

СЕКЦІЯ XV. ТРАНСПОРТ ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ІЗ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ВИСОКОТОЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Сікульський Валерій Терентійович

д-р. техн. наук, доцент, професор кафедри технології виробництва ЛА
*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Україна*

Майорова Катерина Володимирівна

ORCID ID: 0000-0003-3949-0791

канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри технології виробництва ЛА
*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Україна*

Красовський Сергій Олександрович

завідувач лабораторії кафедри технології виробництва ЛА
*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Україна*

Трубчанін Юрій Ігорович

аспірант кафедри технології виробництва ЛА
*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Україна*

Спроба систематизації безлічі процесів фінішної обробки була зроблена в роботі [1], в якій представлено основи високопродуктивних, ефективно керованих в автоматизованому виробництві методів фінішної механічної та фізико-технічної обробки поверхонь деталей: точення та шліфування інструментами з надтвердих матеріалів, магнітно-абразів полірувань. Показано можливості прогресивних лезових та абразивних методів, наведено приклади їх високоефективного комплексного застосування при виробництві деталей із важкооброблюваних матеріалів. Найбільш перспективними та прогресивними методами фінішної обробки деталей авторами [2] виділено енергетичні методи, тоді як недостатньо висвітлено ряд методів, які безпосередньо відносяться до фінішних: суперфініш, хонінгування, полірування та ін.

Більш глибоке виклад фінішних методів обробки деталей транспортного призначення з підбором відповідного інструменту фірми ХЕВЕС (Японія) представлено в роботах [3-5], де представлені різні інструменти для чистової обробки поверхні деталей, зняття задирок, отримання радіусів кромки після

механообробки, обробки кромки та слідів електроерозійної обробки. Інструмент виконаний у вигляді щітки з нитками із спеціального керамічного матеріалу, який підходить не тільки для зняття задирок, але й видалення слідів різця та полірування, наприклад, головки циліндра, блока циліндра та станини.

Використання механічного інструменту (наприклад, A13 Pink, A21 White, A11 Red, A32 Blue) для видалення задирок і поліпшення якості поверхонь стало першим, але не найвдалішим рішенням цієї проблеми в машинобудуванні. По-перше, механічна обробка потребує додаткового завантаження обладнання. По-друге, така обробка вимагає великої кількості спеціалізованого інструменту, більшість якого виготовляється індивідуально під умови виробництва та особливості виробу, що виробляється. По-третє, лезові процеси не можна використовувати для групової обробки. По-четверте, багато лезових процесів виконуються виконавцями вручну, що є проблемою при застосуванні робітників високої кваліфікації. По-п'яте, механічна фінішна обробка не забезпечує високих показників якості, що знижує ресурс деталей, у зв'язку з чим у технологію виготовлення деталей вводять додаткові чистові фінішні операції. Ці п'ять чинників призводять до підвищення вартості технології виготовлення деталей та виробу загалом.

Не прийнятним у використанні механічного інструменту з метою зачистки від задирок, що виникають на вході та виході свердла, виявилось і для отворів з композиційних полімерних матеріалів, що пов'язано з появою розшарування і відколів [6-7]. Для фінішної обробки кераміки, суперсплавів та полімерних композиційних матеріалів використовують фінішне середовище за допомогою магнітного поля або будь-яких інших середовищ. У роботі [8] пропонується фінішне середовище зване магнітореологічною рідиною, яка є сумішшю абразивних частинок, що сполучає і добавок.

Автори дослідження [9] вказують, що, незважаючи на гострі вимоги з боку багатьох виробничих секторів, у відкритому доступі та літературі немає відомостей про застосовувані методи видалення задирок та обробки кромки деталей з алюмінію як одного із затребуваних матеріалів у світі. У статті робиться важливий висновок, що для забезпечення ресурсу важливо не тільки видаляти задирки, а й обробляти перетин поверхонь – кромки. Незважаючи на практичну значущість отриманих результатів, авторами статті [9] не розглянуто достатньою мірою прецизійне видалення задирок і обробку кромки. Очевидно, це пов'язано з тим, що навіть чистові фінішні механічні методи не забезпечують необхідну прецизійність кромки і поверхонь деталей. Вказується, що тісна співпраця між виробниками верстатів, програмістами CAD/CAM для точного планування траєкторії руху інструменту та науково-дослідною спільнотою з видалення задирок та чистової обробки крайок є вкрай необхідним для успішного переходу до наступного покоління методів прецизійного видалення задирок та обробки кромки.

Заслугує на увагу робота [10], в якій автори поставили за мету виключити можливість створення задирок. У роботі [11] реалізовано повний ланцюжок виготовлення алюмінієвої труби стрічковою пилкою та подальшою віброабразивною обробкою для згладжування гострих кромки та зняття задирок. Альтернативний досвід є при використанні нанесення спеціальних покриттів відмінних від матеріалу деталі для покращення поверхні деталей плазмовими технологіями [12-13].

В роботі [14] вивчалось утворення задирок при механічній обробці сплаву Ti6Al4V, який відомий поганою оброблюваністю з високими ризиками утворення задирок і, як результат, відзначається низька стійкість інструменту і низька якість

поверхні деталі. У цій роботі введено новий метод для точного вимірювання ширини верхнього задирка за еквівалентом ширини. Еквівалентна ширина задирки розраховується як відношення загальної площі задирки до загальної висоти. Можна відзначити спільність підходів у дослідженнях авторів робіт [10] та [11], які проаналізували технологію освіти задирок в залежності від технології та режимів різання при виготовленні деталі.

Незважаючи на теоретичну та практичну значимість результатів проаналізованих вище робіт, не розглянута достатньою мірою:

- групова обробка деталей із задирками, що в умовах масового виробництва впливає на вартість кінцевого продукту;

- перспектива сумісності чи комбінації фінішних методів із забезпечення заданих характеристик деталей транспортного призначення.

Враховуючи досвід розвинених країн у частині фінішної обробки деталей транспортного призначення, спостерігається перспективність досліджень із створення комплексної технології, тобто такої, що поєднає інформаційні технології, нанотехнології, термохімічні, електрохімічні та механічні методи обробки.

Список використаних джерел:

1. Gillespie, L.K. Deburring and Edge Finishing Handbook. Dearborn: Society of Manufacturing Engineers. 1999. 404 p.
2. Unune, D.R. & Mali, H.S. Current status and applications of hybrid micro-machining processes: a review. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. 2015. Vol. 229. Is. 10. P. 1681–1693. DOI: 10.1177/0954405414546141.
3. Yuan, J. & Lyu, B. & Hang, W. & Deng, Q. Review on the progress of ultra-precision machining technologies. Frontiers of Mechanical Engineering. 2017. Vol. 12. Is. 2. P. 158–180. DOI: 10.1007/s11465-017-0455-9.
4. XEBEC Deburring Technologies: Innovative Deburring & Surface Finishing Solutions. XEBEC, 2019. Available at: <https://deburringtechnologies.com/literature/XEB-CAT19-digital.pdf>.
5. Rodríguez, A. & González, M. & Pereira, O. & et al. Edge finishing of large turbine casings using defined multi-edge and abrasive tools in automated cells. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2021. P. 1–11. DOI:10.1007/s00170-021-08087-y.
6. Matuszak, J. Comparative analysis of the effect of machining with wire and ceramic brushes on selected properties of the surface layer of EN AW-7075 aluminium alloy. Advances in Science and Technology. Research Journal. 2022. Vol. 16. Is. 2. P. 50–56. DOI: 10.12913/22998624/146211.
7. Maiorova, K. & Vorobiov, I. & Andreev, O. & et al. Forming the geometric accuracy and roughness of holes when drilling aircraft structures made from polymeric composite materials. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. No. 2(116). P. 6–12. DOI: ...жду.
8. Devin, L.N. & Grechuk, A.I. & Lupkin, B.V. Drilling of composites using tools of polycrystalline superhard materials. Journal of Superhard Materials. 2018. Vol. 40. No.1. P. 58–64. DOI: 10.3103/S1063457618010094.
9. Bhattacharyya, B. & Doloi, B. Advanced finishing processes. In: Modern Machining Technology. London: Academic Press, 2020. P. 675–743. DOI: 10.1016/B978-0-12-812894-7.00008-6.
10. Niknam, S.A. & Davoodi, B. & Davim, J.P. & Songmene, V. Mechanical deburring and edge-finishing processes for aluminum parts – a review. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2018. Vol. 95. Is. 1. P. 1101–1125. DOI: 10.1007/s00170-017-1288-8.
11. Jin, S.Y. & Pramanik, A. & Basak, A.K. & et al. Burr formation and its treatments – a review. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2020. Vol. 107. Is. 5. P. 2189–2210. DOI: 10.1007/s00170-020-05203-2.

12. Bańkowski, D. & Krajcarz, D. & Młynarczyk, P. Deburring and smoothing the edges using vibro-abrasive machining. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 192. P. 28–33. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.06.005.
13. Levchenko, I. & Xu, S. & Cherkun, O. & Baranov, O. & Bazaka, K. Plasma meets metamaterials: three ways to advance space micropropulsion systems. *Advances in Physics*: 2021, Vol. 6. Is. 1. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23746149.2020.1834452>.
14. Kumar, M. & Bajpai, V. Experimental investigation of top burr formation in high-speed micro-milling of Ti6Al4V alloy. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 2020. Vol. 234. Is. 4. P. 730–738. DOI: 10.1177/0954405419883049.