

Як видно з цієї схеми, значний вплив на зношування деталей сполучень металорізального обладнання мають динамічне руйнування й тип спряження. Але на величину динамічного руйнування значний вплив має матеріал пар тертя.

*Висновки.* При певному виді зношування, для конкретного спряження, основним параметром, який дозволяє регулювати чисельні значення коефіцієнтів зношування, є матеріал пар тертя.

#### Література

1. Ковалев И.Т., Юдовинский В.Б. Коэффициент износа - показатель надежности деталей сопряжений. - «Надежность и качество», 1974, №7.
2. Юдовинский В.Б. Журавель Д.П. Теория разрушения поверхностных слоев металла при трении. Праці ТДАТА. - Вип.33, Мелітополь, 2003, с. 103-107.

### DIFFERENTIATION OF COEFFICIENT OF WEAR MATERIALS OF PAIR OF FRICTION OF METAL CUTTING EQUIPMENT

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

#### *Summary*

Work is devoted establishment of influencing of different parameters, influencing on the process of wear of basic interfaces of metal cutting equipment.

УДК 621.9.06

## АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЛЕЗОВОГО МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

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. 42-13-54

*Анотація* - робота присвячена встановленню періодів стійкості лезового інструменту при обробці різних матеріалів, різними інструментами з різними режимами різання аналітичним методом.

*Ключові слова* – стійкість інструменту, геометричні параметри лезового інструменту, режими обробки, точність і шорсткість обробки, коефіцієнт зношування матеріалів.

*Постановка проблеми.* Сучасний стан інструментального виробництва вимагає дбайливішого відношення до використання лезового металорізального інструменту. У процесі роботи інструмент піддається зношуванню, що призводить до зниження точності обробки, підвищення її шорсткості та зусиль різання. На зношування лезового ріжучого інструменту впливають багато параметрів: матеріал ріжучої частини інструменту; геометричні параметри; режими різання, а також охолоджуюче середовище.

У той же час, зношування ріжучої частини лезового інструменту впливає на точність обробки, шорсткість обробленої поверхні, а також на зусилля різання. Зношування лезового металорізального інструменту багато у чому залежить від сил тертя, які визначаються коефіцієнтами тертя.

*Аналіз останніх досліджень.* Багато робіт присвячено питанням встановлення періодів стійкості лезового інструменту. Проте, на практиці використовуються статистичні (табличні) параметри стійкості металорізального інструменту, які залежать від матеріалу інструменту й оброблюваного матеріалу [1].

*Формулювання цілей статті.* Метою статті є встановлення обґрунтованих періодів стійкості лезового металорізального інструменту від сил тертя, що виникають у процесі різання, аналітичним методом.

*Основна частина* Зношування інструменту відбувається за рахунок сил тертя оброблюваної поверхні по задній грані різця та стружки, що зрізається, по передній грані різця. Найбільш точним мето-

дом визначення коефіцієнта тертя при різанні є метод косокутного шліфального різання, що дозволяє врахувати сили, які діють на передню та задню грані.

Дані, отримані за допомогою вимірювання складових зусилля різання трикомпонентним динамометром при вільному косокутному різанні сталі 40 при знятті стружки різної товщини, які представлені на рисунках 1 і 2, показують, що коефіцієнт тертя зростає зі збільшенням кута нахилу головної ріжучої кромки  $\lambda$  і переднього кута  $\gamma$ . Причому, зі збільшенням товщини стружки, коефіцієнт тертя зменшується.

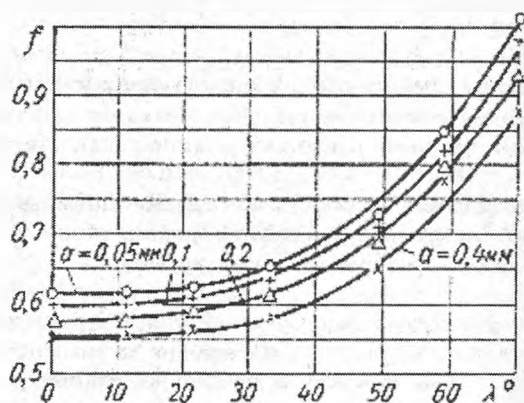


Рис. 1. Вплив кута нахилу головної ріжучої кромки  $\lambda$  на коефіцієнт тертя  $f$  при знятті стружки різної товщини ( $a$ ).

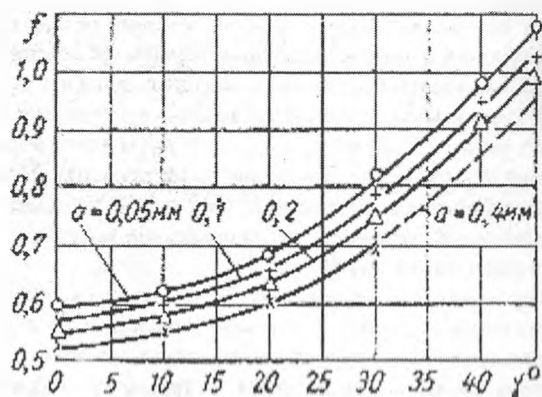


Рис. 2. Вплив переднього кута різця  $\gamma$  при знятті стружки різної товщини ( $a$ ).

Швидкість різання значно впливає на коефіцієнт тертя. Коефіцієнт тертя переходить через максимум, на положення якого впливає величина подачі (рисунок 3).

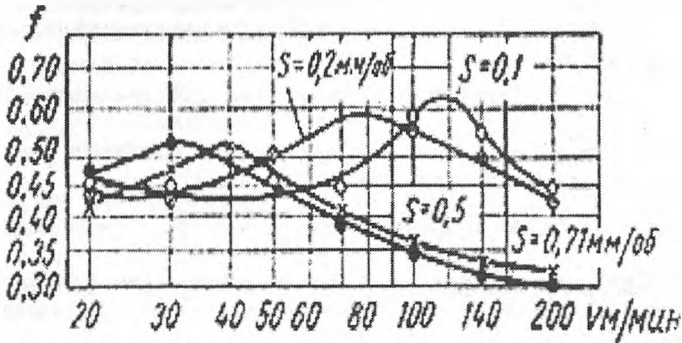


Рис. 3. Залежність коефіцієнта тертя  $f$  від швидкості різання  $v$  сталі 40 при стружці шириною 5 мм і різних подачах  $S$ .

На значення коефіцієнтів тертя великий вплив має й середовище обробки.

Значення коефіцієнтів тертя при обробці сталі 45 у різних середовищах залежно від швидкості різання та переднього кута різця зі сталі P18 представлені в таблиці 1.

Таблиця 1-

Вплив швидкості різання і переднього кута ( $\gamma$ ) на коефіцієнт тертя при обробці сталі 45 у різних середовищах

| Середовище               | Швидкість різання, м/хв.. | $\gamma = 10^\circ$ | $\gamma = 20^\circ$ | $\gamma = 30^\circ$ | $\gamma = 40^\circ$ |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Повітря                  | 2,5                       | 0,37                | 0,70                | 0,70                | 0,79                |
|                          | 4,5                       | 0,45                | 0,70                | 0,75                | 0,95                |
|                          | 10,0                      | 0,45                | 0,70                | 0,82                | 1,14                |
|                          | 15,0                      | 0,45                | 0,70                | 0,87                | 1,22                |
| Вода                     | 2,5                       | 0,34                | 0,42                | 0,61                | 0,69                |
|                          | 4,5                       | 0,38                | 0,51                | 0,65                | 0,80                |
|                          | 10,0                      | 0,39                | 0,58                | 0,76                | 1,12                |
|                          | 15,0                      | 0,41                | 0,64                | 0,80                | 1,17                |
| Чотири-хлористий вуглець | 2,5                       | 0,30                | 0,37                | 0,45                | 0,48                |
|                          | 4,5                       | 0,33                | 0,40                | 0,53                | 0,62                |
|                          | 10,0                      | 0,35                | 0,47                | 0,71                | 0,91                |
|                          | 15,0                      | 0,37                | 0,54                | 0,74                | 1,12                |

З таблиці видно, що з підвищенням швидкості різання коефіцієнти тертя зростають, причому при сухому терті вони максимальні.

Проведеними дослідженнями [2] було доведено зв'язок коефіцієнта тертя з коефіцієнтом зношування матеріалу інструменту.

Зв'язок коефіцієнта тертя і коефіцієнта зношування визначається емпіричною залежністю:

$$K_U = (1,04K_T + 0,081) \times 10^{-6} \frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}}$$

У той же час, коефіцієнт зношування матеріалів є функцією твердості матеріалу й виражається залежністю:

$$K_U = \left[ \frac{6,785}{(\text{HB})^{1,62}} \right] \times 10^{-5} \frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}}$$

Коефіцієнт зношування є узагальненою характеристикою зношування матеріалів ( $U$ , мкм) з урахуванням тиску ( $P$ , Па) і шляху тертя ( $S$ , км).

Коефіцієнти зношування матеріалів металоріжучих інструментів представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 –  
Коефіцієнти зношування матеріалів металоріжучих інструментів при сухому терті

| Матеріал                | Твердість,<br>HRC, HRA | Коефіцієнт зношування,<br>$K_U$ , мкм/ Па км |
|-------------------------|------------------------|--|
| P9, P12, P18, P6M5      | 63-65 HRC              | $19 \times 10^{-3}$                          |
| P6M5Ф3, P6M5K6,<br>P9K5 | 65-67 HRC              | $16,7 \times 10^{-3}$                        |
| BK3, BK6, BK8           | 87,5-89,5HRA           | $7,47 \times 10^{-3}$                        |
| TTK12, TSK10, T15K6     | 87-90HRA               | $6,97 \times 10^{-3}$                        |

Оскільки коефіцієнт зношування матеріалів є функцією допустимої величини зносу, сили тертя і шляху тертя, а шлях тертя є функцією діаметра обробки, частоти обертання деталі й часу роботи, то можна визначити період стійкості інструменту залежно від примусового зносу, тобто точність обробки:

$$T = \frac{[U]0^6}{VPK_U} \text{ хв,}$$

де  $[U]$ - максимально допустимий знос інструменту, мкм;

$V$  – швидкість різання, м/мін;

$K_U$  – коефіцієнт зношування матеріалу інструменту, мкм/ Па км;

$P$  – нормальний тиск на різець, Па.

Максимально допустимий знос інструменту встановлюється за якітетом точності обробки та не повинен виходити за поле допуску на обробку.

Нормальний тиск на різець визначиться відношенням сумарної сили  $P_{\Sigma}$  до множення глибини різання  $t$  і подачі  $S$ .

Сумарний тиск на різець визначатиметься рівнодіючою від осьової й радіальної сили різання, яка визначається:

$$P = \frac{P_{\Sigma}}{t \cdot s}, \text{Па}$$

де  $P_{\Sigma}$  - сила різання, Н.

Підставивши значення сумарного тиску  $P_{\Sigma}$ , набудемо значення нормального тиску на різець.

Тоді період стійкості інструменту визначається за виразом:

$$P = \frac{0,47P_{\Sigma}}{t \cdot s}, \text{Па}$$

Так, при обробці середньовуглецевої сталі з глибиною різання 1 мм, подачею 0,1 мм/об, зі швидкістю різання 42 м/хв і зусиллям різання 340 Н стійкість металорізального інструменту при різних матеріалах інструменту складе (таблиця 3).

Таблиця 3-

Стійкість металорізального інструменту у хвилинах машинного (основного) часу

| Матеріал ріжучої частини інструменту | Стійкість інструменту у хвилинах основного часу |                      |
|--------------------------------------|---|----------------------|
|                                      | Без охолодження                                 | Із застосуванням ЗОР |
| P9, P12, P18, P6M5                   | 39,2  | 43,1                 |
| P6M5ФЗ, P6M5K6, P9K5                 | 44,6  | 49,1                 |
| BK3, BK6, BK8                        | 99,7  | 109,7                |
| TTK12, T5K10, T15K6                  | 106,9   | 117,6                |

Точність розрахунку стійкості інструменту необхідно при його використанні на автоматичному або напівавтоматичному металорізальному обладнанні, що дозволить підвищити точність обробки та знизити відсоток браку з-за зносу інструменту.

*Висновки.* Аналітичний метод розрахунку стійкості металорізального інструменту дозволяє точно встановлювати періоди стійкості залежно від режимів обробки та матеріалу інструменту, що дозволить точно планувати циклічність роботи автоматичного металорізального обладнання.

## Литература

1. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах/Под ред. А.И. Косиловой и Р.К. Мещерякова.-4-е изд., перераб. И доп.-М.: Машиностроение, 1985.
2. Ковалев И.Т., Юдовинский В.Б. Коэффициент износа - показатель надежности деталей сопряжений. - «Надежность и качество», 1974. - №2.

### ANALYTIC METHOD OF DETERMINATION OF FIRMNESS OF METALCUTTING INSTRUMENT

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

#### Summary

Work is devoted establishment of periods of firmness of instrument at treatment of different materials, by different instruments with the different modes of cutting with an analytical method.

УДК 631.331.54

### ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛАТУНОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ

Юдовинський В.Б., к.т.н.,

Черкун В.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тіл (0619) 42-13-54.

*Анотація* – робота присвячена результатам лабораторних досліджень зносу зразків, оброблених ФАБВО, на машинних тертя з метою встановлення впливу різних технологічних параметрів.

*Ключові слова* – Знос, швидкість зношування, кут контакту, питоме навантаження.

*Постановка проблеми.* Важливою системою машин і устаткування, у тому числі і металорізального, є гідравлічна система, виконання заданих функцій якої забезпечується шестеренними гідромеханізмами. Особливий інтерес в конструкції насоса представляє з'єднання «цапфа шестерні – обойма (втулка)», яке потребує високої точності виготовлення. Існуючі технології виготовлення цих деталей швидко

ють тривалого періоду прироблення для забезпечення виборчого перенесення у з'єднанні, з метою підвищення довговічності гідронасоса.

Одним із шляхів рішення цієї задачі є застосування нових прогресивних способів обробки деталей, зокрема, фінішною безабразивною вібраційною обробкою (ФАБВО).

*Аналіз останніх досліджень.* У роботах [1,2,3,4] розглядається питання підвищення зносостійкості шляхом реалізації у вузлах тертя ефекту виборчого перенесення. Остаточна фінішна антифрикційна безабразивна вібраційна обробка (ФАБВО) дозволяє нанести якнайтонші металеві плівки (5-6 мкм) на поверхні, що забезпечує прискорення процесу прироблення деталей. При цій обробці використовується інструмент, що забезпечує активізацію поверхонь деталей шляхом тертя в металовмісних середовищах.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є встановлення впливу різних технологічних параметрів на знос зразків, підданих ФАБВО.

*Основна частина.* Порівняльні випробування зразків, підданих ФАБВО, проводилися на модернізованій машині МІ-1М і СМЦ-2, що працюють за схемою «вал - колодка» і «вал - втулка» (рис. 1, 2).

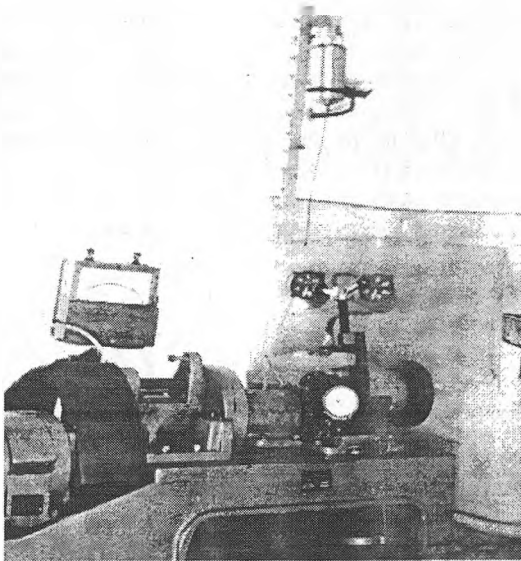


Рис. 1. Модернізована машина тертя МІ-1М.