

УДК 621.904:621.95:629.7

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

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

ВПЛИВ РАДІУСА ЗАОКРУГЛЕННЯ РІЗАЛЬНОЇ КРОМКИ НА ЯКІСТЬ ОБРОБКИ ОТВОРІВ У КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛАХ

Полімерні композиційні матеріали, зокрема армовані скляним волокном, широко використовуються у різних галузях промисловості: будівництві, автомобілебудуванні, авіа- та ракетобудуванні, кораблебудуванні, вітровій енергетиці, а також в побутовій електроніці, телекомунікаційних продуктах та інших прикладних сферах. До 2025 року темпи світового щорічного зростання ринку скловолоконних тканин прогнозуються на рівні 6,1% [1].

Однією з найбільш поширених і складних операцій механічної обробки склопластиків є обробка отворів для болтових та заклепкових з'єднань. Складність обробки полягає у низькій стійкості різального інструмента та в утворенні дефектів обробленої поверхні отворів. Серед основних факторів, що впливають на зношення інструменту, можна відзначити властивості матеріалу (хімічний склад, розмір волокна, схема армування), особливості різального інструменту (марка матеріалу, наявність покриття, конструкція, геометричні параметри), а також технологія обробки (верстат, режими різання, застосування накладок тощо).

Стан різальної кромки, її гострота або притуплення істотно впливають на взаємодію інструменту та матеріалу в зоні різання і на всі параметри процесу – стружкоутворення, температуру, зусилля різання і, як наслідок, якість обробленої поверхні деталі [2].

У якості оброблюваного матеріалу був вибраний склопластик товщиною 5 мм з перехресним армуванням волокон з Е-скла діаметром 16 мкм. Інструмент – свердло спіральне з швидкорізальної сталі діаметром 8 мм, діаметром серцевини 1,3 мм, форма заточка – по двох площинах. Геометричні параметри різальної частини свердла: $2\varphi=120^\circ$, $\alpha=20^\circ$, $\psi=55^\circ$, $\omega=28^\circ$. Випробування проводилися на вертикально-свердлильному верстаті, режими обробки: швидкість різання 17,8 м/хв, подача 0,1 мм/об.

Через кожних десять оброблених отворів визначався радіус заокруглення різальної кромки на обох лезах свердла. Вимірювання здійснювались з кроком 0,5мм вздовж різальної кромки щуповим методом на модернізованому приладі для вимірювання шорсткості поверхні (рис.1,а) [3]. За результатами вимірювань будувалась модель леза (рис.1, б) .

Під час обробки отворів у полімерних композитах виникає ціла низка дефектів, зокрема розшарування, незрізані волокна, термічна деструкція, відколювання, відхилення форми, розмірів тощо (рис.2,а). Під час досліджень основним параметром, який характеризує якість обробки, було вибрано розшарування зовнішніх шарів матеріалу на вході інструмента в заготовку та на виході з неї. Для кількісної оцінки розшарування був вибраний критерій F_{da} , який визначається як відношення зони розшарування навколо отвору до номінальної площі свердла та визначається за формулою (1) [4]. Схема для визначення F_{da} наведена на рис.2, б.

$$F_{da} = F_d + \left(\frac{A_d}{A_{max} - A_0} \right) \cdot (F_d^2 - F_d) \quad (1)$$

де A_0 – площа номінального кола, розрахована з використанням діаметра свердла D_0 ;

A_d – площа пошкодженої зони навколо отвору;

A_{max} – площа кола максимального діаметра пошкодженої зони D_{max} ;

F_d – коефіцієнт розшарування, який визначається як відношення максимального діаметра пошкодженої зони D_{max} до діаметра свердла D_0 .

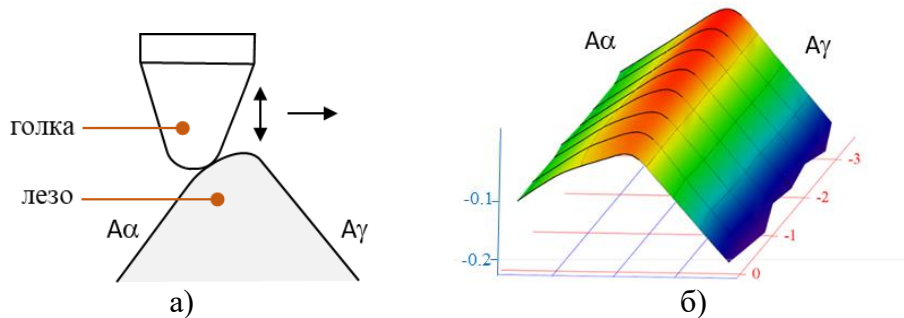


Рис. 1 – Визначення радіуса заокруглення різальної кромки а) схема оцупування лека; б) модель лека

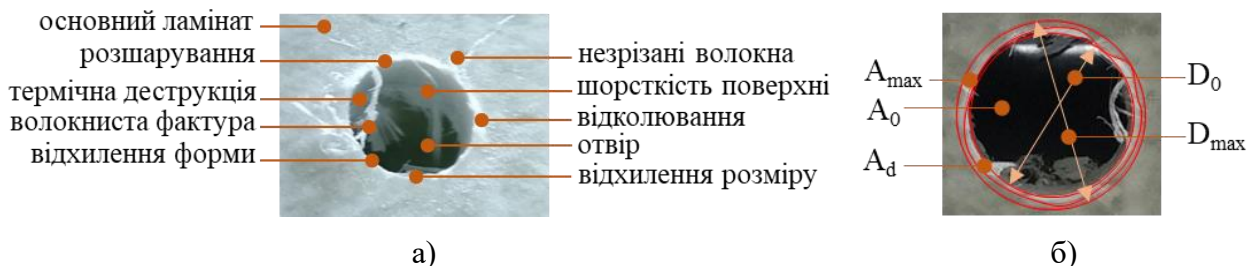


Рис. 2 – Параметри якості обробки отворів а) дефекти обробки; б) схема розрахунку розшарування

Як показали дослідження, розшарування на виході свердла з заготовки виявились більшими, ніж на вході. Радіус заокруглення вздовж різальної кромки змінювався несуттєво, не зважаючи на суттєву різницю в умовах різання, зокрема швидкість різання та зміну переднього і заднього кутів від периферії свердла до осі.

Було встановлено, що величина радіуса заокруглення різальної кромки залишалась приблизно на одному рівні від початку до закінчення серії експериментів і практично не впливала на величину розшарування, що узгоджується з висновками роботи [3]. Основним фактором, який справляв найбільший вплив на величину розшарування було зношення свердла по задній поверхні, яке призводило до інтенсифікації контактних та теплових процесів задньої поверхні з оброблюваним матеріалом. Необхідні подальші дослідження щодо вивчення впливу властивостей інструментального матеріалу, оброблюваного матеріалу, геометричних параметрів лека, режимів різання на якість обробленої поверхні.

Список посилань

1. Fiberglass Fabric Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Construction, Electrical & Electronics, Wind Energy, Aerospace), By Product (E-glass, S-glass), By Fabric Type (Nonwoven, Woven), And Segment Forecasts, 2019 - 2025.
2. Henerichs M., Bohrbearbeitung von CFK unter besonderer eidkantenmikro-geometrie. 2015, idgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH): Zürich.
3. Adamenko, Y., Besarabets, Y., Maidaniuk, S., Plivak, O., Adamenko, D. (2023). Influence of Drill Microgeometry on the Quality of the Machined Fiberglass Surface. In: Tonkonogyi, V., Ivanov, V., Trojanowska, J., Oborskyi, G., Pavlenko, I. (eds) Advanced Manufacturing Processes IV. InterPartner 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_30.
4. J.P. Davim, J.C. Rubio and A. Abrao, 2007, A novel approach based on digital image analysis to evaluate the delamination factor after drilling composite laminates, Composites Science and Technology. 67(9): pp. 1939-1945.