

УДК 621.923

А.П. Гавриш, д-р техн. наук, Т.А. Роїк, д-р техн. наук,  
Ю.Ю. Віцюк, канд. техн. наук, Київ, Україна

## **НАДТОНКЕ УЛЬТРАЗВУКОВЕ ШЛІФУВАННЯ ГНУЧКИМИ АЛМАЗНИМИ СТРІЧКАМИ ДЕТАЛЕЙ ЗІ ЗНОСОСТІЙКИХ КОМПОЗИТИВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ**

*Робота присвячена питанням впливу на якість поверхонь композитів на основі алюмінію методів фінішного шліфування деталей алмазними стрічками, типу стрічки та режимів різання. Встановлено вплив технологічних параметрів різання на параметри якості поверхонь.*

*Работа посвящена вопросам влияния на качество поверхностей композитов на основе алюминия методов финишного шлифования деталей алмазными лентами, типа ленты и режимов резания. Установлено влияние технологических параметров резания на параметры качества поверхностей.*

*The work is devoted on the increase quality surface the composites on the base of aluminum at finishing grinding parts of the diamond tapes, the type of the diamond tape and parameters cutting on the parameters quality surface.*

В сучасному машинобудуванні набули поширення високолеговані композиційні матеріали, які одержані з цінної та дешевої сировини – промислових шліфувальних відходів кольорових металів, насамперед алюмінієвих сплавів та які, нажал, навіть на сьогодні, здебільше вивозяться у відвали.

На основі розгалужених науково-дослідних робіт з регенерації та повторного використання у виробничому циклі цих сировинних ресурсів [1, 2] в останні роки були створені оригінальні високозносоустійкі сплави на основі алюмінію АК12М2МгН, АМ4,5Кг, АК8М3г та АК12ММгН+(9-12 %) МоS<sub>2</sub> [3-5]. Вони пройшли всебічну перевірку в умовах дії агресивного оточуючого середовища (кисень-повітря, виробничий абразивний пил, температурні навантаження при експлуатації у межах 100-170 °С, питомі тиски до 7 МПа) і широко застосовуються для виготовлення різнопланових деталей тертя.

Нові композиційні сплави на основі алюмінію знайшли використання у виробництві відносно нещодаво. Тому всебічних досліджень процесів їх тонкого абразивного оброблення до сьогодні практично немає.

Виходячи із загальних положень теорії абразивного оброблення матеріалів та враховуючи специфічні властивості композиційних сплавів на основі алюмінію [1-3], доцільними та актуальними є дослідження викінчувально-оздоблювального шліфування алмазними стрічками з використанням енергії ультразвуку. Ці методи фінішної обробки повинні

забезпечити параметр шорсткості  $Ra$  у межах 0,020-0,040 мкм, ступінь наклепу  $K = 1,4-1,5$ , глибини наклепу близько 2-5 мкм.

Сутність ультразвукового стрічкового алмазного шліфування може бути пояснена схемою, зображеною на рис. 1. В основу способу оброблення була поставлена задача підвищення якості оброблення деталей тертя шляхом зрізання надтонких стружок найгострішими (серед відомих) зернами з синтетичних алмазів (АС), які закріплені на ріжучій поверхні стрічки з основою поєднуючою речовиною з суміші полівінілбутиралу та резольної фенолформальдегідної смоли у співвідношенні 1:1 по вазі, а у якості наповнювача застосовують алмази АС зернистістю 0,5-3 мкм при їх 100 %-ій концентрації. При цьому для обробки використовують відповідну кінематику переміщення ріжучого алмазного шару по поверхні деталі.

Завдяки наведеній на рис.1 схемі відносних переміщень алмазних зерен полірувальної стрічки 2 (вставка  $a$ ) по поверхні деталі 1 та внаслідок поєднання робочих рухів стрічки зі швидкістю  $v_c = 0,25-0,40$  м/хв., швидкість деталі  $v_d = 5-10$  м/хв., частота ультразвукових поздожньо-зворотніх коливань  $A = 0,5-1,5$  мм, питомий тиск стрічки на поверхню оброблення  $q = 0,12-0,25$  МПа.

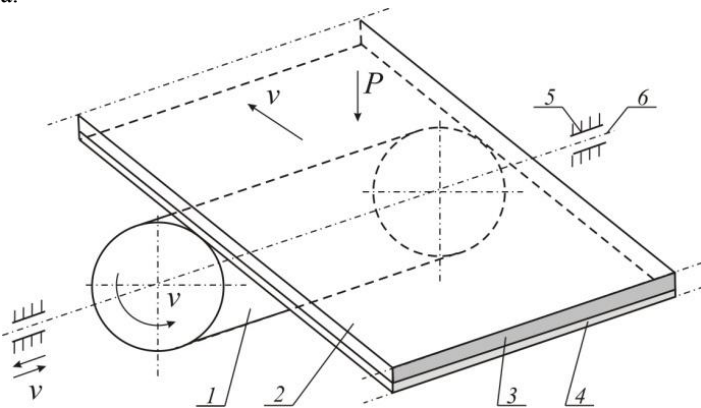


Рисунок 1 – Схема надтонкого шліфування алмазною стрічкою

Автори статті попередньо встановили, що найбільш важкооброблюваним композитом є високолегований сплав АК12М2МгН. Тому у більшості подальших досліджень для оброблення використовувався саме цей композиційний матеріал.

Методами теорії ймовірності було доведено, що найбільш значущими факторами технології обробки є зернистість алмазних мікропорошків, швидкість стрічки  $v_c$ , частота  $v_{п.з.}$  ультразвукових коливань та питомий тиск  $q$ .

У табл. 1-4 наведені результати досліджень впливу на параметри якості поверхонь основних технологічних факторів оброблення при поліруванні новітніх марок зносостійких композитів на основі алюмінію для деталей машинних комплексів різного призначення.

Таблиця 1 – Параметри якості поверхонь деталей зі зносостійкого композиту АК12М2МгН при застосуванні поліетилентерефталатної основи алмазних стрічок

№ п/п	Характеристика абразиву	Параметри якості поверхні		
		Шорсткість $R_a$ , мкм	Ступінь наклепу $K$	Глибина наклепу $h$ , мкм
1	Алмаз синтетичний (АС) М0,5	0,03–0,05	1,20–1,22	1,20–1,30
2	Алмаз синтетичний (АС) М1	0,06–0,07	1,22–1,24	1,25–1,35
3	Алмаз синтетичний (АС) М3	0,08–0,10	1,24–1,26	1,40–1,80
4	Карбід кремнію зелений (63С) М1	0,10–0,12	1,26–1,28	1,50–1,70
5	Електрокорунд хромчастий (33А) М1	0,09–0,11	1,25–1,27	1,60–1,70
6	Електрокорунд білий (23А) М1	0,15–0,17	1,29–1,31	1,80–2,00

*Примітки: 1) Режими різання при стрічковому шліфуванні: швидкість обертання деталі  $v_d = 5$  м/хв., швидкість руху стрічки  $v_c = 0,30$  м/хв., частота ультразвукових поздовжньо-зворотніх коливань  $f_{п.з.} = 20$  кГц, амплітуда коливань  $A = 1,0$  мм, питомий тиск стрічки  $q = 0,20$  Мпа; 2) Час оброблення – 1 хв.*

Таблиця 2 – Вплив швидкості алмазної стрічки на параметр шорсткості  $R_a$  при обробленні алюмінієвих композитів

Швидкість стрічки $v_c$ , м/хв.	Параметр шорсткості $R_a$ , мкм		
	Композит АК12М2МгН	Композит АМ4,5Кг	Композит АК8М3г
0,25	0,06–0,07	0,04–0,05	0,05–0,06
0,30	0,07–0,08	0,05–0,06	0,06–0,07
0,40	0,06–0,07	0,04–0,05	0,05–0,06

*Примітки: 1) Стрічка на поліетилентерефталатній основі з ріжучим зерном синтетичного алмазу (АС) зернистістю 1 мкм (М1); 2) Режими різання: швидкість деталі  $v_d = 10$  м/хв.; частота ультразвукових коливань  $v_{п.з.} = 30$  кГц, питомий тиск  $q = 2$  МПа; 3) Час оброблення – 1 хв.*

Аналіз даних табл. 1 дозволяє зробити важливі висновки. По-перше, найкращі результати забезпечує оздоблювальне шліфування гнучкими алмазними стрічками. Параметр шорсткості  $Ra$  у 5–6 разів кращий, ніж при обробці абразивними стрічками. Також отримані значно менші значення ступеню наклепу  $K$  ( $\approx$  у 1,2 рази) та його глибини  $h$  ( $\approx$  у 1,5 рази). Пояснення цьому може бути отримано, якщо врахувати, що алмазні зерна- найгостріші і це, врешті рещт, полегшує умови різання, веде до перерозподілу складових сил шліфування, зміцнює переріз стружки  $a_z$  і забезпечує отримання найякісніших поверхонь.

Таблиця 3 – Вплив частоти ультразвукових коливань  $\nu_{п.з.}$  при надтонкому шліфуванні алмазними стрічками алюмінієвих композитів

Частота ультразвукових коливань $\nu_{п.з.}$ , кГц	Параметр шорсткості $Ra$ , мкм		
	Композит АК12М2МгН	Композит АМ4,5Кг	Композит АК8М3г
15	0,06–0,07	0,04–0,05	0,05–0,06
25	0,07–0,09	0,05–0,06	0,06–0,07
40	0,06–0,07	0,06–0,07	0,05–0,06

*Примітки: 1) Стрічка на поліетилентерефталатній основі з ріжучим зерном синтетичного алмазу (АС) зернистістю 1 мкм (М1); 2) Режими різання: швидкість деталі  $v_d = 5$  м/хв., швидкість стрічки  $v_c = 0,30$  м/хв., питомий тиск  $q = 1,5$  МПа; 3) Час оброблення – 1 хв.*

Таблиця 4 – Вплив питомого тиску  $q$  при надтонкому шліфуванні алмазними стрічками алюмінієвих композитів

Питомий тиск $q$ , МПа	Параметр шорсткості $Ra$ , мкм		
	Композит АК12М2МгН	Композит АМ4,5Кг	Композит АК8М3г
0,12	0,06–0,07	0,04–0,05	0,05–0,06
0,15	0,06–0,07	0,05–0,06	0,07–0,09
0,25	0,07–0,08	0,06–0,07	0,08–0,10

*Примітки: 1) Стрічка на поліетилентерефталатній основі з ріжучим зерном синтетичного алмазу (АС) зернистістю 1 мкм (М1); 2) Режими різання: швидкість деталі  $v_d = 7$  м/хв., швидкість стрічки  $v_c = 0,40$  м/хв., частота ультразвукових коливань  $\nu_{п.з.} = 25$  кГц; 3) Час оброблення – 1 хв.*

Аналіз даних табл. 2-4 показує, що режими різання при стрічковому алмазному шліфуванні алюмінієвих композитів суттєво впливає на параметр

шорсткості поверхні  $Ra$ , який є основним фактором, що впливає на зносостійкість деталі при терті.

Узагальнюючи комплекс виконаних досліджень необхідно зробити наступні висновки:

1. Вперше в науковій практиці виконане багатопланове вивчення технологічного процесу оздоблювального шліфування дрібнозернистими алмазними стрічками нових марок високозносостійких композитів на основі алюмінію для різних машинних комплексів.

2. Розроблені практичні рекомендації для промисловості. Показано, що найкращі результати якості поверхні забезпечують алмазні стрічки зернистістю 1-3 мкм. Режими оброблення повинні бути такими: швидкість стрічки  $v_c = 0,25-0,40$  м/хв., швидкість деталі  $v_d = 0,25-0,40$  м/хв., частота ультразвукових коливань  $\nu_{п.з.} = 15-40$  кГц, питомий тиск  $q = 0,12-0,25$  МПа.

3. Подальші дослідження доцільно виконувати у напрямку вивчення складових сил різання та миттєвих контактних температур у зоні зрізання мікростружок.

**Список використаних джерел:** 1. Роїк Т.А., Киричок П.О., Гавриш А.П. Композиційні підшипникові матеріали для підвищення умов експлуатації. – К.:НТТУ «КПІ», 2007.– 404 с.; 2. Технологія поліграфічного машинобудування: Навчальний посібник / П.О. Киричок, Т.А. Роїк, А.В. Шевчук та ін. – К.: Вид. НТТУ «КПІ», 2014. – 504 с.; 3. Новітні композиційні матеріали деталей тертя поліграфічних машин / Т.А. Роїк, А.П. Гавриш, П.О. Киричок, Ю.Ю. Віцюк. – К.:НТТУ «КПІ», 2014.– 427 с.; 4. Фінішне оброблення зносостійких деталей друкарських машин: Навчальний посібник / П.О. Киричок, Т.А. Роїк, А.П. Гавриш та ін. – К.: Вид. НТТУ «КПІ», 2014. – 404 с.; 5. Новітні технології виробництва стандартизованих виробів / О.А. Гавриш, Ю.Ю. Віцюк, Т.А. Роїк та ін. – К.: НТТУ «КПІ», 2012.– 204 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Roik T.A., Kirichok P.O., Gavrish A.P. Kompozicijni pidshipnikovi materiali dlja pidvishhennja umov ekspluatacii. – K.:NTTU «KPI», 2007.– 404 s.; 2. Tehnologija poligrafichnogo mashinobuduvannja: Navchal'nij posibnik / P.O. Kirichok, T.A. Roik, A.V. Shevchuk ta in. – K.: Vid. NNTU «KPI», 2014. – 504 s.; 3. Novitni kompozicijni materiali detalej tertja poligrafichnih mashin / T.A. Roik, A.P. Gavrish, P.O. Kirichok, Ju.Ju. Vicjuk. – K.:NTTU «KPI», 2014.– 427 s.; 4. Finishne obrobennja znosostijkih detalej drukars'kih mashin: Navchal'nij posibnik / P.O. Kirichok, T.A. Roik, A.P. Gavrish ta in. – K.: Vid. NNTU «KPI», 2014. – 404 s.; 5. Novitni tehnologii virobництва standartizovanih virobiv / O.A. Gavrish, Ju.Ju. Vicjuk, T.A. Roik ta in. – K.: NNTU «KPI», 2012.– 204 s.

*Надійшла до редколегії 23.04.2014*