

УДК 621:95.08: 62-4

Лисенко Б.Г., аспірант,
Колесник В.О., канд. техн. наук,
Забара М.О., студентСумський державний університет, b.lysenko@tmvi.sumdu.edu.ua**ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ЯКІСТЬ ПОВЕРХНІ ПРИ СВЕРДЛІННІ
ОТВОРІВ У ПАКЕТАХ «ВУГЛЕПЛАСТИК/ ТИТАНОВИЙ СПЛАВ»**

Дотепер свердління пакетів вуглепластик/титановий сплав все ще є одним із найбільш поширеним методів механічної обробки для виготовлення отворів для вузлів у цивільних літаках. Свердління отворів в пакетах за один прохід досі залишається складним завданням. Низька оброблюваність матеріалів пакету обумовлена поєднанням анізотропної структури композиційного матеріалу, високої твердості та міцності титанового сплаву. У експериментальних дослідженнях найчастіше вимірюються осьова сила (F , Н), крутний момент (M_c , Н·мм), температура різання (T , °С), досліджувався механізм формування стружки, а також такі технічні параметри, як фаска зношування та період стійкості інструменту. Вищезазначені параметри як правило використовуються для пояснення фізичної природи впливу режимів різання, геометрії інструменту та матеріалу інструменту, а також впливу технологічних середовищ на показники якості отворів. При свердлінні пакету титановий сплав/ вуглепластик було виявлено, що подача (0,05-0,15 мм/об) має значний вплив на осьову силу на рівні 40% у титановому сплаві та 31% у вуглепластику, а також на крутний момент на рівні 72% в титановому сплаві [1]. Менше з тим, питанню вивчення температури свердління та впливу режимів різання на шорсткість обробленої поверхні отворів у пакеті була присвячена не достатня увага. З метою розширення розуміння залежності температури свердління та шорсткості поверхні було запропонована та реалізовано експериментальне дослідження вище зазначених параметрів при свердлінні пакетів вуглепластик/титановий сплав.

Експериментальне дослідження було проведено з використанням методу штучної термопари та профілографічного методу визначення шорсткості. Планування експерименту здійснювалося за методикою Тагучі, на основі ортогонального масиву L_8 , шляхом варіювання факторів швидкості різання та подачі на трьох рівнях. На основі ортогонального масиву L_8 за методикою рабастного планування було отримано план експерименту, що складався з варіюванні двох факторів: швидкість різання (v , м/хв) та подачі (f , мм/об), на трьох рівнях, що дозволило сформувати матрицю кодування та таблицю декодування факторів та їх рівнів. Механічна обробка пакету вуглепластик/титановий сплав проводилась з постійними значенням рівнів факторів у межах дослідження для обох шарів пакету (табл. 1) [2].

Таблиця 1 – Матриця варіювання факторів за методикою Тагучі L_8

Чинники	Номер дослідження								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Швидкість різання, v (м/хв)	15	15	15	40	40	40	65	65	65
Подача, s (мм/об)	0,02	0,05	0,08	0,02	0,05	0,08	0,02	0,05	0,08

Під час експерименту вимірюваним параметром, що характеризував вплив режимів різання на процес різання була температура свердління. Вимірювання температури свердління здійснювалось у режимі реального часу за допомогою бездротового пристрою WICUTEM, що був закріплений на цанговій оправці HSK 40. Підведення термопари типу хромель – алюмель до головної різальної кромки свердла, здійснювалось через внутрішні

канали для подачі змащувально-охолоджуючої рідини твердосплавного спірального свердла. Бездротова передача даних про результати вимірювання температури свердління була реалізована засобами технології Bluetooth на персональний комп'ютер. Використання технології Bluetooth дозволило забезпечити контроль температури осьового різального інструменту у режимі реального часу.

Під час вимірювання температури свердління було визначено, що локальний мінімум вимірюваного параметру при обробці шару вуглепластику групується в діапазоні режимів різання $v = 15$ м/хв та $f = 0,05 - 0,08$ мм/об, а максимум $v = 65$ м/хв та $f = 0,05$ мм/об. Для титанового сплаву групування локального мінімуму та максимуму відбувалося при $v = 15$ м/хв, $f = 0,05$ мм/об та $v = 65$ м/хв, $f = 0,05$ об/хв, досягаючи 220 °С та 461 °С відповідно [3].

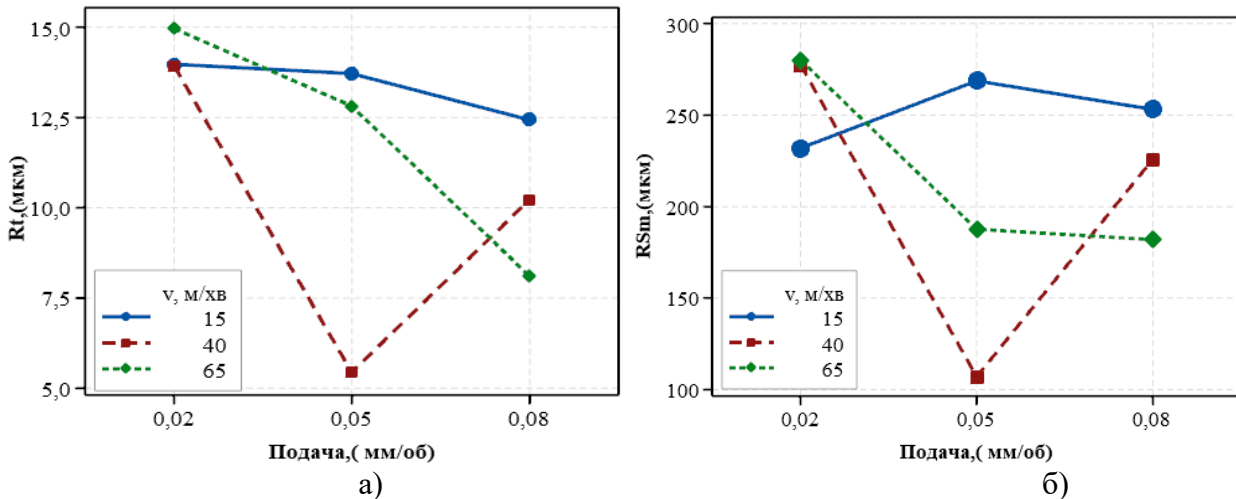


Рис. 1 – Шорсткість поверхні отвору у шарі вуглепластику за параметрами: а) R_t , б) R_{Sm} титановий сплав

Аналіз результатів вимірювання засвідчив, що мінімальні або близькі до мінімальних значення середньоквадратичного відхилення профілю мікронерівностей, повної висоти профілю $R_t = 5,4$ мкм, максимальної глибини западин профілю на базовій довжині становила $R_y = 2,3$ мкм, та середньої ширини елементів профілю R_{Sm} від 212 до 246 мкм були отримані при $v = 40$ м/хв та $f = 0,05$ мм/об (рис 1).

Навколо режимів різання $v = 40$ м/хв та $f = 0,05$ мм/об відбувалося групування локальних мінімумів аналізованих параметрів шорсткості обробленої поверхні у шарі титанового сплаву.

Визначено, що при обробці шару вуглепластику значення аналізованих параметрів шорсткості підпорядковується тренду до збільшення параметрів при збільшенні подачі, в той час як при свердлінні шару титанового сплаву навпаки до зниження, за винятком тих що стали локальними мінімумами.

Було наочно доведено, що комбінація швидкості різання 40 м/хв та подачі 0,05 мм/об дозволяє забезпечити мінімальні значення аналізованих параметрів мікрорельєфу обробленої поверхні, як в шарі вуглепластику так і титанового сплаву.

Список посилань

1. Shyha, I.; Soo, S.L.; Aspinwall, D.K.; Bradley, S.; Dawson, S.; Pretorius, C.J. Drilling of Titanium/CFRP/Aluminium Stacks. Advanced Precision Engineering 2010, 447-448, 624, doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.447-448.624.
2. Kolesnyk V. Peterka J. Experimental Study of Drilling Temperature, Geometrical Errors and Thermal Expansion of Drill on Hole Accuracy When Drilling CFRP/Ti Alloy Stacks 2020, 17 doi:10.3390/ma13143232.
3. Kolesnyk V. Peterka J. Application of ANN for Analysis of Hole Accuracy and Drilling Temperature When Drilling CFRP/Ti Alloy Stacks 2022, 21, doi: 10.3390/ma15051940.