

УДК 621.904:621.95:629.7

Адаменко Ю.І., канд. техн. наук, доцент
Майданюк С.В., канд. техн. наук, доцент
Плівак О.А., інженер
Прокопчук Д.В., студент

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
maysv3@gmail.com

ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОНТУРНОГО РІЗАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Полімерні композиційні матеріали широко використовуються в авіабудуванні, автомобілебудуванні, будівництві, спортивних та декоративних виробках тощо. Поєднання високої довговічності та надійності під час роботи в умовах значних навантажень, високих температур та агресивних середовищ сприяють їх значному поширенню.

Найбільш поширеними операціями механічної обробки деталей з полімерних композитів є обробка по контуру – обрізання кромки, фрезерування торців, уступів, вікон. Переважно ці операції виконують вручну за допомогою механізованих засобів. Основними проблемами, що виникають під час обробки є складність отримання високої якості обробленої поверхні, низькою стійкістю різального інструмента, пов'язана з високою абразивною здатністю наповнювача, та є дотримання норм безпеки праці оператора.

Найбільш поширеними дефектами при механічній обробці є деструкція поверхневого шару, викликана тепловими явищами, що супроводжують процес різання, та механічні пошкодження – розшарування зовнішніх шарів матеріалу, незрізані волокна, сколи, виривання тощо [1].

Процес механічної обробки супроводжується виділенням значної кількості дрібнодисперсних частинок стружки, що знаходяться у повітрі, які мають потенційну здатність ушкоджувати дихальну систему та викликати токсичне подразнення. Тому вкрай важливо під час проектування технологічних процесів обробки композиційних матеріалів та інструментів для них, звести до мінімуму викиди небезпечних частинок у довкілля [2].

Для контурного обрізання панелей із композиційних матеріалів використовувався механізований пристрій [3], конструкція якого є модернізацією пристрою згідно патенту FR2561556A1 [4]. Пристрій закріплюється на електричному дрилі, в якості різального інструмента використовується інструмент з гвинтовим зубом. Різальний інструмент виконує обертальний рух, а весь пристрій, разом з інструментом – рух подачі, перпендикулярний осі обертання інструмента. Заготовка композиційного листового матеріалу, потрапляючи в западину гвинтового зуба інструмента, захоплюється ним і, притискаючись до різально-напрямної втулки, зрізується знизу догори за принципом ножиць, підтискаючи зрізуваний шар матеріалу до торцевої поверхні втулки.

Для реалізації наведеної схеми зрізання припуску крок спіралі зуба P повинен бути більшим за мінімально допустимий:

$$P_{min} = (H + b)/(1 - 2t/\pi D) \quad (1)$$

де H – товщина оброблюваної заготовки;

b – товщина зуба в осьовому напрямку;

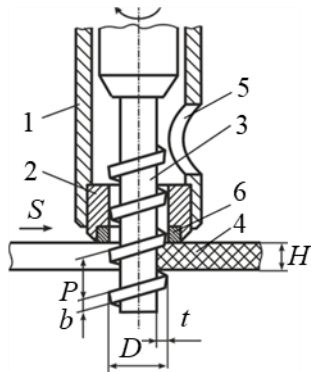
t – висота зуба (конструктивно допустима подача на оберт інструмента);

D – діаметр інструмента.

Для досліджень були обрано органопластик товщиною 1,4 мм, склопластик – 2,3 мм та армований вуглепластик – 1,3 мм відповідно.

Різально-напрямна втулка використовувалася цільної конструкції зі швидкорізальної сталі Р6М5. Різальний інструмент використовувався зі швидкорізальної сталі Р6М5: $\varnothing 6,05$ мм, $\omega = 59^\circ$; товщина та висота зуба, відповідно $b = 1,44$ мм, $t = 0,9$ мм; $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 2^\circ$.

Швидкість різання інструмента варіювалась на трьох рівнях (42 м/хв, 49 м/хв та 57 м/хв), подача – ручна.



- 1 – корпус пристрою
- 2 – напрямна частина різально-напрямної втулки
- 3 – різальний інструмент
- 4 – заготовка
- 5 – отвір для видалення стружки
- 6 – різальної частини різально-напрямної втулки

Рис. 1 – Схема пристрою для різання листових композиційних матеріалів

Якість обробленої поверхні (торцевої поверхні) деталі з композиційного матеріалу оцінювалась такими параметрами: шорсткість поверхні та величина не зрізаних армуючих волокон.

Шорсткість обробленої поверхні деталі вимірювалась на вході інструмента в заготовку за допомогою мобільного профілометра MarSurf PS1 за параметром Ra. Величина незрізаних волокон оцінювалась за допомогою мікроскопа.

Як показали дослідження:

- зі збільшенням швидкості різання шорсткість поверхні зростає, найбільша шорсткість поверхні спостерігалася на деталях зі склопластику, а найменша – з армованого вуглепластику;

- величина не зрізаних волокон на вході інструмента в заготовку суттєво менша, ніж на виході інструмента із заготовки для всіх оброблюваних матеріалів;

- в процесі обробки спостерігається утворення стружки великого поперечного перерізу та невелика кількість дрібнодисперсних частинок стружки; стружка затягується в середину корпусу пристрою та відводиться з нього через спеціальний отвір для відведення стружки 5 (див. рис. 1).

На підставі отриманих результатів підтверджено, що використання запропонованого пристрою дозволяє підвищити якість обробки листових полімерних композиційних матеріалів, за рахунок поліпшення умов обробки. Встановлено, що шорсткість обробленої поверхні незначно зростає з підвищенням швидкості різання, а робота пристрою супроводжується незначним утворенням дрібнодисперсної стружки, яка відводиться із зони обробки через пристрій та не потрапляє в органи дихання людини, що поліпшує умови роботи.

Список посилань

1. Глоба А.В. Оценка качества обработанной поверхности при сверлении высокопрочных полимерных композиционных материалов. / А.В. Глоба, Ю.И. Адаменко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Випуск 23. – Краматорськ-Київ 2008. – С.220-224.

2. N. Nguyen-Dinh, Akshay Hejjaji, Redouane Zitoune, Christophe Bouvet, Mehdi Salem. New tool for reduction of harmful particulate dispersion and to improve machining quality when trimming carbon/epoxy composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Elsevier, 2020, 131, pp.105806. 10.1016/j.compositesa.2020.105806. hal-02544160.

3. Адаменко Ю. Дослідження інструмента для контурного розрізання композиційних матеріалів. / Адаменко Ю., Бесарабець Ю., Майданюк С., Плівак О. // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2022. – Випуск 3(134) – С. 70-77. <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.3.9>

4. Patent France FR2561556A1, B23C5/10; B26D1/15; B32B5/08. Composite material clipping tool, 1985-09-27.