

УДК 620.168 (045)

Є. В. КОРБУТ¹, О. В. АНДРЕЄВ², І. Р. ДЕРЕК³, О. В. РАДЬКО³, В. Ф. ЛАБУНЕЦЬ³

¹Національний технічний університет України «КПІ», Україна

²Державне підприємство «Антонов», Україна

³Національний авіаційний університет, Україна

ВПЛИВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ ПОВЕРХОНЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Досліджено вплив зовнішніх чинників, зокрема режимів механічної обробки, на характеристики якості оброблених поверхонь полімерних композиційних матеріалів.

Ключові слова: композиційні матеріали, різальний інструмент, обробка, зносостійкість, якість.

Вступ. Сучасні машинобудівні підприємства стикаються з необхідністю підвищення конкурентних переваг продукції, що випускається. Досягнення цієї мети можливе за рахунок посилення вимог до якості деталей, скорочення періодів технічної підготовки виробництва та виготовлення продукції, за рахунок застосування сучасних композиційних матеріалів (КМ), які успішно замінюють чорні й кольорові метали в конструкціях і не поступаються їм за фізико-механічними властивостями [1].

До числа найбільш перспективних конструкційних матеріалів, особливо в авіаційно-космічній техніці, відносяться полімерні композиційні матеріали (ПКМ), що обумовлено їх властивостями, а саме: 1) мала вага порівняно з металами; 2) хороша міцність, 3) висока зносостійкість у парі з металами; 4) електромагнітна прозорість; 5) стійкість до впливу вібрації; 6) радіаційна стійкість; 7) висока корозійна стійкість тощо [2].

Зважаючи на різноманіття ПКМ за структурою, складом, застосуванням та видами механічної обробки подальше поглиблене вивчення процесів зношування в контакті різальний інструмент (РІ) – ПКМ, від яких залежить якість поверхні оброблюваного матеріалу, є актуальним.

Згідно з [3] обробка різанням ПКМ має ряд особливостей, що відрізняє їх від аналогічної обробки металів, а саме: 1) анізотропія властивостей ПКМ; 2) складність отримання високої якості поверхневого шару; 3) низька теплопровідність матеріалів; 4) інтенсивний абразивний вплив наповнювача, оскільки наповнювачем у ПКМ є скляні, вугільні волокна, які мають високу абразивну здатність; 5) неможливість застосування в більшості випадків змашувально-охолоджуючих рідин (ЗОР), що обумовлено високою здатністю до поглинання вологи більшості ПКМ і незворотною зміною їх фізико-механічних властивостей; 6) специфічні вимоги техніки безпеки під час різання ПКМ, що пов'язано з виділенням дрібних частинок матеріалу під час різання.

Характерно, що обробка композиту одного типу відрізняється від обробки композиту іншого типу. У зв'язку з цим проводиться пошук нових методів обробки, оптимізація діючих методів і розробка спеціальних інструментів з метою забезпечення заданої якості оброблених поверхонь.

Постановка завдання. Визначити вплив зовнішніх чинників на якість поверхонь ПКМ при механічній обробці.

Результати дослідження та їх обговорення. У процесі різання контактуючі

поверхні РІ і деталі, які обробляється, знаходяться у важких умовах тертя і зношування, відбувається відносно ковзання при підвищених температурах, швидкостях і нормальних контактних навантаженнях [4; 5]. Для контакту характерні малі габарити, висока точність, нерівномірність розподілу діючих напружень і температури, неіндентичність умов на робочих поверхнях РІ.

При обробці ПКМ на робочих поверхнях інструментальних матеріалів залежно від параметрів обробки можуть розвиватися процеси адгезійного, втомного, абразивного, дифузійного, механічного та окисного зношування.

Абразивний вид зношування спостерігається при обробці ПКМ, що містять тверді включення як наповнювач. Тверді частинки, що знаходяться у матричному матеріалі композицій, яка обробляється, при контакті з твердими складовими структури РІ викидаються їх, як результат, руйнується поверхневий шар РІ.

Проведений нами аналіз ПКМ триботехнічного призначення показав, що найбільш поширеними матеріалами є композиції з скляними, органічними і вуглецевими наповнювачами (табл. 1).

Таблиця 1.

Перелік армуючих наповнювачів у ПКМ

Марка	Номер НД	Маса, г/м ²	Товщина, мм
Скляні наповнювачі			
T-10-80	ГОСТ 19170-2001	290	0,25
T-10-14	—	290	0,23
T-13	—	290	0,27
T-60/2(ВМП)-14	ТУ 6-48-05786904-111-92	215	0,22
T-15(П)-76	ТУ 6-48-107-94	160	0,19
ЭЗ-100	ГОСТ 19907-93	108	0,1
A-1	ГОСТ 8481-75	90	0,1
A-2	ГОСТ 8481-75	60	0,06
ЛСКВМ-0,1х35	ТУ 5952-001-00204955-97	128	0,1
ЛЭС-0,2х30	ГОСТ 5937-81	228	0,2
КТ-11-ТО	ТУ 5952-05786904-99	440	0,41
Органічні наповнювачі			
T-42/1-76	ТУ 6-19-062-87-88	190	0,26
СВМ, арт. 56313	ТУ 17ВНИИ ПХВ-350-88	88	0,25
СВМ, арт. 56334	ТУ 17РСФСР 62-10164-81	150	0,35
Вуглецеві наповнювачі			
Элур-ПА	ГОСТ 28006-88	120	0,13
Элур-0,08ПА	ГОСТ 28006-88	68	0,08
УОЛ-300-1А	ТУ 1916-167-05763346-96	265	0,25
УОЛ-300-2А	ТУ 1916-167-05763346-96	210	0,21
УТ-900	ТУ 1916-155-05763346-95	240	0,21

У результаті проведених досліджень встановлено, що якість обробленої поверхні, яка визначається її геометричними параметрами і хіміко-фізико-механічним станом, залежить від ряду зовнішніх чинників, основними з яких є характеристики РІ та режими обробки (рис. 1).

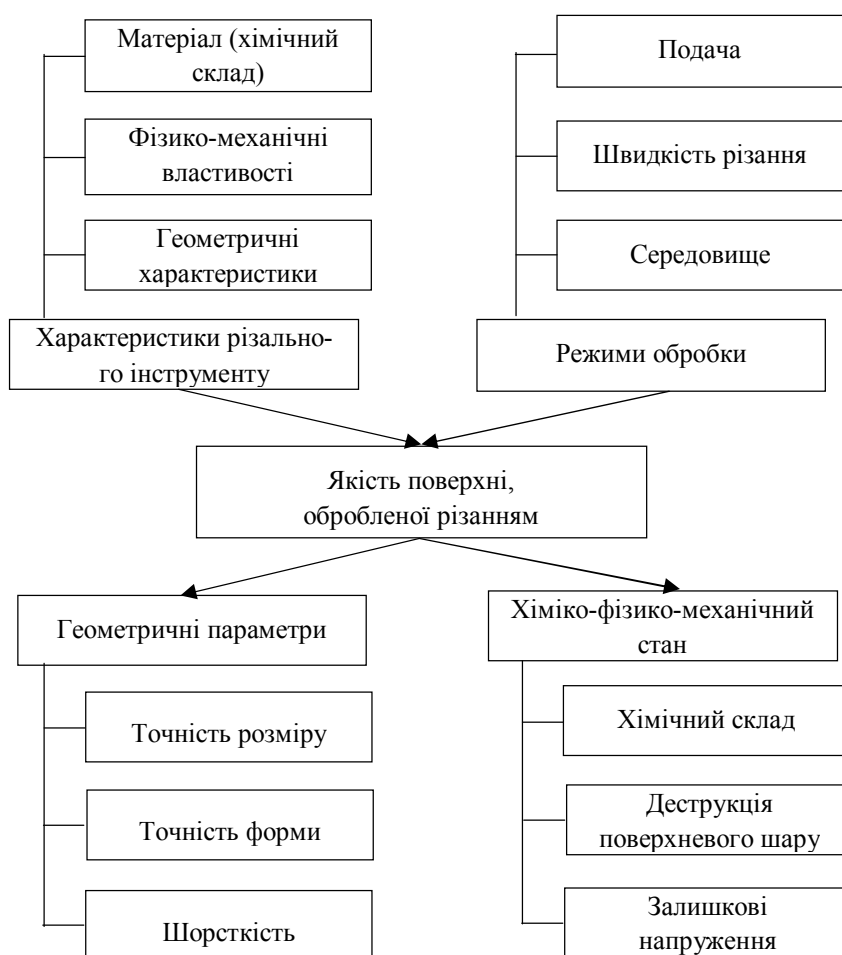


Рис. 1. Взаємозв'язок зовнішніх чинників та параметрів якості оброблених поверхонь полімерних композиційних матеріалів

Свердлення є достатньо трудомісткою технологічною операцією, тому обробка ПКМ іноді займає до 70–80% від загальної трудомісткості процесу механічної обробки. У зв'язку з цим неправильний вибір інструменту та режимів різання може призвести до великих виробничих витрат.

Вибір інструментів при свердленні КМ нічим не відрізняється від вибору інструментів при точінні, тому свердління отворів в скло-, вугле- і органопластиках проводиться швидкорізальними і твердосплавними свердлами з відповідними поправочними коефіцієнтами [6].

Свердління волокнистих КМ виробляють в різних напрямках, як за напрямком армуючих волокон, так і перпендикулярно; вимоги до точності отворів є невисокими (11- 12- й класи точності і шорсткість $R_z = 20$ мкм).

Для уникнення розшарування армованих волокон композитів у [6] рекомендується правильно обирати геометричні параметри свердел і використовувати прокладки як при вході, так і при виході свердла з матеріалу, який підлягає свердленню.

Режими різання призначаються у такій послідовності: визначається марка інструментального матеріалу і геометричні параметри свердла, його діаметр, а потім режими різання.

Геометричні параметри свердел вибирають залежно від матеріалів. Так, наприклад, для скло-, вугле- і боропластиков рекомендуються геометричні параметри, наведені в таблиці 2 [6].

Таблиця 2

Геометричні параметри свердел

Матеріал, що оброблюється	Матеріал ріжучої частини свердла	Геометричні параметри свердла		
		2ϕ	γ	λ
Склопластик	P6M3, P12 тощо	100	15	20
	BK3, BK3-M, BK4 тощо	100	10	20
Боропластик	BK3, BK3-M, BK6-M, BK8	105	10	20
Вуглепластик	P6M3, P6M5, P12	90...100	10...15	15...20
	BK3, BK3-M, BK6-M, BK8	90...100	10	15...20

Для визначення впливу швидкості різання на якість обробленої поверхні ПКМ було проведено серію експериментів. При цьому у зразках товщиною 5 мм з ПКМ на основі поліетилену робили отвори свердлом із швидкорізальної сталі P6M5 діаметром 8,5 мм. Швидкість різання становила 0,42 м/с, 1,4 м/с та 2,7 м/с.

Зображення отриманих отворів на вході та виході свердла для різних швидкостей обертання наведені на рис. 2.

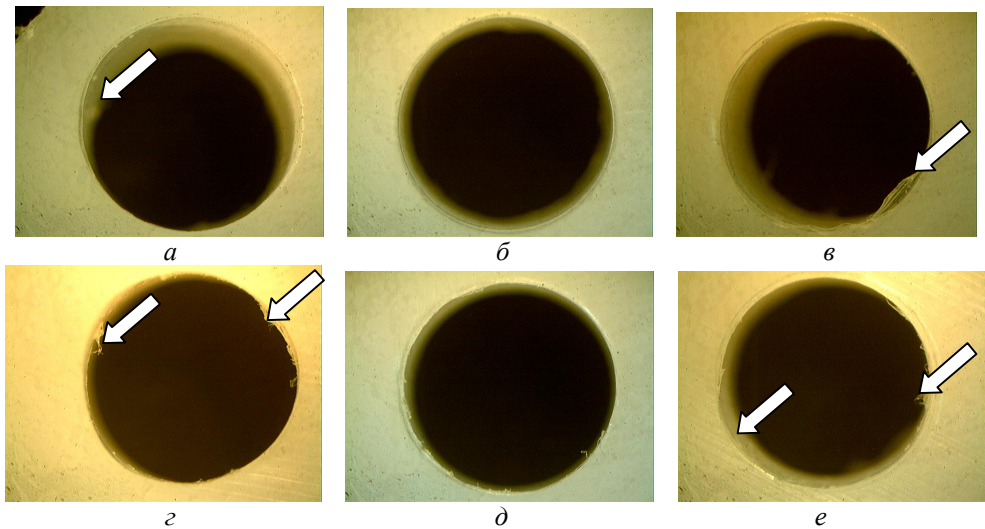


Рис. 2. Зображення отворів на вході (а, б, в) та виході (г, д, е) свердла для швидкостей різання 0,42 м/с, 1,4 м/с та 2,7 м/с відповідно

Як видно з рисунку при малих та великих швидкостях різання ПКМ спостерігається ворсистість та незначне викришування матеріалу зразків (позначені стрілками на рис. 2).

Для даних матеріалу, РІ та умов механічної обробки найвища якість обробленої поверхні досягається за швидкості різання 1,4 м/с..

Для багатошарових ПКМ окрім ворсистості й викришування крайок отвору спостерігається розшарування матеріалу на вході та на виході інструменту з отвору. З метою підвищення якості обробки таких ПКМ нами запропоновано пристрій [7], що вміщує направляючу втулку та ступінчастий різальний інструмент, у якого ступінь меншого діаметра призначений для обробки попереднього отвору при прямій подачі, а ступінь більшого діаметра – для обробки остаточного отвору при зворотній подачі, а направляюча втулка виконана ріжучою.

Висновки. Встановлено взаємозв'язок зовнішніх чинників та параметрів якості оброблених поверхонь ПКМ. Визначено, що при свердлінні ПКМ на основі поліетилену свердлом із матеріалу Р6М5 найкраща якість отриманих отворів спостерігається за швидкості різання 1,4 м/с.

Список літератури

1. Доц М.В. Проектирование технологических операций обработки композиционных материалов на основе искусственных нейронных сетей / Доц М.В., Бондарь Е. Б., Марков А.М., Маркин В.Б. // Ползуновский вестник, 2012. – №1/1. – с.81-84.
2. Дерек Иренеуш. Применение полимерных трибологических материалов в авиации / Иренеуш Дерек, Лабунец В.Ф. // Проблеми тертя та зношування: наук. техн. зб. – К.: НАУ, 2012. – Вип. 58. – С.119–127.
3. Полімерні композиційні матеріали в ракетокосмічній техніці: Підручник / Є.О. Джур, Л.Д. Кучма, Т.А. Манько та ін. – К.: Вища освіта, 2003. – 399с.
4. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Лоладзе Т.Н. – М.: Машиностроение, 1982. – 320с.
5. Резников А. Н. Теплофизика резания / Резников А. Н. – М.: Машиностроение, 1959. – 288 с.
6. Рогов В.А. Инструменты, применяемые при обработке труднообрабатываемых материалов сверлением // Рогов В.А., Велис А.К., Шкарупа М.И. Фундаментальные исследования, 2012 – №11. – с.645-651.
7. Пат. № 7745 Україна, МПК В23В 51/08. Пристрій для обробки отворів у компози-тах / Ю. І.Адаменко, Ю. Й.Бесарабець, Є. В.Корбут, О. В.Грабівський. Опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3, 2013 р.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2013

E.V. KORBUT¹, O. V. ANDRYEYEV², I.R. DEREK³, O.V RADKO³, V.F. LABUNETS³

MECHANICAL PROCESSING MODES ON POLYMER COMPOSITE MATERIAL SURFACE QUALITY

The influence of external factors, including mechanical processing modes on quality characteristics of treated surfaces of polymer composite materials are investigated. Determined that when polyethylene-based polymer composite material is drilling by R6M5 drill the best quality of the holes observed by cutting speed 1,4 m / sec.

Key words: composite materials, cutting tools, handling, wear resistance, quality.

Корбут Євген Валентинович – канд. техн. наук, доцент кафедри, НТУУ КП.

Андрєєв Олексій Вікторович – канд. техн. наук, заступник головного спеціаліста із композиційних матеріалів ДП «Антонов».

Дерек Іренеуш – аспірант Національного авіаційного університету.

Радько Олег Віталійович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри машинознавства Національного авіаційного університету, radlviv@ukr.net.

Лабунець Василь Федорович – канд. техн. наук, професор кафедри машинознавства Національного авіаційного університету.