УДК 621.923

А.О.Шепелєв, д.т.н., с.н.с.
О.Є.Дуброва, аспір., м.н.с.
В.Є.Дабіжа, аспір.
Інститут надтвердих матеріалів НАН України (м. Київ, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ.

Проведено дослідження формування металополімерних композитів абразивного інструмента із НТМ із включеннями наповнювачів типу графіту, дисульфід молібдену, фтористого кальцію й ін., та вплив алмазів з покриттям на продуктивність абразивного інструменту при обробці матеріалів з різними фізико-механічними властивостями.

Композиційний матеріал, що застосовується для утриманні надтвердих матеріалів в інструменті називають зв'язкою, що складається із зв'язуючої речовини та наповнювачів. Дослідження закономірностей формування складу зв'язки має визначальне значення для міцності й зносостійкості абразивного інструмента. У виробництві абразивного інструмента застосовують декілька видів зв'язок: металічні, органічні (полімерні) і керамічні.

Основні, що досліджуються в даній роботі є полімерні, металеві та металополімерні із включеннями функціональних наповнювачів.

Полімерні зв'язки — основа фенолформальдегідні смоли рідкі та порошкоподібні з наповнювачами неорганічної природи (кріоліт, пірит, алебастр та ін.). Металеві зв’язки —основа мідь, олово, алюміній, залізо, нікель та інші метали. Металополімерні зв’язки останнім часом відіграють важливу роль у виробництві абразивного інструмента, тому що поєднують в собі переваги полімерних та металевих зв'язок. Зв'язка кругів є активним учасником процесу обробки матеріалів, визначає режим роботи круга і якість обробленої поверхні. У кругах з надтвердих матеріалів стружка впливає на зв'язку, зношуючи її, утворюючи заглиблення навколо зерен НТМ. Якщо зв'язка занадто тверда і міцна, то утворюються занадто малі западини для розміщення стружки й, отже, знижується ріжуча здатність кругів. Якщо ж западини занадто великі, то випадання зерен збільшується, знижується їхня стійкість у зв'язці і, як наслідок випадання великої кількості малозношених зерен, відбувається підвищене зношування круга, але ріжуча здатність круга залишається висока. Для оптимальних умов обробки необхідно вибирати оптимальні характеристики зв'язки, які залежать від багатьох факторів: хімічної взаємодії зв'язки з оброблюваним матеріалом, теплового впливу стружки на зв'язку й ін.

Метою даної роботи є вдосконалення металополімерних композитів абразивного інструменту із НТМ за рахунок введення до композитів певних функціональних наповнювачів [1-3], а також нанесенням на поверхню алмазів покриттів для кращого зщеплення зі зв’язкою та підвищення зносостійкості інструменту [4,5].

Одними з таких функціональних наповнювачів є тверді змазки. Термін “тверді змазки” включає в себе досить широке коло різноманітних твердих речовин неорганічного та органічного походження, що забезпечують змащування поверхонь що труться, тобто запобігають процесам схвачування, засалювання, заїдання та зменшення зносу тіл тертя. Тверді змазки можуть використовуватися у вигляді порошку, твердого покриття та у вигляді самозмащуваних композиційних матеріалів [2].

Перевага твердих змазок в тому, що в порівнянні зі змазками звичайного виду вони являються більш стабільними в важких умовах експлуатації: в агресивних середовищах, високих температурах, великих питомих навантаженнях та інше.

Зниження робочої температури в результаті зменшення тертя буде впливати на утворення стружки — ступінь пластичної деформації стружки буде менше, і витрати енергії зменшаться. Головні труднощі в підборі змазок полягають в тому, що механізм проникнення мастильного матеріалу до поверхні розділу між стружкою та інструментом вивчений недостатньо. Однак є підстави вважати, що після проникнення до поверхні розділу мастильний матеріал діє як граничне змащення, утворюючи міцну плівку, що має більш низький опір здвигу, чим основний метал. З таких позицій доцільно застосовувати мастильні матеріали з противозадирними добавками, що утворять на поверхні деталі тверду мастильну плівку (сульфідну, галоїдну). Можна застосовувати також полярні рідини. Ефективність мастильних матеріалів залежить від властивостей оброблюваного виробу, швидкості різання і подачі.

Аналіз багатьох твердих неорганічних з'єднань із кристалічною будовою показує, що однією з умов можливості застосування речовин в якості твердої змазки є наявність сприятливої структури, що характеризується малою величиною опору руйнуванню її кристалічної решітки у напрямку руху.

Відомо, що введення наповнювачів типу графіту, дисульфіду молібдену, фторопласту, фториду кальцію та ін. дозволяє зменшити зовнішнє тертя і навантаження в зоні обробки інструменту та оброблюваного матеріалу

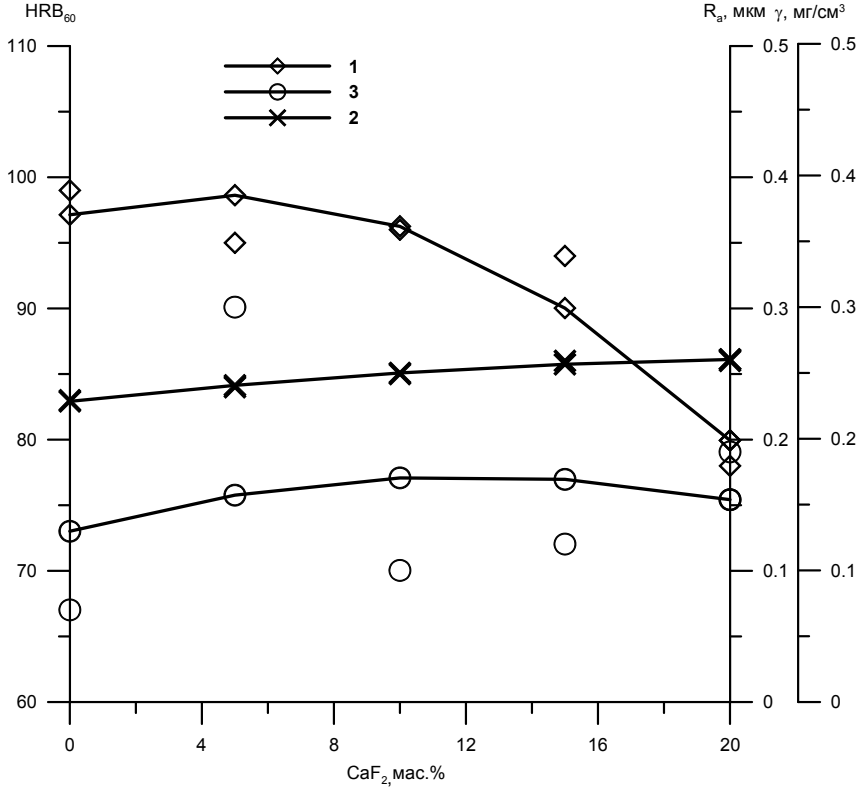
Зменшення зовнішнього тертя та покращення показників ефективності під час роботи інструменту відбувається завдяки структурній будові функціональних наповнювачів, яка забезпечує ковзання шарів один відносно одного. При цьому в зоні обробки зменшуються навантаження на 10-15%. Оптимальні характеристики композиту (рис.1) досягаються за рахунок широкого набору структурних складових його складу та шляхом варіації режимів спікання інструменту.

Досліджено вплив структури і механічні властивості металополімерних композитів різного складу на працездатність абразивного інструменту із НТМ (табл.1) при обробці матеріалів з широким діапазоном фізико-механічних властивостей: інструментальні сталі, тверді сплави, кришталь, каміння та т.п.

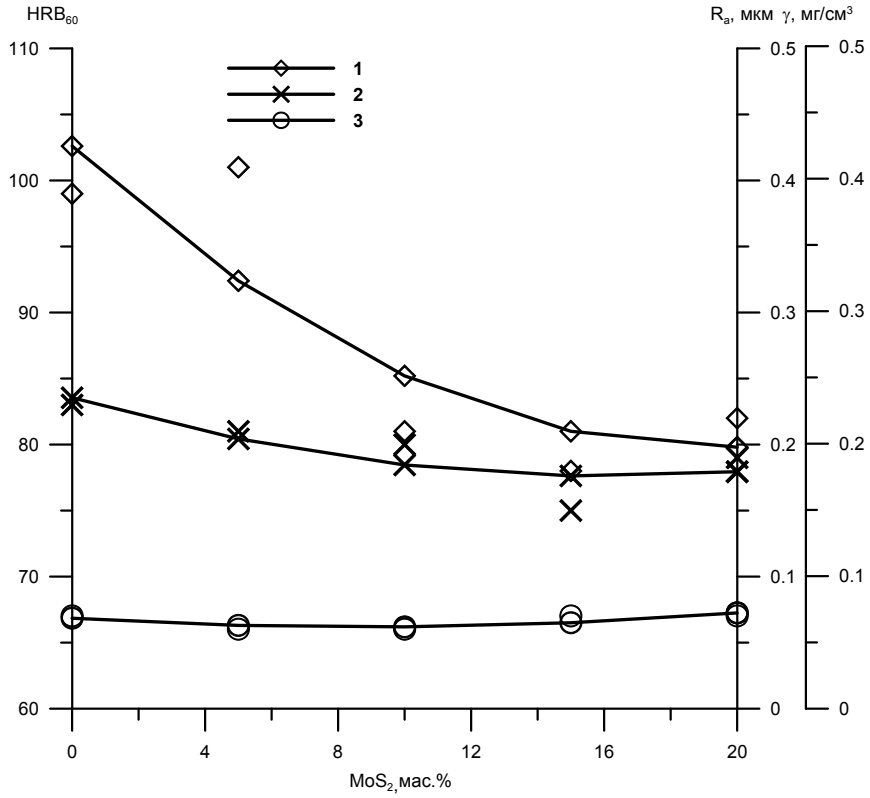
Таблиця.1

Вплив функціональних добавок на показники працездатності алмазних кругів 12А2-45^0 125х5х3

Вміст функціональної добавки), мас.% (оброблювальний матеріал		HRB_{60}	Відносні витрати НТМ, мг/г	Шорсткість R_a, мкм
MoS_2 (Т15К6)	0	97	1,40	0,31
	5	95	0,38	0,29
MoS_2 (кришталь)	0	97	0,02	0,55
	5	95	0,01	0,47
MoS_2 (Р18)	0	97	1,40	0,34
	5	95	0,87	0,30
	10	81	1,04	0,25
CaF_2 (ВК6)	0	99	1,57	0,32
	5	95	1,41	0,31
	10	94	0,76	0,25
BN (ВК6)	0	99	1,57	0,32
	5	74	0,34	0,30
	10	60	0,55	0,22
$C_{гр}$ (ВК6)	0	99	1,57	0,32
	5	76	0,70	0,16



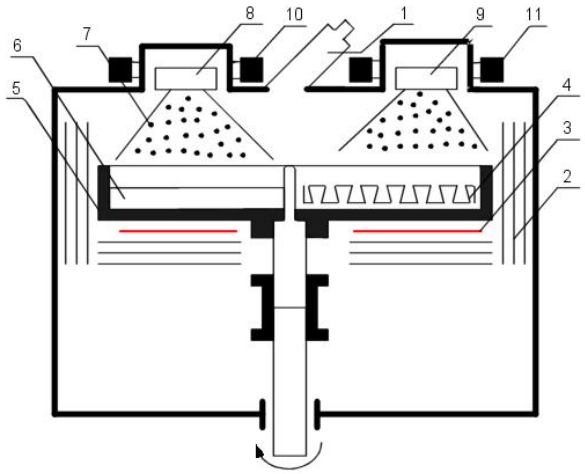
а)



б)

Рис.1. Вплив MoS_2 (а) та CaF_2 (б) на показники працездатності алмазних кругів 12А2-45^0 125х5х3.
1 — HRB_{60}, 2 — пит. витрати алмазів, мг/см^3, 3 — R_a, мкм.

Для покращення зщеплення алмазів із зв'язкою та підвищенню працездатності шліфувальних кругів на алмази наносять багатошарові покриття. Такі покриття одержують за допомогою електродугового або магнетронного розпилення (рис.2), які досить широко використовуються для різного роду абразивного інструменту [6].



1—прометр «Смотрич»
2—теплові екрани
3—нагрівач
4—механізм для перемішуванню алмазного порошку
5—ємкість для алмазного порошку
6—алмазний порошок
7—паровий потік
8,9—електро-дугові випарники
10,11—електромагнітні котушки

Рис.2. Схема вакуумної установки ВУ-2МБС.

Такі покриття являють собою багатошарову композицію, що складається із шарів, що чергуються, одного з матеріалів із числа нітридів, карбідів, карбонитридов і т.д. товщиною 1-3 мкм. і прошарків чистого пластичного металу товщиною не більше 0,1 мкм.

Головне завдання тонкого металевого прошарку — забезпечення повної релаксації внутрішніх напружень, що виникають у покритті як при остиванні після їхнього одержання, так і внутрішніх напружень, що утворяться при нагріванні й охолодженні абразивного інструменту при його експлуатації.

Одержання конденсатів багатошарових композицій $\underline{TiC+TiN+TiO_2}+\ \underline{TiC+TiN+TiO_2}+TiN$ (TiC, TiO_2, Ti) здійснювалося з використанням 2-х електродугових випарників. Матеріалом катода був Ti або сплав TiC, TiO_2, TiN. Як реакційні гази застосовували азот і пропан бутан. Матеріал підкладки — нержавіюча сталь. Струм дуги становив 100А, напруга зсуву на підкладку 30В. Попереднє нагрівання підкладки відбувалося за рахунок нагрівачів і процесу конденсації з іонним бомбардуванням.

Отримані результати досліджень та реальні умови використання абразивного інструменту із НТМ показали, що застосування композитів оптимального складу в абразивному інструменті із НТМ дозволяє підвищити його продуктивність в 2…3 рази та стійкість 1,2…1,5 рази.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Смазочно-охлаждающие* технологические средства для обработки металлов резанием: Справ. / под ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинара. — М.: Машиностроение, 1986. — 352 с.
2. *Смазочные* материалы: Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справ. / Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А. Буяновский и др. — М.: Машиностроение, 1989. — 224 с.
3. *Ларишин В.П., Гречиха А.А., Якимов А.В.* Твердые технологические смазки для абразивного инструмента // Інструментальний світ. — 2002.— №2 . — С.33-34.
4. 1. *P. Holubar, M. Julex, M. Sima.* Present and possible future application of superhard nanocomposite coatings // Proc. Int. Conf. on Metalurgical Coatings and thin Films, ICMCTF USA, San Diego, 2000
5. 2. *Veprek S.* New development in superhard coatings: the superhard nanocrystaline-amorphous compositics // Thin Solid Films-1998- 317, 449 - 454.
6. *Антонюк В.С., Дигам М.С.* Новое в формировании упрочняющих покрытий фрикционных поверхностей // Сучасне машинобудування, 1999.-№1. – С. 105-110.

ШЕПЕЛЄВ Анатолій Олександрович — доктор технічних наук, старший науковий співробітник, заступник генерального директора з виробничої діяльності та науки, Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:
- технологія абразивної обробки;
- інструменти з надтвердих матеріалів;
- вібраційне шліфування.

Тел.: (044) 430-35-18

E-mail: wheel@ism.kiev.ua

ДУБРОВА Олександр Євгенович — аспірант, молодший науковий співробітник, Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:
- інструменти з надтвердих матеріалів на полімерних зв’язках;
- композиційні матеріали.

Тел.: (044) 430-35-29.

E-mail: wheel@ism.kiev.ua

ДАБІЖА Віктор Євгенович — аспірант, Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України.

Наукові інтереси:
- інструменти з надтвердих матеріалів;
- вакуумне напилення покриттів на алмази;
- вакуумне устаткування.

Тел.: (044) 432-95-56.

E-mail: ekma@svitonline.com

А.А. Шепелев, А.Е. Дуброва, В.Е. Дабижа Исследование закономерностей формирования металлополимерных композитов на основании сверхтвердых материалов.

Проведены исследования формирования металлополимерных композитов для абразивного инструмента из СТМ, с включениями наполнителей типа графит, дисульфид молибдена, фтористого кальция и др., и влияние алмазов с покрытием на производительность абразивного инструмента при обработке материалов с различными физико-механическими свойствами.

A.A.Shepelev, A.E.Dubrova, V.E.Dabizha Examination of regularities of forming metal-polymeric composites on a foundation of superhard materials.

Influence of diamonds with a coverage on productivity of an abrasive tool is explored influences of structure and mechanical properties of metal-polymeric composites for an abrasive tool from SHM, with inserts of filling compounds of type graphite, disulfide molybdenums, fluoric calcium, etc., and at handling materials with different physicomechanical properties.