

УДК 621.002.3:621.89

Роїк Т. А., докт. техн. наук, професор  
 Гавриш О. А., докт. техн. наук, професор  
 Віціук Ю. Ю., канд. техн. наук, доцент  
 Бровкин А. О., аспірант

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», [iuvitsiuk@gmail.com](mailto:iuvitsiuk@gmail.com)

## ВИБІР АБРАЗИВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ШЛІФУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ДЕТАЛЕЙ З ЛЕГОВАНИХ КОМПОЗИТИВ ДЛЯ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН

Однією з найголовніших проблем розвитку поліграфічної техніки є забезпечення високих показників її надійності, довговічності, працездатності та ремонтоздатності.

З цієї точки зору доцільно звернути увагу на створення за останні роки зносостійких антифрикційних композиційних матеріалів на основі вторинної сировини - низки відновлених шліфувальних відходів інструментальних і штампових сталей з домішками твердого мастила  $\text{CaF}_2$ , які призначені для роботи в режимі самозмащення [1, 2].

Слід зазначити, що найбільш ефективно ці матеріали працюють при жорстких умовах експлуатації, коли швидкості обертання сягають 5000 об/хв., і питомі тиски до 5,0 МПа. Саме для забезпечення вимог зносостійкості були проведені дослідницькі роботи з розробки технології синтезу композитних заготовок антифрикційних деталей на основі і шліфувальних відходів високолегованих інструментальних сталей з домішками твердого мастила  $\text{CaF}_2$ . [1, 2]. При цьому легувальні елементи нових зносостійких сплавів утворюють в їх структурі велику кількість зміцнюючих фаз – карбідів та інтерметалідів. Це, у поєднанні з  $\text{CaF}_2$ , забезпечує формування високих фізико-механічних та антифрикційних властивостей матеріалів (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні фізико-механічні та антифрикційні властивості композиційних сплавів на основі високолегованих сталей

| Склад композиту, мас.%     | Межа міцності при згині, МПа | Твердість, НВ, МПа | Ударна в'язкість, кДж/м <sup>2</sup> | Коефіцієнт тертя | Інтенсивність зношування, мкм/км |
|----------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 85X6HFT 6CaF <sub>2</sub>  | 570 – 600                    | 860 – 920          | 750 – 760                            | 0,21–0,23        | 55–68                            |
| 11P3AM3F+6CaF <sub>2</sub> | 590 – 620                    | 850 – 910          | 770 – 790                            | 0,22–0,24        | 57–70                            |

Примітка: Трибовипробування при  $V= 5000$  об./хв.,  $P= 5,0$  МПа, контртіло – сталь P18 (HRC 57)

Деталі з нових антифрикційних композитів [1, 2] належать до класу важкооброблюваних матеріалів і потребують особливого підходу до вибору типу абразивних інструментів, які мають бути застосовані для тонкої обробки робочих поверхонь тертя. На жаль, розгалужених досліджень технологічних процесів тонкого абразивного оброблення важкооброблюваних легованих композитних матеріалів на сьогодні бракує.

Отже, дослідження по оптимізації вибору абразивних матеріалів для тонкого шліфування новітніх типів високозносостійких композиційних матеріалів на основі відновлених шліфувальних відходів, є важливою задачею, яка має наукове і практичне значення. Це ілюструє актуальність обробленої теми досліджень.

Метою даної роботи було дослідження впливу типу абразивного інструменту на рівень витривалості при тонкому плоскому шліфуванні антифрикційних композитів, синтезованих на основі інструментальних сталей типу 85X6HFT та 11P3AM3F з домішками твердого мастила  $\text{CaF}_2$ .

Ступінь взаємодії композитів 85X6HFT+6%CaF<sub>2</sub> та 11P3AM3F+6%CaF<sub>2</sub> з різними абразивними матеріалами досліджувались методом дифузійного відпалу.

Ці дослідження підтвердили коректність та вірність запропонованих теоретичних припущень. Так, якщо при використанні зерен електрокорунду білого (23А) дифузійний

шар дорівнював 400 мкм, зерен карбїду кремнію зеленого (63С) – 50 мкм, то при використанні синтетичного алмазу (АС) він був у межах 20 – 25 мкм, зерен карбїду цирконію – 10 – 12 мкм. При використанні у якості абразиву бориду вольфраму дифузійного шару на межі контакту різальних зерен з поверхнею деталі з композитного сплаву взагалі не виявлено.

Дослідження взаємодії вказаних абразивних матеріалів з дослідженими композитами здійснювалось методом тонкого плоского шліфування на прецизійному плоскошліфувальному верстаті FF-350 фірми «Abawerk» (Німеччина) згідно методики, викладеній у [1, 2]. У процесі тонкого шліфування нових композитів силові фактори за своїми величинами – незначні. Тому всі зміни, що відбуваються у поверхневих шарах деталей є результатом впливу миттєвих контактних температур у зоні зрізання стружки. Дослідження зношування шліфувальних зерен з різних абразивних матеріалів було виконано за допомогою методу стереографетрування.

Як основний критерій змін у поверхневих шарах композитних деталей при шліфуванні абразивами з різних матеріалів було обрано параметр втомої міцності  $\sigma_{-1}$ .

Велика серія дослідів і витривалість зразків, які були прошліфовані при різних умовах (рис. 1) показала, що найнижчий показник межі витривалості  $\sigma_{-1}$  отримано при шліфуванні зразків шліфувальними кругами з електрокорунду білого (23А). Далі (за ступенем зростання межі витривалості  $\sigma_{-1}$ ) ідуть карбїд кремнію зелений (63С), корунд зі змістом у його складі до 10 % оксиду хрому CrO (32А), карбїд кремнію чорний (53А), карбїд цирконію, борид вольфраму та синтетичний алмаз (АС).

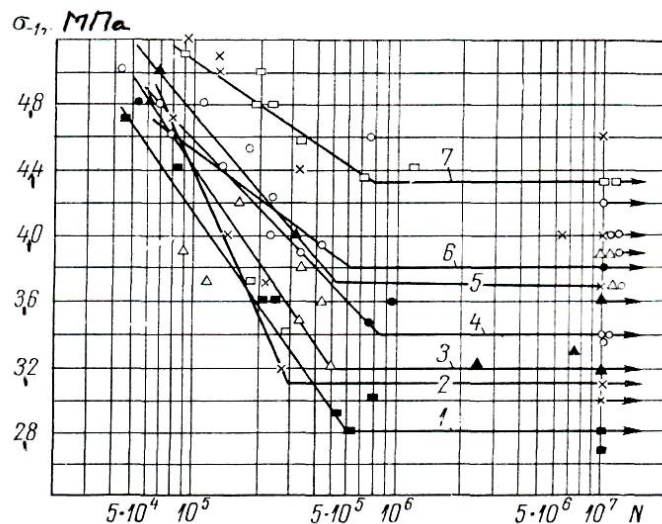


Рис. 1 – Порівняльні криві межі витривалості  $\sigma_{-1}$  зразків з композиту 85Х6НФТ+6% CaF<sub>2</sub> після шліфування кругами зернистістю 250 мкм з ріжучими зернами з різних абразивних матеріалів: 1 – електрокорунд білий (23А); 2 – карбїд кремнію зелений (63С); 3 – корунд з 10 % оксиду хрому CrO<sub>2</sub> (32А); 4 – карбїд кремнію чорний (53А); 5 – карбїд цирконію; 6 – борид вольфраму; 7 – синтетичний алмаз (АС)

Доведено, що параметри витривалості деталей з легованих композитів та характеристики втоми поверхневих шарів деталей тертя суттєво залежать від типу абразивного інструменту, що застосовується для процесу тонкого шліфування. Показано, що найкращі результати можуть бути отримані при використанні абразивів на основі тугоплавких сполук, синтетичних і природних алмазів.

#### Список посилань

1. Шліфування і доводка зносостійких антифрикційних композитних деталей друкарських машин: Монографія. / [Гавриш А. П., Роїк Т. А., Гавриш О. А., Киричок П. О., Віцюк Ю. Ю., Олійник В. Г.] – Ч. 3. – К.: Видавничий дім „АртЕк”, 2021. – 202 с., ISBN 978-617-7814-80-0.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41909>

2. Роїк Т. А. Параметри наклепу поверхонь антифрикційних композитних деталей тертя друкарських машин при фінішному кубонітовому шліфуванні / Роїк Т. А., Гавриш О. А., Віцюк Ю. Ю., Бровкин А. О. // Технологія і техніка друкарства. – К.:НН ВПІ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – №2 (76). – 2022. – С. 22-36. <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/267425/265122>

УДК 621.91; 620.172

Тулупов В.І., канд. техн. наук, доцент  
Онищук С.Г., канд. техн. наук, доцент  
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,  
[wladimir.tulupov@gmail.com](mailto:wladimir.tulupov@gmail.com)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

При виготовленні продукції машинобудування питома доля вартості енерговитрат на обробку становить від 15 до 25% [1]. У зв'язку з постійним зростанням вартості енергетичних ресурсів виникає необхідність використання енергозберігаючих технологій.

Однією з енергоємних операцій є термічна обробка. Її наявність в технологічному процесі крім того подовжує виробничий цикл виготовлення виробів. Тому використання енергоефективних способів механічної обробки з заміною окремих термічних операцій є актуальним завданням.

Автором роботи [2] запропоновано для визначення рівня енергозатрат в зоні різання на знімання заданого об'єму матеріалу шару заготовки використовувати питому енергоємність різання:

$$e = \frac{A_{piz}}{V} = \frac{N_{ef}}{P_{piz}} = \frac{N}{vSt}, \quad (1)$$

де  $A_{piz}$  – робота різання;

$V$  – об'єм шару матеріалу, що перетворюється на стружку;

$N_{ef}$  – ефективна потужність різання;

$P_{piz}$  – продуктивність різання (знімання стружки в одиницю часу);

$v$  – швидкість різання;

$S$  – подача різця;

$t$  – глибина різання.

Для зменшення енергоємності процесів механічної обробки в машинобудуванні використовують додаткові джерела тепла. Ідеальне штучне джерело тепла, що застосовується у технологічному методі поверхневого зміцнення, повинно забезпечувати швидкісне нагрівання металу, піддаватися контролю та регулюванню в строго нормованих дозах в одиницю часу, забезпечувати широкий діапазон температур. Під час вибору методу оброблення велике значення мають питомі витрати енергії на нагрівання одиниці об'єму металу.

Найменші витрати енергії (питомі витрати енергії) спостерігаються при використанні електричних джерел тепла (менше 1 Дж/см<sup>3</sup>), а найбільші – при використанні плазмово-механічних (4,5 Дж/см<sup>3</sup>) та лазерно-механічних джерел тепла (більше 6,5 Дж/см<sup>3</sup>).

Авторами роботи проведено експериментальні та виробничі дослідження щодо використання електричного струму як джерела тепла [3]. Реалізацією є два технологічних способи – електромеханічне точіння та чистове точіння з електроімпульсним нагріванням.

Особливістю електромеханічного точіння є використання електричного струму, в результаті чого на оброблювану поверхню діє одночасно силовий та тепловий вплив. В зону