

І.В.Лещук, канд. техн. наук, Київ, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПЕЦІАЛЬНИХ СЕКТОРНИХ КРУГІВ З РІЖУЧИМ ШАРОМ, ЩО ЧЕРГУЄТЬСЯ У КОЛОВОМУ НАПРЯМКУ**

*Досліджені особливості зміни експлуатаційних показників спеціальних секторних кругів з ріжучим шаром, що чергується у коловому напрямку. Показано, що сумарний ефект, який полягає у застосуванні зниженої зернистості вставок – 63/50 та збільшенні твердості основного шару, дозволяє у порівнянні із стандартними кругами підвищити їх зносостійкість.*

*Исследованы особенности изменения эксплуатационных показателей специальных секторных кругов с чередующимся в окружном направлении режущим слоем. Показано, что суммарный эффект, когда применяется сниженная зернистость вставок – 63/50 и повышенная твердость основного слоя, позволяет повысить износостойкость таких кругов.*

I. V. LESHUK


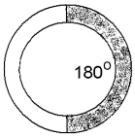
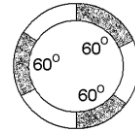
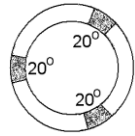
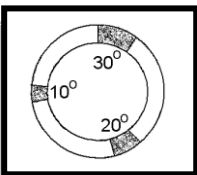
*RESEARCH OF CHANGE FEATURES OF WORKING CAPACITY PARAMETERS OF SPECIAL SECTOR CIRCLES WITH THE CUTTING LAYER, ALTERNATING IN A DISTRICT DIRECTION*

*The features of changes in sectoral performance indicators special wheels with cutting layer, alternating in circumferential direction. Shown that the overall effect is to use a reduces grain inserts – 63/50 and increase the hardness of the main layer, allows for a comparison with the standard wheel increase their durability.*

Відомо [1, 2], що ріжуча здатність кругів з НТМ при високопродуктивній обробці з часом знижується і круг потребує відновлення цієї здатності для забезпечення продуктивної і якісної обробки. В роботі [3] нами було визначено, що для умов, коли необхідно забезпечити спрямований вплив на ріжучу здатність шліфувальних кругів з НТМ необхідно мати багатосекторний ріжучий шар, який би містив основний робочий шар та вставні сектори, мета яких активувати цю здатність постійною зміною характеристик ріжучого шару. В тій же роботі були показані основні засади конструктивного вирішення такого багатосекторного робочого шару та надані принципи визначення їх геометричних розмірів. Метою даної роботи була перевірка цих припущень та уточнення напрямків подальших досліджень. Для того нами були виготовлені 4 варіанти конструкції спеціальних кругів та проведені дослідження їх працездатності у порівнянні їх серійними кругами (табл. 1). При цьому, у вставних секторах використовували дві досить суттєво різні зернистості алмазів – 63/50 та 200/160, аби вловити різницю у показниках працездатності та опосередковано підтвердити вірність наших висновків [3] з приводу кращого застосування у вставних секторах менших зернистостей у порівнянні із основним робочим шаром. Дослідження проводили на верстаті 3В642 при шліфуванні з охолодженням твердого сплаву Т15К6 з продуктивністю обробки 1050

мм<sup>3</sup>/хв. (швидкість обертання круга – 30 м/с, подовжня подача – 0,5 м/хв., поперечна подача – 0,3 мм/пдв.х.

Таблиця 1 – Досліджені варіанти конструкцій робочого шару кругів та їх експлуатаційні показники при шліфуванні твердого сплаву Т15К6

Конструкція робочого шару кругу	Характеристика робочого шару кругу 12А2-45° 150x10x3x32	Показники шліфування		
		Відносні витрати алмазів, мг/г	Ефективна потужність шліфування, кВт	Шорсткість поверхні, Ra, мкм
Стандартна				
	АС6 125/100–МО20-2–100	1,42	0,95	0,25
	АС6 63/50–МО20-2–100	1,81	1,28	0,16
	АС6 200/160–МО20-2–100	1,22	0,80	0,42
Основний шар				
АС6 125/100–МО20-2–100				
	Вставні сектори			
	АС6 63/50–МО20-2–100	1,60	1,25	0,18
	АС6 200/160–МО20-2–100	1,34	0,80	0,36
Основний шар				
АС6 125/100–МО20-2–100				
	Вставні сектори			
	АС6 63/50–МО20-2–100	1,62	1,10	0,24
	Основний шар			
АС6 125/100–МО20-2–100				
	Вставні сектори			
	АС6 63/50–МО20-2–100	0,84	0,90	0,21
	Основний шар			
АС6 125/100–МО20-2–100				
	Вставні сектори			
	АС6 63/50–МО20-2–100	0,54	0,70	0,19
	АС6 200/160–МО20-2–100	1,03	0,55	0,37

Аналіз даних табл. 1 дозволяє зробити наступні висновки : по-перше, внесення в робочу поверхню кругу додаткового збурення розділенням на дві частини або послідовно і рівномірно і рівномірно на 6 частин практично не надає ефекту, а і навіть дещо погіршує експлуатаційні показники. Вочевидь, така примусова

заміна основного робочого шару, досить істотною частиною вставних секторів, без спрямованої направленості у доцільності такої заміни, і не може надати суттєвого ефекту; по-друге, введення в робочий шар невеликої, але спрямованої протяжності, вставних секторів (кутова протяжність сумарно біля  $60^\circ$ ) дає змогу досягти необхідного ефекту. При цьому, рівномірний розподіл протяжності вставних секторів (кутова протяжність по  $20^\circ$ ), дозволяє знизити знос круга, але потужність шліфування залишається майже без змін, тоді як при нерівномірному розподілу кутової протяжності вставних секторів ( $30^\circ$ ,  $20^\circ$  та  $10^\circ$ ) досягається як зниження зносу круга, так і потужності шліфування, що свідчить про покращення ріжучої здатності круга.

Виходячи з результатів табл. 1 нами і була вибрана надалі за основу конструкція круга з чергуючимися секторами у коловому напрямку, причому періодичність чергування була визначена нерівномірною (розробка захищена на рівні винаходу А.с. № 1437169). Для проведення подальших досліджень було спроектоване та виготовлене оснащення для виробничого пресування та спікання спеціальних кругів. Після цього, для уточнення найбільш раціональної характеристики робочого шару вставних секторів, була виготовлена дослідна партія спеціальних кругів, у яких змінювалися: зернистість з діапазону від 63/50 до 200/160, концентрація НТМ від 50 до 150%, покриття зерен (металеве, склопокриття), зв'язка круга (металеві, полімерні), марка НТМ – алмази АС4, АС6, АС20. При цьому за базову характеристику була вибрана характеристика круга 12А2-45° 150x10x3x32-АС6 125/100-М020-2-100. Виготовлювали круги (конструкція див. табл. 1, остання строчка) зі вставними секторами різних характеристик і досліджували вплив зміни характеристики вставних секторів на працездатність кругів у порівнянні із кругами з суцільним робочим шаром. Результати досліджень подані у таблицях 2-4.

Вплив покриття алмазних зерен. Встановлено, що у порівнянні із суцільним кругом (табл. 2) введення вставних секторів із застосуванням металізації алмазів (М) практично не знижує відносні витрати алмазів, хоча спостерігається певна тенденція на зниження, але зростає ефективна потужність шліфування та шорсткість оброблюваної поверхні. Введення секторів із склопокриттям (С) дозволяє значно знизити потужність шліфування, але відносні витрати алмазів та шорсткість поверхні суттєво зростають (див. табл. 4.2).

Вплив зернистості алмазних зерен. Встановлено, що зміна зернистості алмазів у вставних секторах суттєво впливає на показники працездатності і введення вставок із великими зернистостями досить істотно зменшує ефективну потужність шліфування, дещо знижує витрати алмазів, але значно зростає шорсткість оброблюваної поверхні (див. табл. 4.2). Разом з тим, аналіз даних таблиці 4.2 свідчить про те, що саме зниження зернистості алмазів у вставних секторах є більш сприйнятним з точки зору підвищення

зносостійкості кругів, і, при цьому, знижується як потужність шліфування, так шорсткість оброблюваної поверхні.

Таблиця 2 – Показники працездатності кругів з чергуючимся ріжучим шаром при шліфуванні твердого сплаву Т15К6 (вплив покриття зерен та зернистості алмазів)

Характеристика круга 12A2-45 150x10x3x32	<i>Показники шліфування</i>		
	Відносні витрати алмазів, мг/г	Ефективна потужність шліфування, кВт	Шорсткість поверхні, Ra, мкм
Стандартний круг з суцільним робочим шаром			
АС6 125/100–МО20–2–100	1,42	0,95	0,25
<i>Круги з ріжучим шаром, що чергується</i>			
Основний робочий шар – АС6 125/100–МО20–2–100			
Вплив покриття зерен			
Характеристика вставних секторів:			
АС6С 125/100–МО20–2–100	4,34	0,55	0,35
АС6М 125/100–МО20–2–100	1,12	1,05	0,35
АС6 125/100–МО20–2–100 (без покриття)	1,35	1,00	0,26
Вплив зернистості алмазів			
Характеристика вставних секторів:			
АС6 200/160–МО20–2–100	1,03	0,55	0,37
АС6 160/125–МО20–2–100	1,18	0,70	0,32
АС6 125/100–МО20–2–100	1,35	1,00	0,26
АС6 80/63–МО20–2–100	0,62	0,85	0,25
АС6 63/50–МО20–2–100	0,54	0,70	0,19

Вплив концентрації алмазів у робочому шарі. Встановлено, що зміна у вставних секторах концентрації алмазів з 50 до 150% у певній мірі впливає на показники працездатності кругів. При цьому, виявлено, що по відносним витратам алмазів кращим є використання вставок із концентрацією алмазів в 50%. Характерним є те, що у обох випадках, як 50% так і 150% дещо зростає шорсткість оброблюваної поверхні. Це свідчить про те, що ріжуча здатність кругів підвищується, на що вказує також і певне зменшення у порівнянні із концентрацією у 100% ефективної потужності шліфування (табл. 3).

Вплив міцності зерен. Встановлено, що зміна у вставних секторах міцності зерен алмазів від АС4 до АС20 впливає на показники працездатності кругів на металевій зв'язці МО20-2. При цьому, використання високоміцних зерен погіршує всі показники працездатності, тому бажано застосовувати у вставних секторах зерна алмазів невисокої міцності АС4 (див. табл. 3).

Зробимо перші висновки з наведеного вище. Проведені дослідження виявили, що для досягнення умов активованого впливу на ріжучу поверхню та підвищення зносостійкості круга в цілому, кращими є ті характеристики

вставних секторів, які мають суттєву відмінність від основного робочого шару, а саме, зменшену зернистість – 63/50 або 80/63 (див. табл. 2), або відносну концентрацію алмазів у робочому шарі – 50% (див. табл. 3), ніж у основному робочому шарі, який мав зернистість 125/100 та концентрацію 100%. При цьому, підвищується зносостійкість спеціальних кругів до 2,5 раз у порівнянні із стандартними, які мали характеристику, що відповідає основному робочому шару і наступні експлуатаційні показники ( $q_p=1,42$  мг/г,  $N_{ef}=0,95$  кВт,  $Ra=0,25$  мкм), та знижується ефективна потужність при шліфуванні у 1,5 рази, що свідчить про покращення ріжучої здатності спеціальних кругів. Разом з тим, і невелике зниження міцності алмазів у вставних секторах на АС4 (АС6 у основному шарі) також дало очікуваний позитивний ефект.

Таблиця 3 – Показники працездатності кругів з чергуючимся ріжучим шаром при шліфуванні твердого сплаву Т15К6 (вплив міцності алмазних зерен та відносної концентрації алмазів у робочому шарі)

Характеристика круга	Показники шліфування		
	Відносні врати алмазів, мг/г	Ефективна потужність шліфування, кВт	Шорсткість поверхні, Ra, мкм
12А2-45 150x10x3x32			
Стандартний круг з суцільним робочим шаром			
АС6 125/100–МО20-2–100	1,42	0,95	0,25
Круги з ріжучим шаром, що чергується			
Основний робочий шар - АС6 125/100 - МО20-2 - 100%			
Вплив концентрації алмазів			
Характеристика вставних секторів:			
АС6 125/100–МО20-2–150	1,74	0,75	0,30
АС6 125/100–МО20-2–100	1,35	1,00	0,26
АС6 125/100–МО20-2–50	0,75	0,90	0,29
Вплив міцності алмазів			
Характеристика вставних секторів:			
АС4 125/100–МО20-2–100	0,92	0,78	0,29
АС6 125/100–МО20-2–100	1,35	1,00	0,26
АС20 125/100–МО20-2–100	1,59	0,95	0,36

Вкажемо, що в усіх викладених вище випадках, експерименти провадили з однаковим складом зв'язуючого (МО20-2), як у основному робочому шарі, так і у вставних секторах. Між тим, цікавим би було дослідити вплив іншого складу зв'язки у вставних секторах на показники працездатності кругів із чергуючимся ріжучим шаром. При цьому, нами були вибрані три різних варіанти із зміною твердості вставних секторів від 54 HRB до 96 HRB. Дослідження, які викладені у табл. 4, свідчать про те, що введення суттєво “м'яких” секторів не сприяє зносостійкості кругів. Разом з тим, фактично вдвічі зменшується ефективна потужність шліфування, що свідчить про підвищення ріжучої здатності кругу. Описередковано можливо це спостерігати і по підвищенню

шорсткості оброблюваної поверхні. З аналізу табл. 4 ми можемо також зробити висновок, що застосування у вставних секторах зв'язки М1-10 сприяє підвищенню різальної здатності, але виграш у зносостійкості при цьому є несуттєвим, хоча і спостерігається тенденція до її збільшення. Ймовірно, тут грає роль основа зв'язуючого. Напрошується, що бажано було би мати одну основу зв'язки, а ось твердість різну і більшу на основних секторах, щоби забезпечити поновлення ріжучої здатності.

Таблиця 4 – Показники працездатності кругів з чергуючимся ріжучим шаром при шліфуванні твердого сплаву Т15К6 (вплив зв'язуючого, основний робочий шар – АС6 125/100–МО20-2–100)

Характеристика круга 12А2-45 150x10x3x32	<i>Показники шліфування</i>		
	Відносні витрати алмазів, мг/г	Ефективна потужність шліфування, кВт	Шорсткість поверхні, Ra, мкм
Стандартний круг з суцільним робочим шаром			
АС6 125/100–МО20-2–100	1,42	0,95	0,25
Круги з ріжучим шаром, що чергується			
Характеристика вставних секторів:			
АС6 125/100–МО20-2–100 (HRB 96)	1,35	1,00	0,26
АС6 125/100–М1-10–100 (HRB 89)	1,09	0,65	0,44
АС6 125/100–В1-13–50 (HRB 54)	1,55	0,42	0,36

Таким чином, в результаті проведених досліджень вперше визначені особливості шліфування кругами з НТМ з чергуючимся секторним ріжучим шаром, який має спрямовану зміну характеристик у зоні різання, отримані показники їх працездатності та показано, що в цілому, сумарний ефект, який полягає у застосуванні зниженої зернистості вставок – 63/50 та збільшенні твердості основного шару, дозволяє у порівнянні із стандартними майже в 3 рази підвищити зносостійкість кругів та більше ніж в 2 рази зменшити ефективну потужність шліфування, що свідчить про покращення ріжучої здатності спеціальних кругів.

**Список використаних джерел:** 1. *Захаренко І.П., Савченко Ю.Я.* Алмазно-електролітичеська обробка інструмента. – К.: Наук. думка, 1978. – 224 с. 2. *Матюха П.Г.* Алмазне шліфування зі стабілізацією вихідних технологічних показників за допомогою керуючих дій на робочу поверхню круга // Сучасні технології в машинобудуванні: Зб. наук. статей, Том 2. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – С. 185–197. 3. *Левчук І.В.* Підвищення ефективності процесу шліфування інструментальних матеріалів спрямованою зміною характеристик робочого шару кругів з НТМ. – Автореф. ... канд. техн. наук – К.: ІНМ НАН України, 2008. – 21 с.

*Поступила в редколлегию 17.05.2011*

**Bibliography (transliterated):** 1. *Zaharenko I.P., Savchenko Ju.Ja.* Almazno-elektroliticheskaia obrabotka instrumenta. – K.: Nauk. dumka, 1978. – 224 s. 2. *Matyuha P.G.* Almazne shlifuvannja zi stabilizacijju vihidnih tehnologichnih pokaznikov za dopomogojju kerujuchih dij na robochu poverhnju krugu // Suchasni tehnologii v mashinobuduvanni: Zb. nauk. statej, Tom 2. – Harkiv: NTU «HPІ», 2006. – S. 185–197. 3. *Lewuk I.V.* Pidviwennja efektiwnosti procesu shlifuvannja instrumental'nih materialiv sprjamovanoju zminoju harakteristik robochogo sharu krugiv z NTM. – Avtoref. ... kand. tehn. nauk – K.: INM NAN Ukraini, 2008. – 21 s.