

УДК 621.891.539.375.6

Інтенсифікація процесу нанесення антифрикційних покриттів

¹Шепеленко І.В., ¹Немировський Я.Б., ²Посвятенко Е.К.

1Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

2Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

З використанням методу теорії подібності і розмірності, а також модельного експерименту з контактної взаємодії поверхонь при нанесенні антифрикційних покриттів фінішною антифрикційною безабразивною обробкою (ФАБО) проведені дослідження адгезійних процесів у зоні контакту «латунний інструмент - оброблювана поверхня». Для інтенсифікації процесу нанесення антифрикційного покриття запропоновано цілеспрямоване формування оптимальних розмірів мікронерівностей поверхні, що обробляється. Моделювання геометричними параметрами задньої поверхні мікрорізьця як окремої мікронерівності дало змогу перейти до реальних параметрів мікрорельєфу та встановити їх оптимальні форми і розміри для створення сприятливих умов адгезійного схоплювання антифрикційного матеріалу з оброблюваною поверхнею, підвищуючи якість утворення антифрикційного покриття фрикційно-механічним методом ФАБО.

Ключові слова: фінішна антифрикційна безабразивна обробка, мікрорельєф, адгезія, антифрикційне покриття.

Однією з найбільш важливих і актуальних проблем сучасного машинобудування є розробка та широке застосування прогресивних, екологічних, технічно і економічно доцільних технологій обробки деталей з метою підвищення якості їх робочих поверхонь за рахунок досягнення оптимальних експлуатаційних властивостей. Якість поверхневого шару досягається впродовж усього технологічного процесу, проте найбільший вплив мають фінішні операції [1].

Загально визнаним напрямком в області підвищення якості робочих поверхонь деталей є розробка і широке застосування покриттів [2], у тому числі антифрикційних. З усього різноманіття способів отримання антифрикційних покриттів перевагу слід віддати покриттям з оптимальними значеннями твердості і модуля пружності з підвищеними антифрикційними властивостями, що забезпечують створення сприятливих внутрішніх напружень [3].

Вищевказаним вимогам відповідає група технологій фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО), що реалізується за рахунок фрикційної взаємодії мідьвмісного інструменту з поверхнею деталі, яка обробляється. Проте застосування традиційних технологій ФАБО не забезпечує достатнього зчеплення покриття з основою, зміцнення поверхні деталей, а отже, зносостійкості на тривалий термін. У зв'язку з цим доцільним є проведення спеціальних досліджень, спрямованих на підвищення якості створення антифрикційних покриттів ФАБО.

Моделювання контактної взаємодії антифрикційного матеріалу з вершинами мікронерівностей дозволило розробити технологічні рекомендації з інтенсифікації процесу ФАБО на етапі мікрорізання [4]. Подальше моделювання було спрямоване на дослідження адгезійних процесів у зоні контакту «інструмент (латунь Л63) – поверхня, що обробляється (чавун СЧ20)» для інтенсифікації нанесення антифрикційного покриття за рахунок створення оптимальних розмірів мікронерівностей оброблюваної поверхні.

З цією метою в якості моделі мікронерівності виготовлялися спеціальні мікрорізьці з різною довжиною L задньої поверхні (рис. 1), що, природно, впливає на площу контактної взаємодії. Передній кут γ усіх мікрорізьців призначався рівним 5° згідно з рекомендаціями [4]. Ширина задньої поверхні для усіх зразків була рівною 3 мм. Експерименти проводилися при навантаженні $P=38$ Н, за розробленою авторами методикою [5].

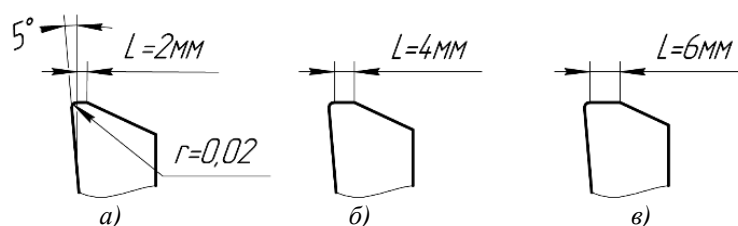


Рис. 1. Мікрорізиці з чавуну СЧ20 з довжиною L задньої поверхні: а - $L=2$ мм; б - $L=4$ мм; в - $L=6$ мм

На рис. 2 показані ділянки задньої поверхні мікрорізиців із різною довжиною L після ФАБО, на яких спостерігаються місця адгезійного схоплювання. Причому, чим менші довжини L задньої поверхні, тим інтенсивніше мають місце адгезійні процеси. Слід зазначити, що в зоні початку задньої поверхні інтенсивність нанесення покриття нижча, що, на наш погляд, пояснюється значним округленням різальної кромки в результаті її інтенсивного зносу. Більше того, адгезійні ділянки стабільно з'являються на деяких відстанях від різальної кромки. Особливо це помітно при великих довжинах L задньої поверхні (рис. 2, б, в).

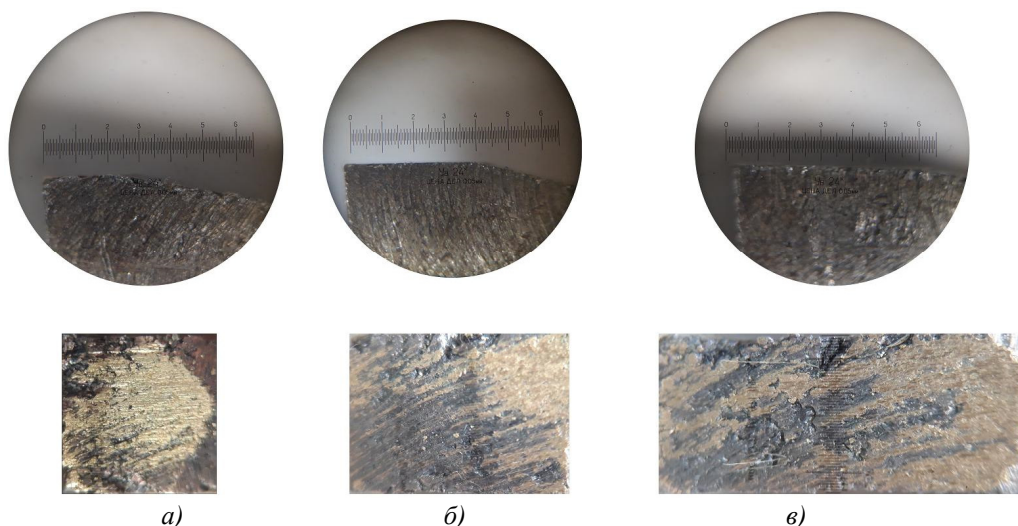


Рис.2. Задня поверхня мікрорізиців після ФАБО при довжині L задньої поверхні: а - $L=2$ мм; б - $L=4$ мм; в - $L=6$ мм

Показано (рис.2, а), що ділянка з найменшою площею контакту має найвищий відсоток заповнення площі контакту адгезійним схоплюванням, рівним приблизно 85%.

Також було проведено модельний експеримент із нанесення покриття ФАБО з використанням мікрорізиців із параметрами задньої поверхні 1×3 і $1 \times 1,5$ мм відповідно. Внаслідок зміни ширини задньої поверхні в 2 рази відповідно змінювалися і контактні навантаження. Зміни площі контакту збільшують контактні тиски, помітно підвищуючи суцільність покриття. Встановлено, що при нанесенні антифрикційного покриття ФАБО з великими контактними тисками інтенсивніше протікають адгезійні процеси, підвищуючи суцільність покриття та площу його поширення. Доведено (рис.3), що площа покриття антифрикційним матеріалом на задній поверхні мікрорізиця обернено пропорційна площі задньої поверхні. Водночас слід зазначити, що площа самого покриття практично однакова, незважаючи на різні розміри задньої поверхні. Проте, з позиції інтенсифікації нанесення покриттів, чим менша площа задньої поверхні, тим інтенсивніше наноситься покриття.

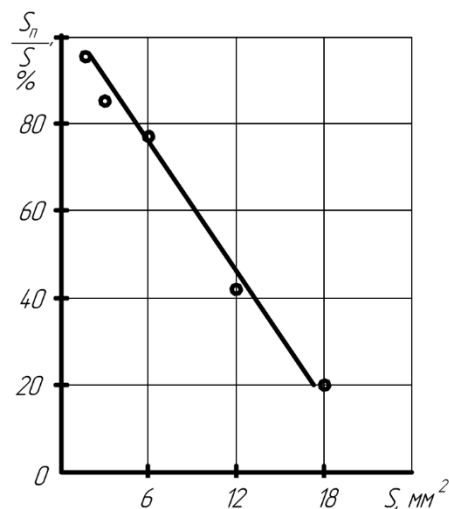


Рис. 3. Залежність відносної площі контакту від площі задньої поверхні при взаємодії мікрорізка з чавуну СЧ20 з латунню Л63

Таким чином, застосування методу теорії подібності і розмірності, відповідно до якого виготовлялися чавунні мікрорізки, уможливило перехід до реальних параметрів мікрорельєфу, його форм і розмірів, створило сприятливі умови для адгезійного схоплювання антифрикційного матеріалу на оброблюваній поверхні, тим самим підвищивши якість утворення покриття фрикційно-механічним методом ФАБО.

Список літератури

1. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями / Э.В. Рыжов, С.А. Клименко, О.Г. Гуцаленко. – К.: Наукова думка, 1994. – 181 с.
2. Ляшенко Б.А. Оптимизация технологии нанесения покрытий по критериям прочности и износостойкости / Б.А. Ляшенко, Е.К. Соловых, В.И. Мирненко и др. – Киев: НАН Украины, ИПП им. Г.С. Писаренко, 2010. – 193 с.
3. Черновол М.И. Способы формирования антифрикционных покрытий на металлические поверхности трения/ М.И. Черновол, И.В. Шепеленко// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету «Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація». 2012. – Вип.25(1). – С. 3-8.
4. Shepelenko, I., Tsekhanov, Y., Nemyrovskiy, Y., Posviatenko, E. (2020): Improving the Efficiency of Antifriction Coatings by Means of Finishing the Antifriction Non-abrasive Treatment. In: Tonkonogiy V. et al. (eds) Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, Springer, Cham, pp. 289-298.
5. Shepelenko I. The study of surface roughness in the process of finishing anti-friction non-abrasive treatment. Problems of Tribology, 2020. V. 25, № 1/95, pp. 34–40.

Intensification of the process of applying anti-friction coatings

Shepelenko Ihor, Nemyrovskiy Yakiv, Posvyatenko Eduard

Using the method of the theory of similarity and dimensions, as well as a model experiment on the contact interaction of surfaces during the application of antifriction coatings by finish antifriction non-abrasive treatment (FANT), adhesion processes were studied in the contact zone «brass tool - machined surface». To intensify the process of applying an antifriction coating, purposeful formation of optimal sizes of microroughnesses of the treated surface is proposed. Geometric modeling of the back surface of the micro-cutter, which is a separate microroughness, made it possible to go over to the real parameters of the microrelief and establish their optimal shapes and sizes to create favorable conditions for the adhesion of the antifriction material to the treated surface, increasing the quality of the formation of the antifriction coating by the friction-mechanical FANT method.

Keywords: finish antifriction non-abrasive treatment, microrelief, adhesion, antifriction coating.