

НОВІТНІ НАПРАЦЮВАННЯ В ОТРИМАННІ ЗА ЗАСТОСУВАННІ ШОРСТКИХ ТА ПОРИСТИХ АЛМАЗІВ (ОГЛЯД)

При розгляді питань алмазно-абразивної обробки, коли мова йде про зерна шліфпорошків алмазів в алмазному інструменті, то зазвичай їх розглядають як суцільний матеріал. Це в певній мірі справедливо для зерен алмазів високої міцності АС160–АС400, а ось для зерен невеликої міцності АС6–АС20, характерних для застосування в шліфувальному інструменті для машинобудування, звичайною є їх певна природна дефектність у вигляді певної поруватості та наявної шорсткості їх поверхні, що нами більш детально викладено у монографії [1].

В даній роботі ми основну увагу приділяємо питанням сучасних розробок (за останні 4 роки), пов'язаних із виявленням особливостей природної або спрямованої набутої дефектності зерен синтетичних алмазів, які є у науковій літературі [2–6].

В статті [2] показано, що пористі алмази мають унікальні перспективи застосування завдяки шорсткій розвиненій поверхні, великому співвідношенню площі поверхні до об'єму і високій здатності до самозаточування. Пористі алмази зазвичай отримують за допомогою методів мікрохвильового плазмохімічного осадження з парової фази (MPCVD) або шляхом травлення перехідними металами. В [2] повідомляється про досить простий та ефективний метод вирощування великих пористих монокристалічних алмазів міліметрового масштабу із застосуванням методів високого тиску і високої температури (НР-НТ). Ріст пористих кристалів алмазу обумовлений мінімізацією поверхневої енергії за рахунок прикріплення маленьких кристалів до великої поверхні затравочного кристалу у металічному розчиннику.

В статті [3] доведено позитивні ефекти від застосування пористих алмазів. Звичайний алмаз має такий недолік, як погане самозаточування при шліфуванні. Крім того, він погано змочується керамічною зв'язкою, що призводить до меншого зчеплення зв'язуючого з алмазом. Для вирішення цих проблем в [3] методом термохімічної корозії був отриманий новий тип пористого алмаза з високими властивостями до самозаточування. Виявлено значне збільшення об'єму пор та питомої поверхні пористого алмаза, а також були поліпшені сила утримання та змочування пористих зерен керамічною зв'язкою (рис. 1). Пористі алмази значно збільшили ефективність і точність шліфування. Так, у порівнянні із звичайними алмазними інструментами пористі показали підвищення ефективності шліфування на 29,6 %, зниження величини коефіцієнта шліфування на 15,5 % та шорсткості оброблюваної поверхні на 27,5 %, а також зменшення кількості подряпин на поверхні оброблюваної кремнієвої пластини [3].

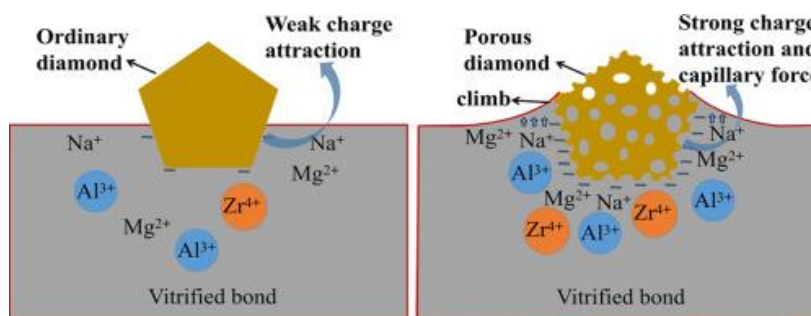


Рис. 1. Зміна особливостей змочування зерен пористих алмазів у керамічній зв'язці [3]

В роботі [4] звернена увага на збільшення величини міжфазної теплопередачі на таких шорстких (пористих) алмазах. Розуміння механізму міжфазної теплопередачі є ключем до поліпшення теплопровідності алмазно-мідних композитів. Алмазні частинки травилися розчином солі для отримання різної шорсткої поверхні, а надалі покривалися подвійними шарами вольфраму і міді. Надалі спіканням при гарячому пресуванні отримували композити алмаз/мідь. При шорсткості поверхні алмаза у 11,1 мкм, отримана максимальна теплопровідність 602 Вт·м⁻¹·К⁻¹, що на 12 % вище, ніж у неpotrаvлених композитів алмаз/мідь. Шорсткість значно збільшує площу контакту між алмазом і мідною матрицею, забезпечуючи більше каналів теплопередачі і вторинний процес теплопередачі на границі поділу алмаз /матриця. Таким чином, отримання композитів з високою теплопровідністю поліпшується за рахунок збільшеної шорсткості поверхні алмазних частинок.

В статті [5] надається приклад іншого впливу на поверхню алмазів для зміни шорсткості їх поверхні. З-за високої твердості і хімічної стабільності алмаза створення мікрорельєфу на його поверхні є певною проблемою. В даній роботі шляхом контактного травлення металом сферичного порошку титану на поверхні синтетичного алмазу були створені рівномірно розподілені мікрорисунки. Досліджений вплив розміру сферичних частинок і температури травлення на розмір і глибину мікрорисунків. Встановлено, що частка узорчатої області на поверхні алмаза зменшується із збільшенням розміру частинок сферичного порошку Ті. Але, як частка площі рисунку на

поверхні алмаза, так і розмір та глибина візерунків збільшується із підвищенням температури травлення. Звернена увага на те, що травлення алмаза було досягнуто із застосуванням порошку Ti без появи графітизації алмаза. Це дозволяє досягти утворення необхідних мікрорисунків на поверхні алмаза, що дозволить розширити області застосування алмаза [5].

Композитні покриття на основі Ni знайшли широке застосування в автомобільній, поліграфічній та аерокосмічній сферах. Однак численні важливі інженерні компоненти вимагають захисних покриттів з підвищеною зносостійкістю. У дослідженні [6] було експериментально перевірено модифікацію морфології поверхні алмазу для підвищення зносостійкості композитних покриттів Ni-алмаз. Застосуванням методу термохімічної корозії отримано новий тип алмазу з шорсткою поверхнею, а композитне покриття Ni-алмаз (№ 2) і композиційне покриття Ni-алмаз з шорсткою поверхнею (№ 3) виготовлено методом електроосадження на постійному струмі (рис. 2). Дослідження свідчить, що алмаз із шорсткою поверхнею має більшу площу поверхні та вищу електронегативність, ніж звичайний алмаз, що покращує адгезію між зв'язком на основі Ni та алмазом із шорсткою поверхнею. Порівняно з покриттям №2 мікротвердість покриття № 3 було збільшено до 613 HV, а коефіцієнт тертя зменшено до 0,63. Завдяки синергетичному впливу підвищеної мікротвердості та міцності з'єднання швидкість зношування композитного покриття № 3 знизилася на 15,6%. Застосування алмазів з шорсткою поверхнею відкриває новий напрямок для розробки нових покриттів з високою зносостійкістю з широкими перспективами застосування.

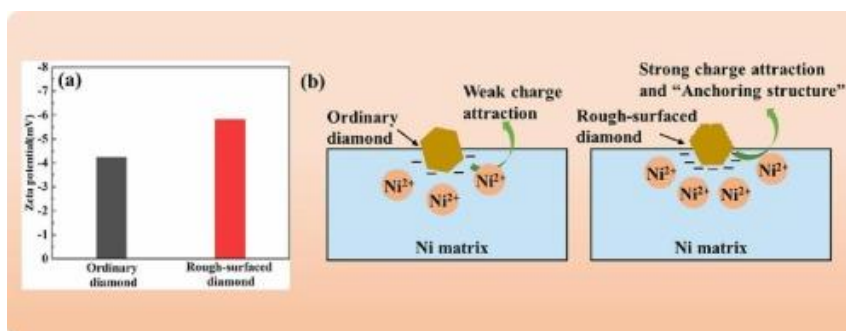


Рис. 2. Отримання композиційного покриття Ni-алмаз з шорсткою поверхнею

Наведені вище напрацювання дозволяють виявити і у подальшому застосовувати ефективні напрямки отримання і застосування шорстких пористих алмазів у шліфувальному інструменті.

Література:

1. Ільницька Г.Д., Лавріненко В.І., Смоквіна В.В. Алмази для шліфувального інструменту, отримані в різних системах / За редакцією д.т.н, професора Лавріненка В.І. – Київ: Наукова думка, 2021. – 167 с.
2. Porous single-crystal diamond / Junpu Wang, Yuzhu Su, Yi Tian, Xiaojun Xiang, Jiawei Zhang, Shuaiqi Li, Duanwei He // *Carbon*. Volume 183, 15 October 2021, Pages 259-266.
3. Research on the bonding properties of vitrified bonds with porous diamonds and the grinding performance of porous diamond abrasive tools / Jian-wei Li, Wen-jun Fang, Long Wan, Xiao-pan Liu, Wei-da Hu, Dan Cao, Kai Han, Ying-ying Li, Yong-gao Yan // *Diamond and Related Materials*. Volume 123, March 2022, 108841.
4. Effect of surface roughening on the interfacial thermal conductance of diamond/copper composites / Xinzhi Wu, Liyang Li, Wei Zhang, Manxin Song, Wulin Yang, Kun Peng. (2019) *Diamond and Related Materials*. V. 98. 107467.
5. Micropatterning of synthetic diamond by metal contact etching with Ti powder / Di Liu, Jian Zhao, Yuzhen Lei, Xiongyao Wang, Wei Fu, Xiaoguo Song, Weimin Long // *Diamond and Related Materials*. Volume 129, November 2022, 109299.
6. A novel strategy for improving the wear resistance of electrodeposited Ni-diamond composite coatings by diamond surface morphology modification / Qiu Hong, Renchen Zhou, Xipeng Guo, Zhe Wang, Shaohui Yin. *Diamond and Related Materials*. Volume 137, August 2023, 110093.