

Дослідження процесів обробки

УДК 621.9: 621.923

В. І. Лавріненко

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля

НАН України, м. Київ, Україна

lavrinenko@ism.kiev.ua

Пористість і водопоглинання композитів інструментального призначення як чинники підвищення зносостійкості шліфувальних кругів з НТМ. Повідомлення 3. Керамічні різальні композити

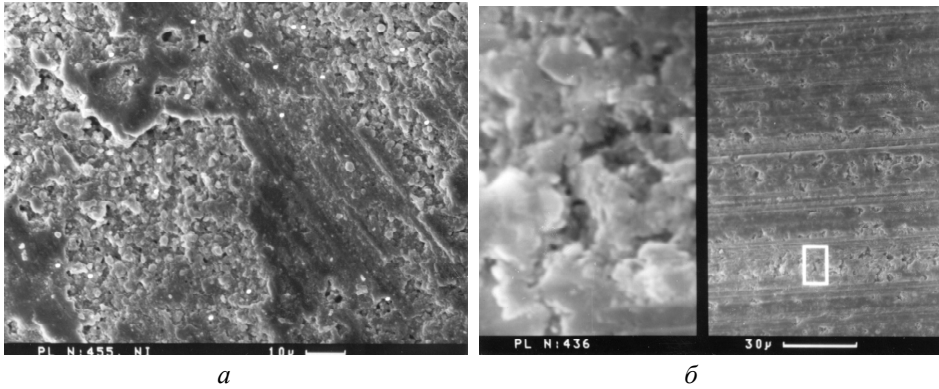
Вперше показано, що наявність пористого простору в інструментальних кераміках дозволяє за рахунок водопоглинання впливати на процес алмазної обробки таких керамік, насамперед на покращення їх оброблюваності. Встановлено, що для оксидно-карбідних керамік ефективний термін попереднього просочування водою складає 48 год. Для менш пористих керамік термін просочування збільшується, наприклад, для оксидної кераміки складає 96 год, а для металокераміки – 192 год.

Ключові слова: оксидно-карбідна кераміка, оксидна кераміка, ефект водопоглинання, пористий простір, зносостійкість.

У попередніх роботах [1, 2] автором вперше визначено умови використання пористого простору абразивних композитів з надтвердих матеріалів за рахунок дії ефекту водопоглинання для підвищення зносостійкості шліфувального інструменту. Водночас пористий простір існує також і в композитах інструментального призначення, які досить важко піддаються обробці шліфувальним інструментом, тому доцільно вивчити умови застосування пористого простору для покращення оброблюваності таких композитів під дією ефекту водопоглинання.

З відомих інструментальних композитів – твердих сплавів, полікристалічних надтвердих матеріалів та інструментальних керамік – лише останні мають пористе середовище, яке може поглинати рідину. Але у науковій літературі інформації про такі дослідження не виявлено, тому метою даної роботи було дослідження впливу попереднього водопоглинання керамічних інструментальних композитів на зносостійкість алмазних шліфувальних кругів і шорсткість оброблюваної поверхні.

Аналіз поверхні оброблених оксидно-карбідних керамік засвідчив, що в їх об'ємі існує пористе середовище, яке практично не використовується для підвищення ефективності алмазного шліфування при обробці (рисунк).



Пори на поверхні обробленої оксидно-карбідної кераміки ВОК60 (а) і ВОК71 (б).

Розглянемо, як змінюються експлуатаційні показники процесу шліфування алмазними кругами керамічних пластин SNUN-150812 з оксидно-карбідної кераміки ВОК60, просочених водою з різними термінами витримки. Дослідження проводили при шліфуванні з охолодженням кругом 12А2-45° 150×10×3×32 на полімерній зв'язці АС4 МА 100/80 В1-13 100 за продуктивності 1000 мм³/хв (табл. 1). Реєстрували наступні показники процесу шліфування: q_p – відносні витрати алмазів в кругах при шліфуванні, мг/г; $N_{\text{эф}}$ – ефективну потужність шліфування, кВт; Ra – параметр шорсткості поверхні, що піддавалася обробці, мкм; Sm – середній крок мікронерівностей по базовій лінії, мкм; t_{50} – відносну опорну довжину профілю мікронерівностей на рівні 50 % R_{max} , %.

Таблиця 1. Показники процесу шліфування (за продуктивності 1000 мм³/хв) кераміки ВОК60 при різних термінах її просочування

Показники процесу шліфування	Стан кераміки				
	Вихідний (сухий)	Просочування, год			
		4	16	24	48
q_p , мг/г	0,62	0,62	0,56	0,53	0,39
Ra , мкм	0,26	0,25	0,29	0,32	0,35
Sm , мкм	61,2	40,3	47,2	48,8	53,6
t_{50} , %	72,9	75,0	80,0	74,0	85,8

Аналіз табл. 1 показав, що зі збільшенням терміну просочування керамічних пластин спостерігається тенденція до зниження зносу кругів, але найбільше знижуються відносні витрати алмазів в кругах при терміні просочування дві доби. Видно, що просочування впродовж 4 год майже не впливає на параметри обробки, тобто просочування кераміки під час шліфуванні з охолодженням водою не встигає привнести зміни в процес обробки. Водночас звернемо увагу, що параметр Ra зростає, а Sm навпаки зменшується, на відміну від звичайного для кераміки зростання зі збільшенням Ra [3]. Крім того, при просочуванні зростає наповненість профілю мікронерівностей. Автор

вважає, що це означає зміну механізму руйнування кераміки при просочуванні – відколюється більш дрібні її блоки.

Було досліджено зміну експлуатаційних показників алмазних шліфувальних кругів при шліфуванні просочених водою пластин SNUN-120408 з оксидно-карбідної кераміки ВОК60 з меншими розмірами при більших термінах їх попередньої витримки у воді та більшій продуктивності обробки. Шліфування проводили вище вказаним алмазним кругом з охолодженням за продуктивності 1350 мм³/хв (табл. 2).

Таблиця 2. Показники процесу шліфування (за продуктивності 1350 мм³/хв) кераміки ВОК60 при різних термінах її просочування

Показники процесу шліфування	Стан кераміки				
	Вихідний (сухий)	Просочування, год			Просушування, год
		24	48	96	
q_p , мг/г	0,72	0,55	0,55	0,73	0,60
Ra , мкм	0,29	0,27	0,30	0,27	0,32
Sm , мкм	50,8	41,4	41,1	42,8	48,0
t_{50} , %	56,3	78,2	76,9	65,7	74,1

Але збільшення терміну просочування понад 48 год не є позитивним. Таку ж тенденцію автор спостерігав при просочуванні абразивних композитів (див. [1]), тобто перевищення 48-годинного терміну просочування, як абразивних композитів, так і керамічних різальних композитів, є не бажаним. Підтвердженням є те, що після 96 год просочування наступне просушування вже через 24 год фактично повертає показники на рівень просочування у 48 год. Водночас показник шорсткості поверхні (висотний параметр Ra) майже не змінюється, а кроковий параметр зменшується. Крім того, при просочуванні також зростає наповненість профілю.

Для перевірки отриманих результатів проведено додаткові експерименти при шліфуванні вище вказаним алмазним кругом оксидно-карбідної кераміки ВОК71 (SNUN-120408) за продуктивності 1200 мм²/хв. У вихідному стані відносні витрати алмазів у крузі при шліфуванні склали 0,84 мг/г, а після просочування кераміки водою впродовж 24 год – 0,59 мг/г, що підтверджує попередні результати. Оксидно-карбідна кераміка (сполучення оксиду алюмінію і карбиду титану) є гарячепресованою, тому також було досліджено шліфування оксидної кераміки ВО13 (яка на 99 % складається з оксиду алюмінію і є холодно пресованою). Досліджували зміну експлуатаційних показників алмазних шліфувальних кругів при шліфуванні просочених водою керамічних пластин SNUN-150812 з оксидної кераміки ВО13 при великих термінах їх попередньої витримки у воді. Дослідження проводили при шліфуванні вище вказаним алмазним кругом з охолодженням за продуктивності 1000 мм³/хв (табл. 3).

Для оксидної кераміки термін просочування, за яким ефект водопоглинання стає помітним, збільшується (див. табл. 3) і водночас дещо зменшується ефективна потужність шліфування. Для зменшення терміну просочування оксидної кераміки було досліджено застосування для просочування не чистої води з рН8, а води з доданням 1 % (за масою) Na₂CO₃ (рН10) і вплив такого просочування на зносостійкість круга. Просочування оксидної кераміки протягом 96 год у такому розчині дозволило знизити більш ніж у 2 рази витрати

алмазів у крузі при її шліфуванні. Цей ефект додатково був перевірений при шліфуванні оксидно-карбідної кераміки ВОК60 кругом за продуктивності $500 \text{ мм}^3/\text{хв}$. Встановлено, що після 48 год просочування водою кераміки відносні витрати алмазів при її обробці склали $0,47 \text{ мг/г}$, а після просочування впродовж такого ж часу у содовому розчині – $0,36 \text{ мг/г}$. Тобто додавання соди знижує знос алмазних кругів. Водночас цей ефект вимагає окремого дослідження, оскільки вода після просочування кераміки і процесу шліфування надалі випарується з внутрішнього пористого простору, а сода залишається в порах і її вплив у подальшому на зносостійкість самої керамічної пластини вимагає подальших досліджень.

Таблиця 3. Показники процесу шліфування (за продуктивності $1000 \text{ мм}^3/\text{хв}$) кераміки ВО13 при різних термінах її просочування

Показники процесу шліфування	Стан кераміки				
	Вихідний (сухий)	Просочування, год			
		48	72	96	96*
q_p , мг/г	3,9	4,0	4,5	2,8	1,04
$N_{\text{еф}}$, кВт	0,50	0,48	0,45	0,44	0,53

* Просочування у воді з додаванням 1 % (за масою) Na_2CO_3 .

Досліджено також шліфування після просочування металокераміки (безвольфрамового твердого сплаву ТН20, складається з карбіду титану і металічної нікелевої зв'язки), що має найменшу пористість з розглянутих вище керамік. Шліфували з охолодженням пластини SNUN-120408 зі сплаву ТН20 вище вказаним алмазним кругом за продуктивності $480 \text{ мм}^3/\text{хв}$. Термін просочування пластин у воді, враховуючи попередні результати для кераміки ВО13 (див. табл. 3), складав 192 год (табл. 4).

Таблиця 4. Показники процесу шліфування (за продуктивності $480 \text{ мм}^3/\text{хв}$) безвольфрамового твердого сплаву ТН20 вихідного і з просочуванням

Показники процесу шліфування	Стан металокераміки	
	Вихідний (сухий)	Просочування, 192 год
q_p , мг/г	2,9	2,3
$N_{\text{еф}}$, кВт	0,4	0,4
Ra , мкм	0,22	0,19
Sm , мкм	53,2	53,8
t_{50} , %	69,9	71,6

З табл. 4 видно, що просочування водою впродовж 8 діб сплаву ТН20 впливає при його шліфуванні на зносостійкість алмазного круга. При цьому інші показники процесу шліфування фактично не змінюються, можливо тому, що механізм руйнування металокераміки при обробці не такий, як чистої кераміки.

Отже, наявність певного пористого простору в інструментальних кераміках дозволяє за рахунок водопоглинання покращити процес їх алмазної обробки. Встановлено, що для оксидно-карбідних керамік ефективний термін попереднього просочування водою складає 48 год, для менш пористих керамік, наприклад оксидної, такий термін просочування складає 96 год, а для металокераміки – 192 год.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Використання пористого простору інструментальних композитів за рахунок ефекту водопоглинання як чинника зміни їх зносостійкості вперше досліджено автором у даній і попередніх [1, 2] роботах.

Досліджено процес водопоглинання кругами з абразивовмісними композитами і показано, що для досягнення помітного підвищення зносостійкості кругів термін водопоглинання повинен бути не меншим доби, а найбільше підвищення зносостійкості спостерігається при просочуванні водою не менше двох діб.

Аналогічний термін водопоглинання (дві доби) необхідний для оксидно-карбідних керамік, що піддаються обробці алмазними кругами. Після закінчення терміну просочування позитивний ефект триває не менше доби для кругів на керамічних і полімерних зв'язках і не менше п'яти діб на металічних.

Процес заморожування робочого шару круга, просоченого водою, дозволяє значно збільшити термін дії ефекту просочування, адже навіть після фактично двох місяців після заморожування знос круга залишається істотно нижчим від вихідного.

Попереднє водопоглинання інструментальними кераміками дозволяє покращити процес їх алмазної обробки.

Тобто, існує можливість за рахунок застосування такого екологічно чистого способу, як водопоглинання композиційними матеріалами, досягти суттєвого підвищення зносостійкості інструменту з надтвердих матеріалів.

Впервые показано, что наличие пористого пространства в инструментальных керамиках позволяет за счет водопоглощения влиять на процесс алмазной обработки таких керамик, то есть улучшает их обрабатываемость. Установлено, что для оксидно-карбидных керамик такая эффективная продолжительность предварительной пропитки водой составляет 48 ч. Для менее пористых керамик продолжительность пропитки увеличивается, например, для оксидной составляет 96 ч, а для металлокерамики – 192 ч.

Ключевые слова: оксидно-карбидная керамика, оксидная керамика, эффект водопоглощения, пористое пространство, износостойкость.

For the first time it is shown that the presence of a porous space in instrumental ceramikh allows water absorption due to Japanese influence on the process of diamond processing such ceramic, i.e. improves their workability. Found that for Tin-karbidnih ceramic such effective term of preliminary soaking water is 48 hours. For the less porous ceramic oxide, for example, that the duration of the Ness should be 96 impregnation, and ceramic – 192 hours.

Keywords: tin-karbidna ceramics, oxide ceramics, the effect of water absorption, porous space, properties of the composites, wear resistance.

1. Лавріненко В.І. Пористість і водопоглинання композитів інструментального призначення як чинники підвищення зносостійкості шліфувальних кругів з НТМ. Повідомлення 1. Абразивні композити з НТМ. *Надтверді матеріали*. 2019. № 2. С. 74–82.
2. Лавріненко В.І. Пористість і водопоглинання композитів інструментального призначення як чинники підвищення зносостійкості шліфувальних кругів з НТМ. Повідомлення 2. Заморожування води в пористому просторі композитів з НТМ. *Надтверді матеріали*. 2019. № 3. С. 57–61.
3. Лавріненко В.І., Новіков М.В. Надтверді абразивні матеріали в механообробці: енциклопедичний довідник / під заг. ред. М.В. Новікова. Київ: ІНМ НАН України, 2013. 456 с.

Надійшла до редакції 13.06.18

Після доопрацювання 13.06.18

Прийнята до опублікування 18.12.18