

УДК 62-932.4

Ковалевський С. В., Мовчан І. С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ВИРОБІВ

Основною метою технологічних процесів сучасного машинобудування є забезпечення формоутворення деталей з високою точністю, низькою шорсткістю робочих поверхонь, високими параметрами міцності та зносостійкості. До того ж постійно зростаючий рівень конкуренції в галузі машинобудування вимагає випуску високоякісної продукції з якнайменшою собівартістю. Особливого значення набувають технології фінішної обробки, які безпосередньо впливають на комплекс фізико-механічних властивостей поверхні деталей.

Абразивна обробка є одним з основних методів отримання точних поверхонь деталей машин. Зважаючи на постійно зростаючі вимоги до точності обробки деталей машин стає очевидною перспективність розвитку процесів абразивної обробки. Їх універсальність і гнучкість забезпечує їм переваги перед іншими способами отримання високоточних складнопрофільних поверхонь деталей машин.

Найбільш ефективним методом є комбінована абразивна обробка, заснована на використанні еластичної зв'язки чи незакріпленого абразиву. Одним із перспективних способів забезпечення високої якості робочої поверхні є технологія магнітно-абразивної обробки. Цей метод простий у виконанні, екологічно чистий, забезпечує високу якість оброблених поверхонь деталей. Проте застосування даного методу забезпечує тільки отримання заданих параметрів точності оброблених поверхонь, але не забезпечує експлуатаційні властивості поверхонь, такі як зносостійкість, мікротвердість.

Саме тому виникає необхідність у подальшому розвитку досліджень у цьому напрямку та розробці нових способів комбінованої абразивної обробки, які забезпечують високу продуктивність виробництва при досягненні заданої якості і високих експлуатаційних властивостей складнопрофільних поверхонь деталей машин [1, 2].

Метою роботи є підвищення продуктивності обробки та зносостійкості оброблених складнопрофільних поверхонь шляхом комбінованої абразивної обробки.

Значимість даної роботи полягає в дослідженні можливості застосування електромагнітно-абразивної обробки для отримання високої точності складно-профільних поверхонь і зміцнення деталей машин замість традиційних методів термічної обробки та шліфування, що дозволяє поліпшити якість і конкурентоспроможність продукції, що виготовляється, а також знизити собівартість її виготовлення.

Розвиток сучасної техніки, створення машин і агрегатів вимагає розробки нових технологічних процесів, що забезпечують якість, високі експлуатаційні властивості та товарний вигляд продукції, що випускається, здатної конкурувати в умовах ринкової економіки.

Важливою умовою вирішення цих завдань є вдосконалення і розвиток фінішної обробки, зокрема абразивної. Одним з ефективних методів є комбінована обробка. У роботах А. П. Бабічева, М. А. Тамаркіна, В. А. Лебедева, Ю. П. Анкудімова [1] розкриваються принципи побудови комбінованих методів обробки (МО), їх класифікація та різновиди. Автори пишуть, що створення комбінованих МО ґрунтується на одночасному використанні різних видів енергії і спричинених ними відповідних фізико-хімічних ефектів, способів підводів їх у зону обробки, комбінуванні обробляючих інструментів.

Використання комбінованих МО призводить до підвищення, як продуктивності обробки, так і якості деталі. У ряді випадків освоєння комбінованих способів обробки дозволяє досягти нових технічних ефектів, наприклад, значно збільшити міцність, зносостійкість та інші експлуатаційні параметри деталей [2].

Методика досліджень [3, 4] передбачає вивчення впливу технологічних режимів на показники мікротвердості та шорсткості складнопрофільних поверхонь в результаті використання для їх обробки методу електромагнітно-абразивної обробки.

Для проведення досліджень була реалізована наступна структурна схема експериментальної установки, що наведена на рис. 1.

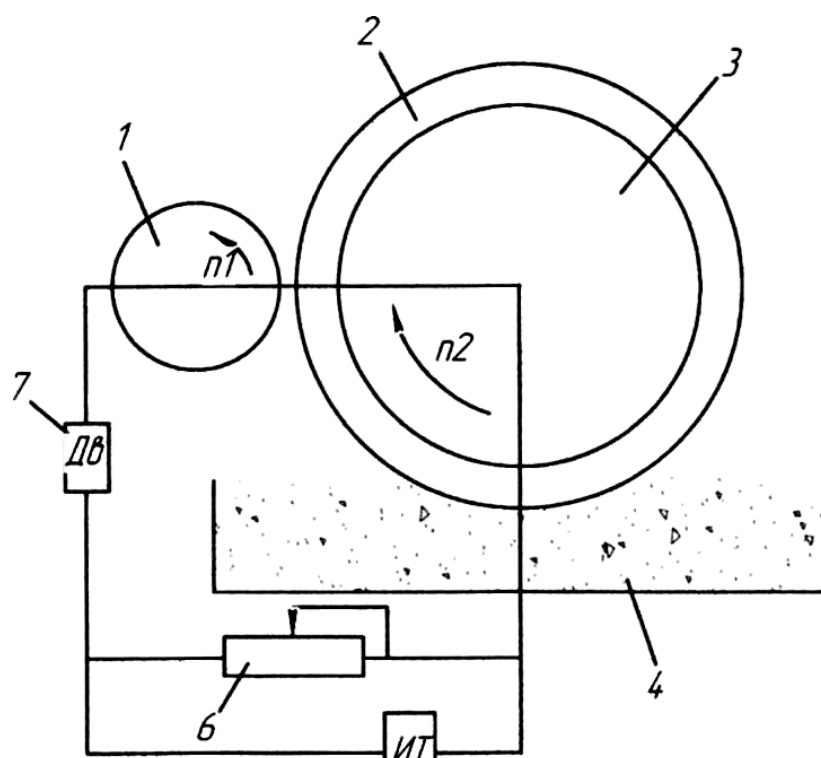


Рис. 1. Схема експериментальної установки для проведення комбінованої абразивної обробки:

1 – заготовка; 2 – барабан; 3 – магніт постійний; 4 – кювета; 5 – джерело струму; 6 – реостат; 7 – електродвигун

У якості ріжучого інструменту використовується барабан з магнітом діаметром 75 мм, що приводиться до обертання від окремого електродвигуна.

Для забезпечення кращого ефекту затримки абразивного порошку та зменшення ймовірності його осипання, на периферії магнітного кола, за допомогою алмазного надфілю, було зроблено насічки, які й забезпечили бажаний ефект.

Для проведення експериментального дослідження використовувалась заготовка складного профілю зі сталі 45 ГОСТ 1050-88. З попередніми параметрами шорсткості поверхні $Ra = 1,25$ мкм, мікротвердості 165 кг/мм³.

Були прийняті наступні фактори, що змінювались:

- сила струму I – 1, 3, 5 А;
- частота обертання інструменту n – 500, 1500, 2500 об/хв;
- процентний вміст абразиву – 5, 20, 35 %.

Перед проведенням експериментів виконувалась рандомізація дослідів, тобто обирались їх випадкова послідовність. Досліди проводились у 3 серії.

Вміст абразивного порошку у феромагнітній абразивній масі складав: для першої серії дослідів – 5 %, для другої – 20 %, для третьої – 35 % від загальної маси.

Виміри шорсткості поверхневого шару заготовки після обробки виконували за допомогою електронного вимірювача шорсткості – профілометра TR-100.

Вимірювання мікротвердості поверхневого шару заготовки проводились мікротвердоміром ПМТ-3, методом вдавлювання в досліджуваний матеріал алмазного наконечника Вікєрса з квадратною основою чотирьохгранної піраміди, що забезпечує геометричну і механічну подібність відбитків по мірі заглиблення індентора під дією навантаження.

Отримані результати експериментальних досліджень були піддані подальшій обробці з використанням методу нейромережевого моделювання, який дозволив розширити ряд отриманих значень, таким чином збільшивши якість та ретельність результатів досліджень, що проводились. В даному випадку використання програмного середовища NeuroPro 0,25 дозволило розширити кількість отриманих значень з 27 до 82.

За результатами експерименту за допомогою програмного забезпечення NeuroPro0,25 було побудовано математичну модель на основі нейромережного моделювання, де входними симптомами виступали сила струму (I), процентна частка абразивного матеріалу (Ab), частота обертання інструменту (N), а кінцевим синдромом – твердість поверхні деталі (HB) та її шорсткість (Ra). Була побудована одношарова мережа з початковою кількістю нейронів – 10, яка зменшувалась в ході спрощення мережі.

У ході проведення досліджень були виконані експерименти з вивчення впливу технологічних режимів на показники мікротвердості та шорсткості поверхні деталі після електромагнітно-абразивної обробки. Було виконано три серії дослідів, за усередненими результатами яких побудовані графіки залежностей мікротвердості і шорсткості від технологічних режимів. Графіки що ілюструють вплив сили струму та процентної частки абразиву на шорсткість поверхні наведені на рис. 2–4.

Аналізуючи графічні залежності наведені на рис. 2–4, бачимо, що при 5 %-вій частці вмісту абразивного матеріалу у суміші з металевою стружкою найменшим досяжним є значення шорсткості $Ra = 0,82$ мкм. При 20 %-вій частці вмісту абразивного матеріалу у феромагнітній абразивній масі досягається значення шорсткості $Ra = 0,63$ мкм. При 35 %-вій частці вмісту абразивного матеріалу у феромагнітній абразивній масі досягається значення шорсткості $Ra = 0,60$ мкм.

На всіх графіках чітко простежується така закономірність, що зі збільшенням значень сили струму та частоти обертання інструменту шорсткість обробленої поверхні деталі зменшується.

Отже, очевидним є той факт, що використання методу електромагнітно-абразивної обробки, чинить сприятливий ефект на шорсткість оброблюваної поверхні. Найліпші значення параметра шорсткості були досягнуті в ході експерименту при силі струму $I = 5$ А, частоті обертання інструменту $N = 2500$ об/хв та відсотковому вмісті абразивного матеріалу 35 %, хоча більша тенденція зниження значення шорсткості спостерігалась при вмісті 20 % абразивного матеріалу, тож не виключено, що при проведенні більш ретельних досліджень в галузі електромагнітно-абразивної обробки може виявитись що саме 20 % абразивного матеріалу у суміші з металевою стружкою дадуть максимально досяжний ефект по зниженню шорсткості оброблюваної поверхні.

Розглянемо вплив електромагнітно-абразивної обробки на параметр оброблюваної поверхні – мікротвердість. Графіки що ілюструють вплив сили струму та процентної частки абразиву на мікротвердість поверхні наведені на рис. 5–7.

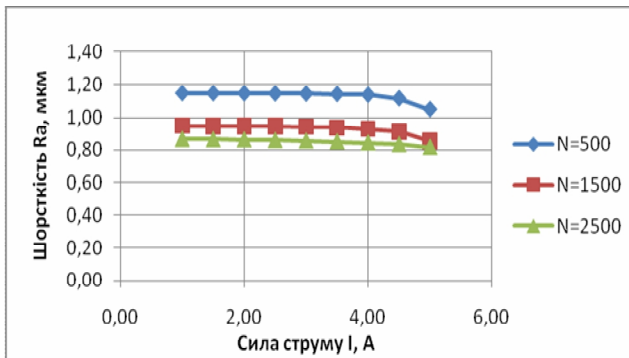


Рис. 2. Залежність шорсткості від сили струму при 5 % абразиву

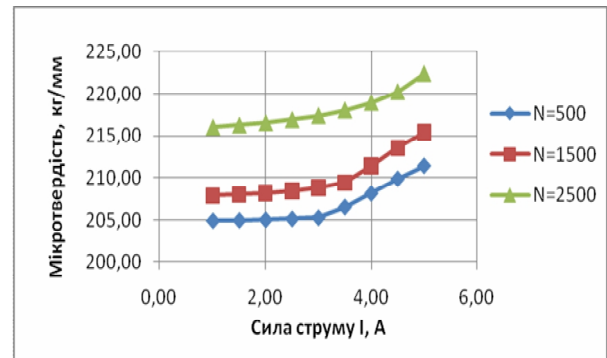


Рис. 5. Залежність значення мікротвердості від сили струму при 5 % абразиву

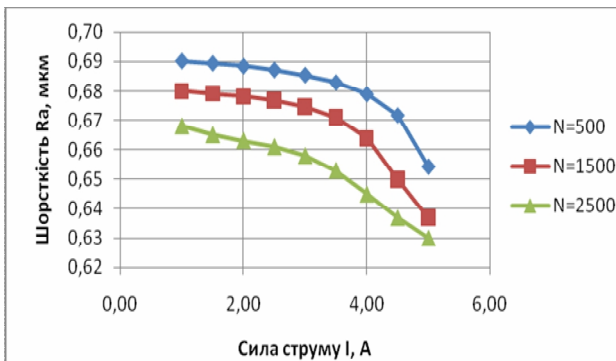


Рис. 3. Залежність шорсткості від сили струму при 20 % абразиву

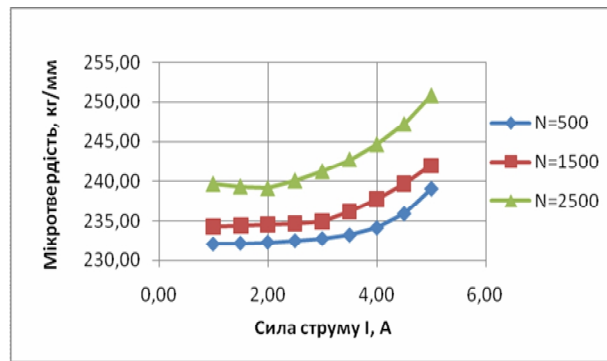


Рис. 6. Залежність значення мікротвердості від сили струму при 20 % абразиву

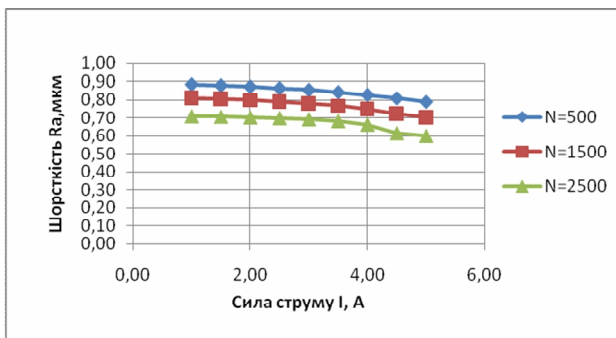


Рис. 4. Залежність шорсткості від сили струму при 35 % абразиву

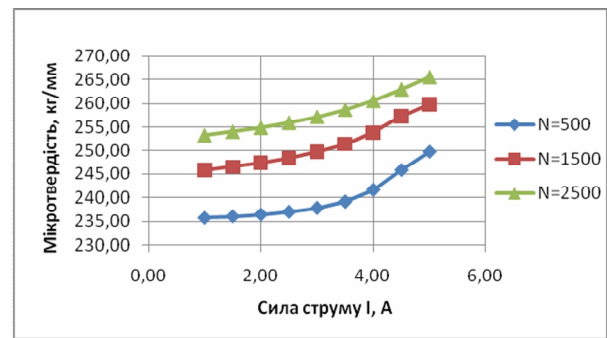


Рис. 7. Залежність значення мікротвердості від сили струму при 35 % абразиву

Аналізуючи графічні залежності наведені на рис. 5–7, бачимо, що при 5 %-вій частці вмісту абразивного матеріалу у суміші з металевою стружкою найбільшим досяжним є значення мікротвердості 222,39 кг/мм³. При 20 %-вій частці вмісту абразивного матеріалу у феромагнітній абразивній масі досягається значення мікротвердості 250,78 кг/мм³. При 35 %-вій частці вмісту абразивного матеріалу у феромагнітній абразивній масі досягається значення мікротвердості 265,50 кг/мм³.

Отже, підсумуємо результати дослідження впливу методу електромагнітно-абразивної обробки на мікротвердість поверхонь, що оброблювались. Згідно результатів аналізу отриманих графічних залежностей, очевидним та беззаперечним є той факт, що електромагнітно-абразивна обробка суттєво підвищує значення параметру мікротвердості поверхні деталі що оброблюється. Таке підвищення спостерігається при збільшенні значення сили струму та збільшенні частоти обертання інструменту.

Відзначимо, що найбільш стрімке зростання значень мікротвердості спостерігається після позначки $I = 4$ А, тож не виключено що з подальшим збільшенням сили струму можливо буде досягнути ще більшого ефекту зростання значень мікротвердості.

До того ж варто зазначити що відмінність значень при $N = 2500$ об/хв від $N = 500$ об/хв є дуже суттєвою у всіх трьох випадках проведення дослідів за різної кількісної частки абразивного матеріалу, тож очевидно що значення частоти обертання інструменту $N = 2500$ об/хв є найбільш задовільним.

В цілому, усі використовувані в проведеному дослідженні технологічні режими показали наявність позитивного ефекту від застосування методу електромагнітно-абразивної обробки.

А отже, ми прийшли до того, що необхідно більш заглиблено та ретельно продовжувати дослідження впливу методу електромагнітно-абразивної обробки на якісні характеристики оброблюваних поверхонь, щоб більш чітко показати беззаперечні переваги і необхідність у застосуванні цього методу у виробництві.

ВИСНОВКИ

За результатами виконаної роботи було:

– розроблено методику проведення досліджень, що дозволяє дослідити закономірності впливу електромагнітно-абразивної обробки на показники шорсткості та мікротвердості складнопрофільних поверхонь оброблюваної деталі в залежності від змінюваних технологічних параметрів обробки;

– проведені експериментальні дослідження, а також побудована на їх основі нейромерева модель процесу впливу електромагнітно-абразивної обробки показують, що даний метод обробки призводить до покращення показників шорсткості оброблюваної поверхні та зміцнення поверхневого шару деталі, що оброблюється;

– обробка експериментальних даних і встановлення ступеня впливу технологічних режимів на якість обробленої поверхні виконувалися за допомогою методу нейромережевого моделювання, завдяки якому було:

– встановлено зв'язок технологічних режимів з показниками якості обробленої поверхні, який був представлений у вигляді графічних залежностей;

– на основі системного підходу до оптимізації визначено технологічні можливості електромагнітно-абразивної обробки для сталі 45 ГОСТ 1050-88: отримання мікротвердості поверхні в інтервалі 204,97–265,50 кг/мм³, шорсткості в інтервалі Ra 1,15–0,60 мкм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Физико-технологические основы методов обработки / Под ред. А. П. Бабичева. – 2006 г. – 416 с.
2. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов / Е. Н. Маслов. – 1974. – 320 с.
3. Кане М. М. Основы научных исследований в технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / М. М. Кане. – Минск : Вышш. шк., 1987. – 231 с.
4. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А. А. Спиридонов. – М. : Машиностроение, 1981. – 184 с.