}(m_{\tilde{n}\tilde{i}}) = i_i \cdot \hat{a}_{\tilde{n}\tilde{i}} \cdot L_0 \cdot B \cdot T \cdot \cos(90 - \xi). \quad (9)$$

Уведення $\cos(90 - \zeta)$ в попередній вираз визначається графічним рішенням цих функцій, які показані на рисунку 4.

Звідси видно, що при $\zeta=0$, $Q_{\tilde{i}\tilde{i}}(m_{\tilde{n}\tilde{i}})=0$, а при $\zeta=90^\circ$ $Q_{\tilde{i}\tilde{i}} = i_i \cdot \hat{a}_{\tilde{n}\tilde{i}} \cdot L_0 \cdot B \cdot T$.

тобто вплив властивостей змазки – мінімальний.

Підставивши ці значення функцій, отримаємо:

$$Q_{\dot{i}} = i_i \cdot B \cdot L_0 \cdot T \cdot [\cos \xi_i + a_{\dot{m}\dot{i}} \cdot \dot{n} \cos(90 - \xi)]. \quad (10)$$

З цього виразу видно, що зі збільшенням кута нахилу грані напрямної зменшується ступінь впливу кута нахилу $f(\zeta)$ та збільшується ступінь впливу властивостей змазки $\Phi(\zeta, m_{cm})$.

Графічне представлення функцій кількості пилу від кута нахилу грані напрямних та властивостей змазки показано на рисунку 4.

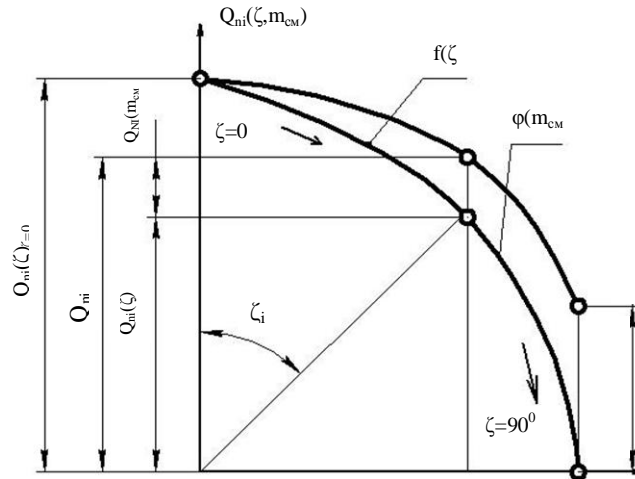


Рис. 4. Графічне представлення функцій кількості пилу від кута нахилу грані напрямних та властивостей змазки.

Але так, як коефіцієнт зношування матеріалів напрямних є функцією кількості пилу на гранях (як кількість абразиву, яка приймає участь в процесі зношування), можна записати що:

$$K_U [Q_{ni}(\xi; m_{\dot{m}\dot{i}})] = K_U [Q_{ni}(\xi_i)] + K_U [Q_{ni}(m_{\dot{m}\dot{i}})]. \quad (11)$$

Виробничі випробування верстатів з різним типом напрямних показали, що коефіцієнт зношування матеріалів напрямних при $\zeta=0$ дорівнює $K_U [Q_{ni}(\zeta)]_{\zeta=0} = 4,1 \cdot 10^{-5} \text{ мкм/Па}\cdot\text{км}$, а при куті нахилу $\zeta=45^\circ$ (призматичні напрямні токарних верстатів), коефіцієнт зносу дорівнює:

$$K_U [Q_{ni}(\zeta)]_{\zeta=45} = 3,06 \cdot 10^{-5} \text{ мкм/Па}\cdot\text{км}. \quad (12)$$

Причому, враховуючи кут нахилу, коефіцієнт зношування за рахунок наявності абразиву пилу, яка осіла на грань напрямної від кута нахилу складе:

$$K_U [Q_{ni}(\zeta)]_{\zeta=45} = 2,87 \cdot 10^{-5} \text{ мкм/Па}\cdot\text{км}. \quad (13)$$

а різниця цих коефіцієнтів дасть коефіцієнт зношування матеріалів напрямних за рахунок абразиву пилу, яка утримується змазкою:

$$K_U [Q_{ni}(\zeta)]_{\zeta=45} = 0,19 \cdot 10^{-5} \text{ мкм/Па}\cdot\text{км}. \quad (14)$$

Враховуючи ці данні та загальні залежності, отриманий графік зміни коефіцієнта зношування матеріалу напрямних від кута нахилу грані до потоку осідання пилу та властивостей змазки затримувати часточки пилу (рисунок 5).

З цього графіка видно, що коефіцієнти зношування матеріалів не є величиною постійною та не залежать від кута нахилу грані до потоку осідання пилу та від властивостей змазки затримувати часточки пилу на грані.

Для плоских горизонтально розташованих, відкритих напрямних коефіцієнт зношування має чисельне значення біля $4,0 \cdot 10^{-5}$ мкм/Па·км. Зі збільшенням кута нахилу грані напрямної значення коефіцієнтів зношування зменшується та для призматичних напрямних він становить біля $3 \cdot 10^{-5}$ мкм/Па·км. Для вертикальних напрямних значення коефіцієнта зношування не перевищує $1,0 \cdot 10^{-5}$ мкм/Па·км.

Висновки.

1. На коефіцієнт зношування матеріалів напрямних впливає конструкція напрямних та умови роботи обладнання.

2. При проектуванні технологічного обладнання (металорізальних верстатів) необхідно враховувати умови експлуатації, тобто середовище роботи обладнання та змінний режим його роботи.

3. Найбільшому зношуванню за рахунок забруднення оточуючого середовища підлегли плоскі, відкриті грані напрямних. Закриті та вертикально розташовані грані зношуються в декілька разів менше при однакових силових та швидкісних параметрів роботи спряження типу напрямні станини – напрямні каретки.

4. Для зменшення зносу граней напрямних необхідно перед початком роботи верстата ретельно протирати напрямні, видаляючи пил, тим самим зменшуючи абразивну активність середовища зношування.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ НАПРАВЛЯЮЩИХ И УСЛОВИЙ РАБОТЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ИЗНОСА МАТЕРИАЛОВ

Юдовинський В.Б., Кюрчев С.В., Пенев О.В., Мирненко Ю.П.

Анотація

Работа посвящена влиянию конструкции направляющих и условий работы металлорежущих станков на коэффициент износа материалов

INFLUENCING OF CONSTRUCTION OF SENDING AND CONDS OF WORK OF METAL-CUTTING MACHINE-TOOLS ON COEFFICIENT OF WEAR OF MATERIALS

V.Yudovynskyu, S. Kurtchev, O.Penev, Y.Mirnenko

Summary

Work is devoted to influencing of construction of sending and terms of work of metal-cutting machine-tools on the coefficient of wear of materials.