



УДК 621.9.02

**VIBRO-MAGNETIC-ABRASIVE PROCESS SUPER HARD CERAMICS
ПРОЦЕС ВІБРО-МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ НАДТВЕРДОЇ
КЕРАМІКИ****Burlakov V.I./Бурлаков В. І.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-1826-6486

Priazovsky State Technical University,

Mariupol, Universytetska, 7, 87500

Приазовський державний технічний університет,

Маріуполь, Університетська, 7, 87500

Анотація. У статті порушено проблему оброблення надтвердої кераміки щодо використання її у якості різальних пластин та запропоновано спосіб, за допомогою якого дану проблему можливо вирішити. Описано процес видалення стружки та розташування у робочій камері різального інструменту. Показано, що за допомогою притирання є можливість отримати належну якість поверхні зразків, що оброблюються. Показані переваги нового вібро-магнітно-абразивного способу щодо оброблення різальних пластин із надтвердої кераміки. Описано стан поверхні надтвердої кераміки після 120 хвилин оброблення вібро-магнітно-абразивним способом. Надана схема сил, при взаємодії яких є можливість оброблення даним способом саме надтвердої кераміки.

Ключові слова: надтверда кераміка, притирання, вібро-магнітно-абразивний спосіб, різальні пластини, вібрація, робоча камера, магнітне поле, мікрорізання.

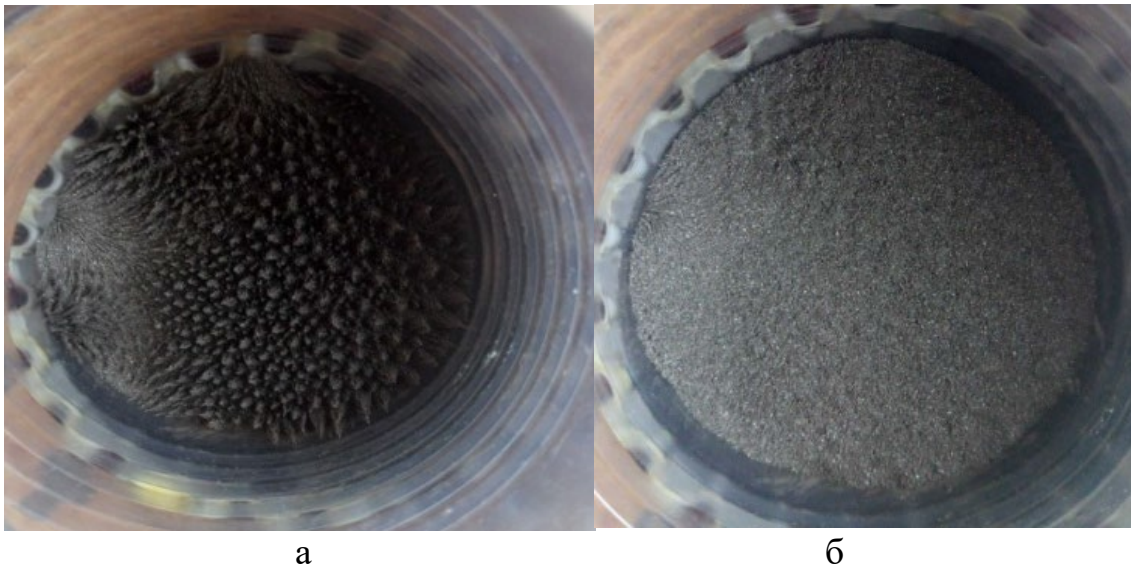
Вступ

У зв'язку з тим, що останнім часом металообробна промисловість зазнає швидкого розвитку, виникає проблема у створенні сучасних різальних інструментів, які б могли забезпечити подальше зростання якості оброблюваної поверхні та продуктивності обробки. Матеріалом, який би забезпечував таке зростання, може стати надтверда кераміка на основі кубічного нітриду бору, з якої будуть вироблені різальні пластини. Але, для обробки таких пластин і забезпечення якості обробленої поверхні необхідний принципово новий спосіб оброблення. Таким способом, на думку автора, може стати вібро-магнітно-абразивне оброблення (ViMAO).

Основний текст

При вібро-магнітно-абразивному обробленні знімання матеріалу з оброблюваних зразків здійснюється абразивом в результаті переміщення деталей щодо робочого середовища під дією вібрації і магнітного поля. Магнітне поле змушує абразивний матеріал вибудовуватися у гнучкі вертикальні стовпчики, уздовж яких, завдяки дії вібрації, проходять зразки з надтвердої кераміки. Зображення таких стовпчиків інструменту і проміжків між ними видно на рис. 1б (вид зверху).

При віброабразивному обробленні, яке було взято за основу завдяки деяким позитивним параметрам, в результаті дії вібраційної сили знімання матеріалу здійснюється за рахунок одночасного впливу трьох механізмів - сколювання, стирання і мікрорізання [1].



а – до включення магнітного поля; **б** – після включення магнітного поля
Рисунок 1 - Вид робочої камери із завантаженням

Сколювання відбувається при зіткненні одиничних виступів зерен абразиву з деталлю; стирання відбувається при взаємному, майже паралельному переміщенні деталей і наповнювача, мікрорізання - супроводжується зняттям з деталей найтонших стружок.

З усіх зазначених вище механізмів знімання металу найбільший обсяг видаленого матеріалу відбувається при мікрорізанні.

Таким чином, в основу віброабразивної обробки повинен бути покладений процес мікрорізання, який здійснюється різальними виступами абразивних зерен і забезпечує суттєве підвищення продуктивності.

Але згаданий вище механізм обробки має і ряд недоліків, а саме: у зв'язку з наявністю руйнування сколюванням, деталь піддається мікроударам, які залишають на поверхні оброблюваної деталі мікропоглиблення, що веде до погіршення якості поверхні. Процес мікрорізання, в свою чергу, залишає на деталі мікробороздки в результаті зняття стружки, що також погіршує якість обробленої поверхні. І, нарешті, наявність мікроударів приводить до зміни мікроструктури кераміки.

Уникнути перерахованих недоліків можна шляхом накладення магнітного поля на робочу камеру, збільшуючи тиск абразивних гранул на поверхню, що оброблюється. При цьому збільшується частка механізму стирання або притирання, яка забезпечує підвищення якості обробленої поверхні, дозволяє виключити або зменшити негативний вплив процесу сколювання, тобто виключити наявність мікроударів по поверхнях деталей і, тим самим, покращити геометрію зразків [2].

ВіМАО дозволяє здійснювати оброблення зовнішніх поверхонь (саме різальних пластин з надтвердої кераміки). За допомогою магнітного поля в робочих зазорах формується абразивний інструмент із магнітно-абразивного порошку (у якості абразивного порошку був використано феромагнітний порошок ФЕРОМАП 200/100 мкм з додаванням штучних алмазів УДА у кількості 20% від загальної маси абразиву і гранул Al_2O_3 для утримання на їх



поверхні за рахунок тертя штучних алмазів) і створюються сили різання, а необхідні заготовкам робочі рухи надаються мотором-вібратором. При такій обробці утворюється своєрідний абразивний інструмент, що може копіювати форму оброблюваної поверхні. Жорсткістю цього інструменту можна управляти, змінюючи напруженість магнітного поля в робочих зазорах, що може збільшувати чи зменшувати кількість видаленого матеріалу (продуктивність процесу). Магнітне поле утримує порошок в зазорах і притискає його до оброблюваної поверхні. Необхідні для обробки рухи різання - осциляцію уздовж осі - надають пластинам за допомогою віброприводу.

Якщо порівняти сутність процесу притирання і вібро-магнітної обробки, то можна побачити схожість в описі і результаті.

Як відомо, притирання - це зняття найтонших шарів металу за допомогою дрібнозернистих абразивних порошоків в середовищі мастила або алмазних паст, нанесених на поверхню інструменту (притиру) [3].

Як показали експерименти, це один з найбільш точних способів оброблення поверхні деталей із надтвердої кераміки. В результаті такого оброблення видаляються з поверхні оброблюваної деталі всі нерівності, а також нерівності, що з'явилися в результаті попередньої обробки, при одночасному досягненні дуже високого ступеня точності площини.

Сутність процесу притирання при ВіМАО полягає в тому, що зернами абразивного матеріалу та штучними алмазами дрібної фракції, які розташовуються або на поверхні феромагнітного порошку, або на гранулах Al_2O_3 , з поверхні знімаються нерівності, і вона набуває необхідної точності і чистоти.

У цьому випадку найбільший обсяг матеріалу, що знімається, припадатиме, як вже було сказано раніше, на механізм притирання, який і лежить в основі вібро-магніто-абразивного оброблення (ВіМАО), при якому реалізується процес притирання, що нагадує собою процес ручної обробки матеріалів.

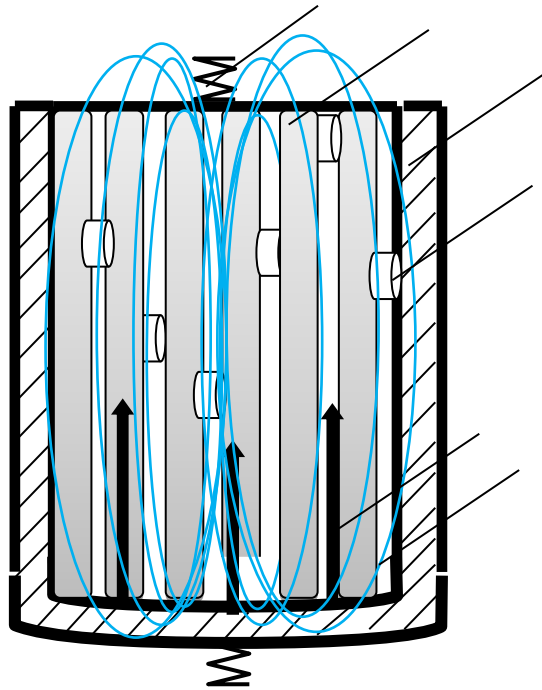
Через відсутність жорсткого кінематичного зв'язку між деталлю і інструментом, швидкості руху деталей під дією вібрації є різними (рис. 2). Завдяки вібраційному впливу пластини з надтвердої кераміки будуть проходити між стовпчиками інструменту через ущільнений абразив, і швидкість їх проходження через абразивні зерна буде залежати від ступеня ущільнення абразивних стовпчиків. Таким чином, буде відбуватися процес інтенсивної або помірної обробки різальних пластин, причому, в будь-якій частині робочої камери в залежності від того, куди вібраційний вплив зміг доставити таку пластину в конкретний момент часу, цей процес буде однаковим за якістю та продуктивністю.

Поверхня деталі після ВіМАО не має мікротріщин і спрямованих рисок, характерних для звичайних методів механічної обробки, а являє собою однорідну поверхню зі злегка округленою кромкою (рис. 3), яка забезпечує наявність стискаючих напружень в надтвердій кераміці і зведену майже до мінімуму наявність напружень, що розтягують.

Аналізуючи мікрофотографію, можна зробити висновок, що при 120

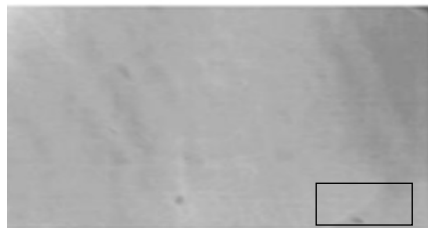


хвилинах оброблення ВіМАО на поверхні спостерігається одинична кількість рисок, практично відсутня хвилястість. У цьому є відмінна риса ВіМАО. На рис. 4 наведена профілограма поверхні різальної пластини з приведеною шорсткістю поверхні.



1 – робоча камера; 2 – зразки з ПНТМ; 3 - напрямок дії вібрації; 4 – стовпчики інструменту; 5 – лінії електромагнітного поля; 6 – пружні опори.

Рисунок 2 - Схема руху зразків в робочій камері при дії магнітного поля та віброприскоренні



обробка 120 хвилин, зразок з надтвердої кераміки на основі КНБ з амплітудою вібрації 5 мм та магнітній індукції 1,2 Тл.

Рисунок 3 - Поверхня зразку із надтвердої кераміки, що пройшла обробку ВіМАО



амплітуда вібрації 5
мм (Ra 0,11).

Рисунок 4 - Профілограма поверхні, яка оброблена з амплітудою вібрації 5 мм та магнітній індукції 1,2 Тл.

Тиск абразивного інструменту на деталь має бути рівномірним і достатнім для забезпечення обробки, що і повинно бути при ВіМАО. При притиранні, а



отже, і при ВіМАО, небажано допускати сильного нагріву деталі та приладдя, що може служити причиною зміни фізико-механічних властивостей або зміни геометрії деталі. Для охолодження пристрою передбачений вентилятор.

Висновки.

Було запропоновано новий вид фінішної обробки поверхонь різальних композитів за рахунок використання процесу вібро-магнітно-абразивної обробки. Стан поверхні, яка оброблювалась, аналізуючи мікрофотографії, має однорідний вигляд, це підтверджує якість поверхні ($Ra\ 0,11$). Найбільший обсяг матеріалу, що знімається, припадатиме на механізм притирання.

Список використаних джерел:

1. Бабичев А. П. Основы вибрационной технологии / А. П. Бабичев, И. А. Бабичев. – Ростов-на-Дону, 2008. – 694 с.
2. Майборода В.С. Джулій Д.Ю. Аналіз умов магнітно-абразивного оброблення багатограних непереточуваних твердосплавних пластин при їх довільному розташуванні в робочих зонах установки типу кільцева ванна/ В.С. Майборода, Д.Ю. Джулій // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету ім. М. Остроградського, 2008. – №1. – С. 44 – 55.
3. Рогов В.А. Сравнительный анализ механической обработки сверхтвердых керамических материалов/ Рогов В.А., Шкарупа М.И., Гришин Д.К. //Вестник РУДН. Серия «Инженерные исследования».-2008.-№2.- С.15-21.

References.

1. Babichev A.P. Osnovy vibratsionnoy tekhnologii [Fundamentals of vibration technology]/ A.P. Babichev, I. A. Babichev. - Rostov-on-Don, 2008. -- 694 p.
2. Mayboroda V.S. Doslidzhennya vlastivostey mahnitno abrazyvnoho instrumentu sformovanomu z sumishey poroshkiv [Prescription of the power of magnetically abrasive tool molded from the sum of powders] / V.S. Mayboroda // Protsey mekhanichnoyi obrobky v mashynobuduvanni. Zbirnyk nauk. prats' ZHDTU.- Zhytomyr: ZHDTU, 2009. - Vip.6. - S.144 - 159.
3. Rogov V.A. Comparative analysis of the machining of superhard ceramic materials.[Sravnitel'nyy analiz mekhanicheskoy obrabotki sverkhтвердыkh keramicheskikh materialov] / V.A. Rogov, M.I. Shkarupa, D.K. Grishin Vestnik RUDN. Series "Engineering Studies" .- 2008.-№2.- P.15-21.

Abstract The article touches upon the problem of processing super hard ceramics in connection with its use as cutting inserts and proposes a method by which such a problem can be solved. Both the process of removing the chips and the location of the cutting tool in the working chamber are described. It is shown that with the help of lapping it is possible to obtain the proper surface quality of the processed samples. The advantages of a new vibration-magnetic-abrasive method for processing cutting inserts from super hard ceramics are shown. Both the process of removing the chips and the location of the cutting tool in the working chamber are described. It is shown that with the help of lapping it is possible to obtain the proper surface quality of the processed samples. The advantages of a new vibration-magnetic-abrasive method for processing cutting inserts from super hard ceramics are shown. The state of the surface of super hard ceramics after 120 minutes of vibration-magnetic-abrasive treatment is described. The article provides a diagram of the forces, in the interaction of which there is a possibility of such processing of cutting inserts made of super hard ceramics.

Keywords: Super hard ceramics, lapping, vibration-magnetic-abrasive method, cutting plates, vibration, working chamber, magnetic field, microcutting.

Статья отправлена: 04.09.2021 г. © Бурлаков В.І.