

В.М. Волкогон, д.т.н., проф. ¹,
С.К. Аврамчук, к.т.н., с.н.с. ¹,
Ю.О. Федоран, к.т.н., с.н.с. ¹,
А.В. Кравчук, к.т.н., с.н.с. ¹,
Т.В. Павличук, м.н.с. ¹,
В.С. Антонюк, д.т.н., проф. ²,
К.І. Аврамчук, маг. ²,
Інститут проблем матеріалознавства імені І.М.Францевича
Національної академії наук України ¹,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" ²

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТІВ НА ОСНОВІ ВЮРТЦИТНОГО НІТРИДУ БОРУ З АЛМАЗНОЮ СКЛАДОВОЮ КОМПОЗИТУ

Сучасні надтверді інструментальні матеріали визначають розвиток нових і вдосконалення відомих методів формування робочих поверхонь виробів і надають можливість продуктивної механічної обробки найбільш висококомірних і важкооброблюваних конструкційних матеріалів, питома частка яких в машинобудуванні постійно зростає. При цьому великої уваги заслуговують процеси фінішної механічної обробки, які характеризуються не тільки продуктивністю процесу, але й необхідністю формування в поверхневих шарах виробів стану, що забезпечує їх максимальну працездатність [1].

Висока твердість і міцність надтвердих матеріалів на основі вюртцитного нітриду бору свідчать про можливість їх ефективного застосування на практиці – при механічній обробці широкого спектру сталей і сплавів, деталі з яких працюють у високонавантажених парах тертя, при цьому високі фізико-механічні властивості інструментальних композитів розширюють можливості створення нових ефективних і високопродуктивних технологій механічної обробки та нових напрямків застосування [2].

Метою даної роботи є вивчення впливу вмісту алмазної складової в композиційному надтвердому матеріалі на основі вюртцитного нітриду бору на стійкість інструменту.

Отримані після спікання полікристали композиту з вюртцитного нітриду бору з алмазною складовою обробляли по контуру на круглошліфувальному верстаті мод. ЗК12 в спеціальному пристосуванні, після чого закріплювали в оправці токарного правого прохідного різця Γ -подібним притискачем під кутом, що забезпечувало геометрію її різальної частини $\alpha_{\text{повзд.}} = 6^\circ$, $\gamma_{\text{повзд.}} = 6^\circ$.

В обробленому вигляді пластини були круглої форми діаметром $D = 7$ мм, товщиною $S = 3,18$ мм зі зміцнюючою фаскою $0,2 \times 20^\circ$ на різальній кромці, позначення пластини RNMN0703M0.

Дослідження різальних властивостей пластин здійснювали на токарному універсальному верстаті мод. 16K20. Оброблюваним матеріалом при випробуваннях була сталь ШХ15 ДСТУ 4738:2007 загартована до 61...63 HRC у вигляді циліндричної заготовки діаметром 88...95 мм, довжиною 300 мм. При випробуваннях стійкості полікристалічних надтвердих матеріалів до ударних навантажень в процесі обробки використовували заготовки, на бічній поверхні яких виконано повздовжній паз шириною 4 мм.

Випробування проводили з режимами – швидкість різання $V = 75$ м/хв та 150 м/хв., глибина різання $t = 0,2$ мм; 0,5 мм і подача $S = 0,12$ мм/об; 0,15 мм/об. Критерієм стійкості інструменту при точінні загартованої сталі прийнято величину зносу різальної пластини по задній поверхні $h_3 = 0,4$ мм.

Для випробувань використовували експериментальні зразки композиційних полікристалічних надтвердих матеріалів на основі системи «вюртцитний нітрид бору-алмаз», які вміщували 10 мас % алмазної складової трьох типів:

- «Тип 1» – композиційний матеріал на основі BN_v до складу якого входили алмази статичного синтезу 0,1 / 0 мкм, спечений при $T = 1600$ °С;
- «Тип 2» – композиційний матеріал такого ж складу, спечений при $T = 2000$ °С;
- «Тип 3» – композиційний матеріал на основі вюртцитного нітриду бору та алмазів статичного синтезу 10/7 мкм, спечених при $T = 1800$ °С.

Відповідно до збільшення температурних параметрів отримання композитів фазовий склад матричного матеріалу на основі нітриду бору змінювався в напрямку зростання вмісту сфалеритного нітриду бору.

Якщо при $T = 1600$ °С вмісту сфалеритного нітриду бору складав 60 % об. то при $T = 1800$ °С вюртцитний нітрид бору повністю перетворювався в $\text{BN}_{\text{сф}}$. Подальше підвищення температури спікання до $T = 2000$ °С сприяє збиральній рекристалізації сфалеритного нітриду бору, при цьому в системі з алмазом має місце взаємодія компонентів суміші – «нітриду бору-алмазу».

Вивчення характеру і особливостей процесу зношування та стійкості різального інструменту із композиту систем « BN_v – алмаз» здійснювали при повздовжньому точінні зразків із загартованої сталі ШХ15 ДСТУ 4738:2007 твердістю HRC 61...63.

Встановлено, що точіння загартованих сталей супроводжується зносом різця як по задній, так і по передній поверхні, знос по задній поверхні характеризується наявністю пилкоподібних борозен, напрям яких співпадає з напрямом вектора швидкості різання, що характерно для зношування різального інструменту із композита–10 [3].

Величина зносу визначалась як середнє за результатами п'яти випробувань кожної пластини.

В таблиці показано оптичне зображення характеру зношення різальної кромки пластин різного складу з композиту «BN_в – алмаз» в режимі безперервного гладкого точіння і при точінні з ударом сталі ШХ15 ДСТУ 4738:2007 (HRC 61...63).

Таблиця 1.

Знос різальної кромки пластин основі вюрцитного нітриду бору з алмазною складовою

Тип компози- позити- ту	Склад композиту: «BN _в + алмаз»	Температура спікання	Точіння з ударом	Гладке точіння
			V = 75 м/хв, t = 0,2 мм	V = 150 м/хв, t = 0,5 мм
1	BN _в +0,1/0 мкм	T = 1600°C		
2	BN _в +0,1/0 мкм	T = 2000°C		
3	BN _в +10/7 мкм	T = 1800°C.		

В таблиці приведено характер зносу різальних пластин композитів трьох типів: на основі BN_в з алмазами статичного синтезу 0,1 / 0 мкм («Тип 1», «Тип 2»), отримані при різних температурах спікання, а також композит на основі вюрцитного нітриду бору та алмазів статичного синтезу 10/7 мкм («Тип 3»).

На рисунку показано знос різальних пластин з композиту «BN_в – алмаз» при безперервному гладкому точінні (а) від режимів різання V= 150 м/хв, t = 0,5 мм і точінні з ударом (б) при V= 75 м/хв, t = 0,2 мм

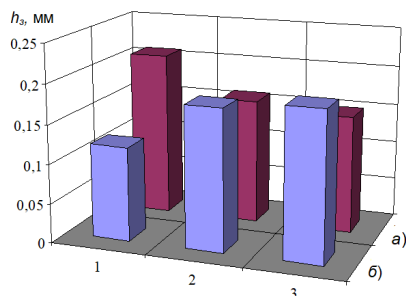


Рис. 1. Інтенсивність зносу різальних пластин з композиту «BN_в – алмаз» при безперервному гладкому точінні (а) і при точінні з ударом (б); 1 – композит «Тип

Проведені експериментальні дослідження різального інструмента на основі композиційного матеріалу системи «вюрцитний нітрид бору - алмаз» показали, що ефективність застосування композиту визначається складом та умовами його отримання при високих тисках та температурах.

Висновки В результаті проведених експериментів встановлено, що присутність в композиті алмазної складової впливає на величину контактної температури в зоні різання обумовленою сукупністю теплових імпульсів на вершинах контактуючих мікронерівностей, сприяючи розсіюванню тепла і обумовлює вищу стійкість інструмента при гладкому точінні.

При обробці загартованої сталі з ударними навантаженнями найкращі показники працездатності показали зразки, отримані при T = 1600 °C, які містили алмази статичного синтезу 0,1/0 мкм, пояснюється визначальним фактором фазового стану матричної складової композиту.

При обробці загартованої сталі ШХ15 ДСТУ 4738:2007 (HRC 61...63) в режимі безперервного точіння встановлено, що кращі результати стійкості показали зразки які включали алмази статичного синтезу 10/7 мкм та були отримані при T = 1800 °C, в діапазоні температур, які сприяють протіканню збиральної рекристалізації матеріалу, так як матрична складова повністю представлена сфалеритним нітридом бору.

Література:

1. Barandych, K.S., Vysloukh, S.P. & Antonyuk, V.S. Ensuring Fatigue Life of Parts During Finish Turning with Cubic Boron Nitride Tools. *J. Superhard Mater.* 40, 206–215 (2018). <https://doi.org/10.3103/S1063457618030085>
2. Федоран Ю.А., Волкогон В.М., Антонюк В.С., Аврамчук С.К. Влияние структурного состояния ПСТМ на основе вюрцитного нитрида бора на их эффективность при тонком точении закаленных сталей // Наноинженерия. – М.: Машиностроение. – 2014. – №5. – с.28–34. <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1286926>
3. Высокопроизводительная чистовая обработка деталей из сталей высокой твердости / С. А. Клименко, А.С. Манохин, М.Ю. Копейкина, С. Ан. Клименко, Ю.М. Мельничук, А.А.Чумак; Под ред. С. А. Клименко. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2018. – 304 с.