

УДК 621.923.6

ГАВРИШ А. П., РОЇК Т. А., ВІЦЮК Ю. Ю., ХЛУС О. С.
Національний технічний університет України «Київський
Політехнічний Інститут»

ОСОБЛИВОСТІ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ШЛІФУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ТЕРТЯ МАШИНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Мета. Метою роботи є експериментальне дослідження процесів високошвидкісного шліфування композитних деталей тертя машино-технологічних комплексів підприємств легкої та харчової промисловості, а також поліграфічної техніки.

Методика. За методикою обробка зразків виконувалась на плоскошліфувальних та круглошліфувальних верстатах високої точності. Усі досліді були проведені ельборовими кругами на бакеліто-гумовій зв'язці. Зразки для експериментів були виготовлені методами порошкової металургії на основі композиційних матеріалів з відходів інструментальних сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, а також на основі відходів виробництва деталей з нікелевих сплавів типу ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂ та алюмінію АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS₂.

Результати. Доведено, що на параметри продуктивності оброблення та якості поверхні R_a суттєво впливають режими швидкісного шліфування і, в першу чергу, швидкість обертання абразивного круга. Найкращі показники параметра R_a, які задовольняють високі вимоги до робочих поверхонь деталей тертя технологічних комплексів і машинних систем, забезпечують шліфувальні круги з ельбору ЛО зернистістю 14-28 мкм на бакелітно-гумовій зв'язці. Показано переваги обробки поверхонь ельборовими кругами.

Наукова новизна. Вперше виконано дослідження технологічного процесу високошвидкісного шліфування нових типів композиційних сплавів з відходів інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів. Показано, що основні закономірності високошвидкісного ельборового шліфування нових композиційних матеріалів, які синтезовані на основі відходів інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів, співпадають з фундаментальними засадами теорії абразивного шліфування.

Практична значимість. Розроблено рекомендації з вибору режимів різання для високошвидкісного ельборового шліфування деталей машин різного технологічного призначення, що виготовляються на основі відходів інструментальних сталей, деталей нікелевих та алюмінієвих матеріалів і які забезпечують вимоги отримання необхідних параметрів шорсткості поверхні та продуктивності оброблення.

Ключові слова: нові композитні матеріали, відходи інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів, деталі тертя, інструмент, шорсткість поверхні, високошвидкісне шліфування, ельборові круги.

Вступ. У сучасних машинах легкої та харчової промисловості, а також у конструкціях новітнього обладнання поліграфічної галузі широко застосовуються зносостійкі композиційні матеріали, які одержані з цінної та дешевої сировини – промислових шліфувальних відходів високолегованих інструментальних сталей та кольорових металів, насамперед нікелевих та алюмінієвих сплавів [1-5].

На основі розгалужених науково-дослідних робіт з регенерації та повторного використання у виробничому циклі цих сировинних ресурсів [6-9] в останні роки були

створені оригінальні високозносоустійкі композиційні сплави на основі використання відходів інструментального виробництва [1-3], а також відходів виготовлення нікелевих [4] та алюмінієвих деталей в аерокосмічній та автотранспортних галузях промисловості [5]. Вони пройшли всебічну промислову перевірку і широко застосовуються для виготовлення деталей тертя (скоби, направляючі, затли та інші) у ножових різальних машинах поліграфії типу WOHLBERG Trim-tec 560, у висікальному обладнанні паперу та картону типів DROSSERTST-6, BOBSTMISTRAL 110 A2, машин легкої промисловості (автооператорів панчохувальних машин типу PALERMO – 105SR, укладачів швидкісних ткацьких верстатів SPRINT – 1205PI) та машин харчової промисловості (лоткові системи, маніпулятори і затискувачі).

Деякі основні властивості нових зносоустійких композиційних матеріалів на основі алюмінію наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Фізико-механічні та антифрикційні властивості високолегованих композитів

Властивості композитів	Марка композиційного сплаву				
	7XГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	11P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7) % CaF ₂	85X6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF ₂	ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	АК12ММгН + (9 ÷ 12) % MoS ₂
Межа міцності на розтяг, МПа	600-630	590-620	570-600	510-530	190-197
Твердість НВ, МПа	855-915	850-910	860-920	830-840	595-615
Ударна в'язкість, кДж/м ²	780-790	770-790	750-760	740-750	0,27-0,37
Коеф. тертя при 5 МПа	0,0055-0,0082*	0,0055-0,0080*	0,0055-0,0085*	0,0027-0,0031*	0,0038-0,0050*
Інтенсивність зношування при 5 МПа	0,45-0,75	0,45-0,70	0,50-0,80	0,72-,080	2,61-2,65
Інтенсивність зношування контртіла при 5 МПа	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди
Гранична температура, °С	750-800	850-900	900-950	800-875	155
Граничне навантаження, МПа	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5**	7,9-8,2	6,5**

Примітка: * - випробування при 100 °С; ** - випробування при 150 °С; змащування індустріальним мастилом «І – 20» в парі з контртілом зі сталі 45 (45 - 48 НРС).

Відомо [6 – 8], що зносостійкість деталей, як один із головних параметрів надійності обладнання, суттєво залежить від параметрів якості поверхонь тертя і, в першу чергу, від шорсткості та фізичних властивостей поверхневого шару. Ці параметри формуються на фінішних операціях тонкого абразивного оброблення.

У зв'язку з тим, що нові високозносостійкі композиційні сплави на основі алюмінію, нікелю та високолегованих інструментальних деталей знайшли своє використання у машинобудуванні та приладобудуванні відносно нещодавно, розгалужених та всебічних досліджень процесів їх тонкого абразивного оброблення до цього часу практично немає. Зроблено лише перші кроки у цьому напрямку, зокрема, є поодинокі публікації, присвячені дослідженню впливу складу інструменту та режимів різання на параметри шорсткості поверхонь при тонкому абразивному шліфуванні [6-10].

Виходячи із загальних положень теорії абразивного оброблення матеріалів [11 – 16] та враховуючи специфічні властивості новітніх композиційних сплавів, було б вельми корисним для формування необхідних параметрів шорсткості поверхонь тертя при їх обробленні застосовувати шліфувальні круги з надтвердих синтетичних матеріалів з кубічного нітриду бору, що набув поширення у промисловості під торговою маркою «Ельбор» (ЛО) [14 – 16, 19, 20].

Втім відсутність технологічних рекомендацій з швидкісного ельборового шліфування високолегованих та важкооброблюваних композитних сплавів призводить до застосування на практиці різних технологічних схем шліфування, далеко не завжди оптимальних. Вказане викликає поширення різних технологій, часто суттєво суперечливих, і які здебільшого створені відповідно до можливостей того чи іншого підприємства.

Тому дослідження технологічних процесів швидкісного ельборового шліфування високозносостійких композиційних матеріалів на основі швидкорізальних інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів є актуальним питанням, що має наукове і практичне значення для технологів-виробничників.

Мета і завдання. Метою даної роботи було дослідження параметрів шорсткості поверхонь при швидкісному ельборовому шліфуванні деталей тертя машинно-технологічних комплексів з нових композиційних матеріалів на основі інструментальних сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, а також композитів на основі нікелю ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂ та алюмінію АК12ММгН + (9 ÷ 12) % MoS₂ та встановлення впливу зернистості шліфувального круга, типу зв'язки інструменту і основних режимів різання на якісні показники поверхонь оброблення досліджуваних деталей тертя.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження з означеної науково-технічної задачі виконувались згідно з методикою, наведеною у роботах [6-8, 17-20].

Особливістю експериментів, що становлять сутність даної статті, було застосування найсучаснішого верстатного обладнання, а саме, для швидкісного плоского шліфування – верстата прецизійної точності FF-250 HS-0117 фірми «Abawerk» (ФРН), що здатен забезпечити оброблення поверхонь зі швидкостями шліфувального круга до 120 м/с, а для швидкісного зовнішнього круглого шліфування – високопрецизійного верстата SS-125HS-0321 фірми «Werkzajt» (ФРН), який у змозі здійснювати прецизійне оброблення зовнішніх

циліндричних поверхонь композитних деталей тертя зі швидкостями обертання шліфувального круга до 140-150 м/с.

Також були здійснені заходи по забезпеченню на необхідному рівні вимог техніки безпеки та промислової санітарії.

При швидкісному шліфуванні новітніх типів зносостійких композитів були використані абразивні інструменти з кубічного нітриду бора (марка ЛО, Росія). Цей вибір було зроблено на основі врахування раніше виконаних авторами статті досліджень по вивченню взаємодії матеріалів поверхонь тертя ріжучих абразивних інструментів з широкою гамою фізико-механічних властивостей (електрокорунд, карбід кремнію зелений, моно корунд, алмаз синтетичний АС, ельбор ЛО) та високолегованих композитів різного складу [18]. З урахуванням сучасної теорії електронної побудови речовини, зокрема, металевих поверхонь, було чітко сформульовано висновки, що найкращі результати по досягненню параметрів якості поверхонь оброблення високолегованих композитів забезпечує застосування шліфування оздоблювальними кругами з ельбору (ЛО).

Крім того, для збільшення продуктивності шліфування та міцнісних параметрів шліфувальних кругів (особливо, по попередженню випадкової руйнації інструменту і підвищенню техніки безпеки) більш прийнятними є зерна ельбору (ЛО), що мають гексагональну форму побудови, ніж зерна синтетичного алмазу АС, які мають кубічну форму [19 – 20].

Основні результати дослідження швидкісного ельборового шліфування зносостійких композитів на базі інструментальних сталей та кольорових сплавів – нікелю та алюмінію наведені на рис. 1.

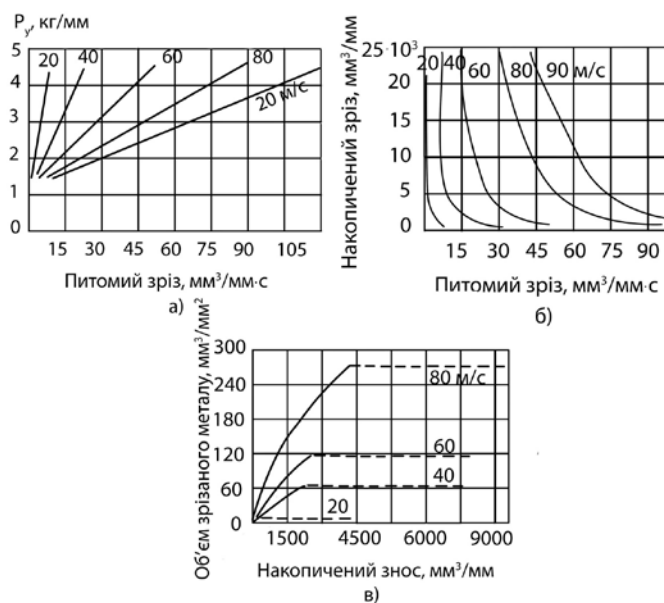


Рис. 1. Результати дослідження процесу швидкісного шліфування композитів при різних швидкостях круга: а – залежність питомої радіальної сили P_r шліфування від питомого зрізу для сплаву 7XG2BMΦ + (4 ÷ 8) % CaF₂; б – залежність накопиченого зрізу від питомого зняття шару металу для композиту 11P3AM3Φ2 + (3 ÷ 7) % CaF₂; в – залежність об'єму зрізаного металу на одиницю витрат зношеної частини круга від накопиченого об'єму металу для композиту 85X6HΦT + (3 ÷ 8) % CaF₂

Аналіз даних свідчить про суттєвий вплив швидкості обертання шліфувального круга на всі найважливіші показники процесу різання. Прослідковується тенденція покращення досліджених параметрів з суттєвим зростанням швидкості обертання ельборового шліфувального круга, наприклад, з 20 м/с до 80-90 м/с. Такі показники позначаються на поліпшенні параметрів якості поверхонь оброблення, зокрема, параметра шорсткості R_a та ступеня наклепу K [7, 8]. У зв'язку з цим, безумовно цікавими є результати дослідження впливу на параметри шорсткості поверхні R_a і питомий зріз металу (для різних типів композитів на основі відходів кольорових сплавів) швидкісного ельборового шліфування (табл. 2).

Таблиця 2. Інтенсивність шліфування високолегованих композитів на основі нікелю та алюмінію

Тип шліфування	Оброблюваний матеріал	Швидкість обертання круга, м/с	Питомий зріз металу в $\text{мм}^3/\text{мм}\cdot\text{с}$	Параметр шорсткості поверхні, R_a , мкм
Кругле	Композит на основі нікелю ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	60	15-38	0,710
		90	100	0,780
Плоске	Композит на основі алюмінію АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS ₂	40	27-40	0,630
		92	105	0,680

Примітки: 1) шліфувальний круг з ельбору ЛОМ28Бр1 100%; 2) інтенсивна подача у зону різання мастильно-охолоджуючої рідини зі складом – гас (70%), норсульфазол (25%), олеїнова кислота (5 %).

Аналіз табл. 2 дозволяє отримати наступні висновки.

По-перше, відзначається підвищення питомого зрізу шару металу з поверхні деталі оброблення у 2,5-3 рази зі зростанням швидкості шліфування. При цьому параметр шорсткості поверхні оброблення достатньо прийнятний і змінюється у межах 10-12 %. По-друге, зазначена закономірність є характерною для різних за своїм складом зносостійких композитів і повністю співпадає з загальними теоретичними напрацюваннями у цій царині [6-16], що є додатковим свідченням єдності законів абразивного оброблення, у тому числі, і у випадку прецизійного ельборового шліфування зносостійких композитів.

Об'єм металу, що зрізується у фіксовану одиницю часу, залежить від глибини занурення окремих абразивних зерен у тіло деталі оброблення кількості зерен, які у дану мить приймають участь у зрізанні стружок і кількість яких залежить від швидкості обертання абразивного інструменту.

Дослідження показали, що зі зростанням глибини різання при шліфуванні збільшується потужність шліфування і при певній глибині різання суттєво збільшуються (перевищуючи прийнятні норми) миттєві контактні температури у зоні зрізання стружки абразивними зернами [7, 8]. Це може викликати неприйнятні спотворення поверхневого шару оброблення. Проте, при подальшому підвищенні глибини різання відбувається

перерозподіл співвідношення силових і температурних факторів при зрізанні перерізів стружки, технологічний процес набуває ознак стабілізації, а потужність шліфування дещо знижується, що може бути пояснено зростанням інтенсивності самозаточування абразивного інструменту.

Наші дослідження підтвердили також, що зі збільшенням швидкості круга зростає питома критичне навантаження, при якому відбувається перехід у зону роботи з самозаточуванням. На рис. 2 наведені оптимальні значення зрізання шару металу, які відбуваються при відповідному збільшенні питомої сили притискування та швидкості круга.

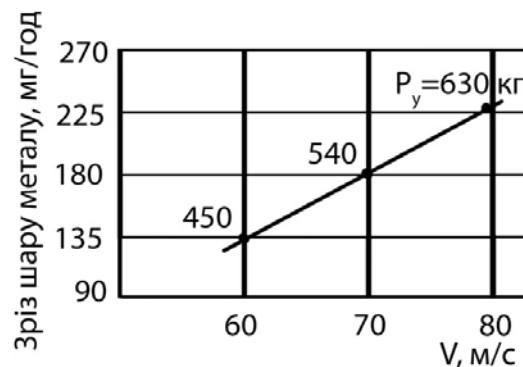


Рис. 2. Залежність між зрізанням зносостійкого композита 1P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, окружною швидкістю v ельборового шліфувального круга та питомою силою притискування круга P_y, при якій досягаються оптимальні значення по зрізанню об'єму композиту

Заслужують на детальну увагу результати експериментальних досліджень залежності параметрів шорсткості R_a поверхонь оброблення новітніх композиційних високозносостійких композиційних сплавів [1-5] від режимів швидкісного шліфування та зернистості ельборових кругів (табл. 3, 5).

Аналіз експериментальних даних (табл. 3, 5) дозволяє зробити наступні висновки.

По-перше, режими різання швидкісного шліфування зносостійких композиційних матеріалів суттєво впливають на параметр шорсткості R_a поверхонь оброблення.

Таблиця 3. Параметр шорсткості R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF_2 , ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF_2 , АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS_2

Швидкість шліфувального круга $V_{кр}$, м/с	Швидкість виробу (поздовжня подача) V_v , м/хв	Параметр шорсткості R_a мкм для композитів								
		7ХГ2ВМФ			ХН55ВТКЮ			АК12ММГН		
		Глибина шліфування t , мм								
		0,002	0,010	0,050	0,001	0,010	0,050	0,002	0,010	0,050
30	2	0,63	0,68	0,70	0,60	0,67	0,69	0,59	0,61	0,63
	5	0,65	0,70	0,73	0,63	0,70	0,71	0,60	0,63	0,65
	10	0,67	0,75	0,77	0,67	0,72	0,74	0,62	0,65	0,67
40	2	0,69	0,71	0,73	0,65	0,68	0,71	0,61	0,63	0,65
	5	0,71	0,75	0,77	0,67	0,71	0,75	0,63	0,67	0,69
	10	0,73	0,78	0,80	0,70	0,75	0,77	0,65	0,69	0,71
60	2	0,61	0,66	0,67	0,63	0,67	0,69	0,61	0,62	0,64
	5	0,63	0,67	0,70	0,65	0,70	0,71	0,62	0,63	0,65
	10	0,64	0,69	0,72	0,67	0,73	0,74	0,64	0,65	0,67
80	2	0,60	0,64	0,69	0,62	0,66	0,70	0,55	0,60	0,64
	5	0,62	0,67	0,70	0,64	0,70	0,72	0,58	0,65	0,66
	10	0,65	0,69	0,72	0,65	0,73	0,75	0,60	0,67	0,68

Примітки: 1) абразив-ельбор ЛОМ28Бр1 100%; 2) верстат плоскошліфувальний прецизійної точності FF-250 HS-0117 «Abawerk» (ФРН); 3) поперечна подача $S_{поп}=0,2$ мм/подв.хід; 4) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Таблиця 4. Вплив зернистості на параметри шорсткості поверхні R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF_2 , 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF_2 , ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF_2 , АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS_2

Характеристика ельборового (ЛО) інструменту	Матеріал зносостійких композитів			
	11РЗАМЗФ2	85Х6НФТ	ХН55ВТКЮ	АК12ММГН
	Параметр шорсткості R_a , мкм			
1	2	3	4	5
ЛО10Бр1 100%	0,860	0,875	0,910	0,937
ЛО5Бр1 100%	0,790	0,800	0,750	0,710
ЛОМ28Бр1 100%	0,640	0,650	0,670	0,620
ЛОМ20Бр1 100%	0,405	0,410	0,355	0,321
ЛОМ14Бр1 100%	0,350	0,340	0,310	0,300
ЛОМ10Бр1 100%	0,285	0,275	0,220	0,200
ЛОМ7Бр1 100%	0,190	0,195	0,175	0,165

Примітки: 1) швидкість обертання круга $V_{кр}=60$ м/с; 2) швидкість виробу (поздовжня подача) $V_v=5$ м/хв; 3) поперечна подача $S_{поп}=0,2$ мм/подв.хід; 4) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Таблиця 5. Вплив матеріалу зв'язки ельборового круга на параметри шорсткості поверхні R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 11P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85X6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS₂

Характеристика абразивного інструменту	Матеріал зв'язки круга	Матеріал композиту		
		11P3AM3Ф2	85X6НФТ	АК12ММГН
		Параметр шорсткості R_a , мкм		
ЛО5Б1 100%	Бакелітна Б1	0,820	0,810	0,730
ЛО5Бр1 100%	Бакелітно-гумова К1	0,790	0,800	0,710
ЛО5К1 100%	Керамічна К1	0,830	0,840	0,750
ЛО5М1 100%	Металева М1	0,840	0,850	0,760
ЛОМ28Б1 100%	Бакелітна Б1	0,660	0,650	0,630
ЛОМ28Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,640	0,650	0,620
ЛОМ28К1 100%	Керамічна К1	0,680	0,670	0,640
ЛОМ14Б1 100%	Бакелітна Б1	0,380	0,370	0,330
ЛОМ14Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,350	0,340	0,300
ЛОМ10Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,285	0,275	0,200
ЛОМ7Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,190	0,195	0,165

Примітки: 1) швидкість обертання круга $V_{кр}=60$ м/с; 2) швидкість виробу (поздовжня подача $V_b=5$ м/хв); 3) поперечна подача $S_{поп}=0,2$ мм/подв.хід; 4) глибина шліфування $t=0,005$ мм; 5) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Це повністю співпадає з засадничими положеннями теорії абразивного шліфування. У нашому випадку, коли для оброблення застосоване швидкісне ельборове шліфування, необхідно акцентувати увагу на тому, що зростання швидкості обертання шліфувального круга у 2-3 рази, обумовлює покращення шорсткості поверхні. Це може бути пояснено зменшенням перерізу стружки поодиноким ріжучим зерном круга, оскільки в одиницю часу (зі збільшенням швидкості обертання круга) пропорційно збільшується кількість зерен, які приймають активну участь у процесі зрізання стружки. Проте, слід зауважити, що є певна зона (~ 40 м/с), коли відбувається деяке зростання параметру шорсткості R_a (хоча у подальшому процес різання нормалізується і відбувається стабільне покращення шорсткості поверхні). Ця закономірність прослідковується для різних марок високозносостійких композитів, а також при зміні у достатньо широких межах поздовжньої подачі V_b та глибини шліфування t . По-друге, на параметр шорсткості R_a поверхонь оброблення деталей з новітніх марок композиційних сплавів суттєво впливає структура шліфувального круга. Головне – це вплив зернистості інструменту. Параметр шорсткості R_a зменшується майже в 4 рази зі зміною зернистості шліфувального інструменту від 100 мкм до 7 мкм. Розробляючи рекомендації для промислової практики, слід прийняти до уваги, що при швидкісному шліфуванні дрібнозернисті круги (М7-М14) схильні до швидкого засалювання. Тому для розробки технологічних процесів раціонально застосовувати ельборові круги з зернистістю 20-28 мкм. Отримані при цьому параметри шорсткості R_a достатні для здійснення у подальшому фінішних операцій прецизійної доводки, які гарантують отримання найкращих параметрів якості поверхонь оброблення деталей з новітніх марок зносостійких композитів.

Щодо матеріалу зв'язки ельборових шліфувальних кругів, то при швидкісному шліфуванні найкращі результати по параметру шорсткості поверхні R_a забезпечують круги на бакелітно-гумовій зв'язці Бр1 (табл. 5). Це може бути пояснено її більш еластичною здатністю і, таким чином, при шліфуванні (під час врізання ельборового зерна у метал) під дією складових сил різання кожне зерно начебто демфується в напрямку пружно-еластичного середовища зв'язки. Це обумовлює фактичне зменшення глибини різання. Отже, змінюються умови формування шорсткості поверхні оброблення і, як наслідок, зменшується параметр шорсткості R_a , який є одним із найголовніших факторів, що характеризує якість поверхні після тонкого ельборового шліфування.

Зазначені закономірності співпадають з фундаментальними основами теорії абразивного різання металів [6, 7], що є свідченням об'єктивності виконаних досліджень і, безумовно, додатково підтверджує наявність єдиних фізичних законів при обробленні матеріалів з різними фізики-механічними властивостями.

Висновки. Узагальнюючи комплекс виконаних досліджень, необхідно зробити наступні висновки.

1. Вперше досліджено процеси швидкісного ельборового шліфування нових композиційних сплавів, синтезованих на основі утилізованих та регенованих шліфувальних відходів виробництва деталей зі штампових і швидкорізальних високолегованих інструментальних сталей, а також нікелевих та алюмінієвих сплавів.

2. Показано, що основні закономірності швидкісного ельборового шліфування нових композиційних сплавів співпадають з засадничими основами абразивного оброблення.

3. Доведено, що на параметр якості поверхні R_a суттєво впливають зернистість, матеріал зв'язки ельборового круга та режими швидкісного ельборового шліфування.

4. Найкращі показники параметрів продуктивності оброблення і шорсткості поверхні R_a , які задовольняють високі вимоги до поверхонь деталей тертя технологічних комплексів і машинних систем забезпечують шліфувальні круги з ельбору ЛО зернистістю 20-28 мкм на бакелітно-гумовій зв'язці Бр1 та наступні режими різання: швидкість обертання шліфувального круга $V_{кр}=60-80$ м/с, швидкість виробу (поздовжня подача) $V_B=5$ м/хв., поперечна подача $S_{поп}=0,2-0,5$ мм/подв.хід, глибина шліфування $t=0,005-0,01$ мм, мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70%), норсульфозрезол (25%), олеїнова кислота (5%).

Подальші дослідження будуть спрямовані на виконання експериментів та встановлення закономірностей параметрів якості поверхонь оброблення деталей тертя машин з композитів на базі інструментальних сталей та нікелю при швидкісному шліфуванні з застосуванням найновітніших абразивних матеріалів на основі кубічного нітриду бора, а саме – кубоніту (Україна) та боразону (США).

Список використаних джерел

1. Патент Україна № 102299, МПК С22С22/02. Антифрикційний композиційний матеріал на основі інструментальної сталі / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, П. О. Киричок, Ю. Ю. Віцюк, О. О. Мельник, Ю. М. Подрезо, С. О. Замулко, Б. П. Зора ; опубл. 25.06.2013, Бюл. № 12.
2. Патент Україна № 60521, МПК С22С33/02 (2006.01). Композиційний підшипниковий матеріал / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, П. О. Киричко, Ю. Ю. Віцюк, О. О. Мельник ; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
3. Патент Україна № 60520, МПК С22С33/02 (2006.01). Антифрикційний композиційний матеріал на основі сталі / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, П. О. Киричок, О. А. Гавриш, Ю. Ю. Віцюк, О. О. Мельник ; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
4. Патент Україна № 31545, МПК (2006) С22С19/03. Антифрикційний композиційний матеріал на основі нікелю / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, О. А. Гавриш, В. В. Холявко, Ю. Ю. Віцюк ; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 7.
5. Патент Україна №75523, МПК С22С21/02 (2006.01). Зносостійкий матеріал на основі алюмінієвого сплаву / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, О. А. Гавриш, О. О. Киричок, Ю. Ю. Віцюк, О. О. Мельник, С. О. Замулко, І. Є. Дорфман ; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 23.
6. Роїк Т. А. Композиційні підшипникові матеріали для підвищених умов експлуатації : монографія / Т. А. Роїк, П. О. Киричок, А. П. Гавриш. - К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 404 с.
7. Технологія поліграфічного машинобудування : навч. посіб. / Киричок П. О. [та ін.] - К. : Вид.-во НТУУ «КПІ», 2014. – 537 с.
8. Фінішне оброблення зносостійких деталей друкарських машин / Киричок П. О. [та ін.] К. : Вид – во . НТУУ «КПІ», 2014. – 557 с.
9. Косторнов А. Г. Триботехническое материаловедение : монографія / А. Г. Косторнов. – Луганск : Ноули, 2012. – 701 с.
10. Нові технології фінішного оброблення композиційних підшипників ковзання для жорстких умов експлуатації : монографія / Гавриш А.П. [та ін.] - К. : Вид-во НТУУ «КПІ», 2012. – 196 с.
11. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов / Е. Н. Маслов – М. : Машиностроение, 1974. – 320 с.
12. Ящерицын П. И. Прогрессивная технология финишной обработки деталей / П. И. Ящерицын. – Минск : Беларусь, 1989. – 312 с.
13. Маталин А. А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин / А. А. Маталин. – К. : Техника, 1971 – 44 с.
14. Эльбор в машиностроении : монографія / под. общ. ред. В. С. Лысанова – Л. : Машиностроение, 1978. – 280 с.
15. Основи теорії різання матеріалів : підручник / за заг. ред. М. П. Мазура. – Львів. : Новий світ, 2010 – 423 с.
16. Сверхтвердые материалы. Получение и применение : монографія : в 6 т. / под общ. Н. В. Новикова – К. : Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАНУ, 2007 –
Т. 6 : Алмазно-абразивный инструмент в технологиях обработки / под ред. А. А. Шепелева. – 340 с.

17. Филимонов Л. Н. Высокоскоростное шлифование. – Л. : Машиностроение, 1979. – 248 с.
18. Гавриш А. П. Вплив фізико-механічних властивостей абразивних матеріалів на процес шліфування високолегованих композитів для поліграфічних машин / А. П. Гавриш, Т. А. Роїк, П. О. Киричок, О. О. Мельник, Ю. Ю. Віцюк // Технологія і техніка друкарства. – № 3(49). – 2015. – С.119-128
19. Лавриненко В. І. Надтверді абразивні матеріали в механообробні : енциклопедичний довідник / В. І. Лавриненко, М. В. Новіков ; під заг. ред. акад. НАН України М. В. Новікова. – К. : Вид-во ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2013. – 456 с.
20. Инструменты из сверхтвёрдых материалов / под. ред. акад. НАН Украины Н. В. Новикова, д-ра техн. наук С. А. Клименко. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2014. – 608 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРЕНИЯ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

ГАВРИШ А.П., РОИК Т.А., ВИЦЮК Ю.Ю., ХЛУС О.С.

Национальный технический университет Украины «Киевский Политехнический Институт»

Цель. Целью работы является экспериментальное исследование процессов высокоскоростного шлифования композитных деталей трения машинно-технологических комплексов предприятий легкой и пищевой промышленности, а также для полиграфической техники.

Методика. По методике обработка образцов производилась на плоскошлифовальных и круглошлифовальных станках высокой точности. Все исследования были проведены эльборовыми кругами на бакелитно-резиновой связке. Образцы для экспериментов были изготовлены методом порошковой металлургии на основе композиционных материалов на основе отходов инструментальных сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8)% CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8)% CaF₂, а также на основе отходов производства деталей из никелевых сплавов типа ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8)% CaF₂ и алюминия АК12ММгН + (9 ÷ 12)% MoS₂.

Результаты. Доказано, что на параметр качества поверхности обработки R_a существенно влияют режимы скоростного шлифования и, в первую очередь, скорость вращения абразивного круга. Наилучшие показатели параметра R_a, которые удовлетворяют высокие требования к рабочим поверхностям деталей трения технологических комплексов и машинных систем, обеспечивают шлифовальные круги с эльбора ЛО зернистостью 14-28 мкм на бакелитно-резиновой связке. Показаны преимущества обработки поверхностей эльборовыми кругами.

Научная новизна. Впервые выполнено исследование технологического процесса высокоскоростного шлифования новых типов композиционных сплавов из отходов инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов. Показано, что основные закономерности высокоскоростного эльборового шлифования новых композиционных материалов, которые синтезированы на основе отходов инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов, совпадают с фундаментальными основами теории абразивного шлифования.

Практическая значимость. Разработаны рекомендации по выбору режимов резания для высокоскоростного эльборового шлифовки деталей машин различного технологического назначения, которые изготавливаются на основе отходов инструментальных сталей, деталей никелевых и алюминиевых материалов и которые обеспечивают требования получения необходимых параметров шероховатости поверхности.

Ключевые слова: *новые композитные материалы, отходы инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов, детали трения, инструмент, шероховатость поверхности, высокоскоростное шлифование, эльборовые круги.*

THE HIGH SPEED GRINDING SPECIFICS OF THE COMPOSITE FRICTION PARTS FOR THE MACHINE AND TECHNOLOGY COMPLEXES

GAVRISH A.P., ROIK T.A., VITSUK Y. Y., KHLUS O.S.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Annotation. The purpose of this work is the experimental researches of the processes high-speed grinding of friction composite parts, which were produced from new composite materials based on the instrumental steels, nickel and aluminum alloys for machine and technological complexes of light and food industries enterprises and also for printing equipment.

Methodology. The treatment of the samples was processed on the surface grinding and grinding machines with high accuracy. All studies were carried out grinding elbor discs on bakelite-rubber bond. The samples for the experiments were prepared by powder metallurgy based on the composite materials, which based on instrumental steel waste 7XГ2ВМФ + (4 ÷ 8)% CaF₂, 11P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, 85X6HФТ + (3 ÷ 8)% CaF₂, also on the base of wastes from manufactured parts from nickel alloys of type ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8)% CaF₂ and aluminum alloys of type АК12ММгН + (9 ÷ 12)% MoS₂.

Findings. It was demonstrated, that the parameters of the high-speed grinding and, at first, the speed of rotation abrasive disc influence on the surface treatment quality parameter R_a. The best results of the parameter R_a, which satisfy the high requirements to the friction work surfaces of the parts for the machine and technological complexes, give the grinding discs made from elbor ЛЮ with granularity 14-28 mm on bakelite and rubber bunch. It was shown the advantages of surfaces' treatment by elbor discs.

Originality. It was made the researches of the technological processes of high speed grinding of new type of composite allayers from instrumental steels waste, nickel and aluminum alloys for the first time. It was shown that the main regularities of the high-speed elbor grinding of the new composite materials, which are synthesized on the base of the waste of instrumental steels, nickel and aluminum alloys, are the same with the fundamental basics of the abrasive grinding theory.

Practical value. It was developed the recommendations on the choice of cutting parameters for high-speed elbor grinding machine parts for various technological purposes, which are manufactured on the base of the waste of instrumental steels, nickel and aluminum parts and materials that ensure the requirements for obtaining the necessary surface roughness parameters.

Keywords: *new composite materials, instrumental steels wastes, nickel and aluminum alloys wastes, friction parts, instrument, surface roughness, high-speed grinding, elbor discs.*