

Дослідження методів обробки крайок отворів

М. М. Коротун¹⁾, Б. А. Ступін²⁾^{1), 2)} Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна

Article info:

Paper received:

16 January 2015

The final version of the paper received:

03 May 2015

Paper accepted online:

18 June 2015

Correspondent Author's Address:

¹⁾ korotun2105@gmail.com²⁾ boris-stupin@i.ua

В роботі встановлено, що на цей час є актуальним вирішення науково-практичної проблеми в забезпеченні показників якості крайок деталей взагалі та отворів зокрема при їх механічній обробці. Проведено дослідження та порівняльний аналіз застосування методів обробки крайок отворів. На основі якого встановлено, що існуючі методи обробки крайок можуть бути частково використані для обробки крайок отворів, що перетинаються під кутом всередині корпусної деталі з утворенням еліпсу крайки. Перспективним методом обробки цих крайок є електроіскрові або електроерозійні методи, як найбільш гнучкі технологічно та екологічні, але для обробки крайок отворів у формі просторового еліпса потрібні додаткові дослідження як за формою електрода-інструмента, так і за режимами обробки.

Ключові слова: метод, обробка, крайка отвору, технологічна операція, деталь, показник.

1. ВСТУП

Обробка крайок отворів є не складною, але конче важливою технологічною операцією. Вона включає в себе зняття фасок, виконання радіусів, притуплення, зняття заусенців, зачищення від попередніх технологічних операцій. На якість експлуатаційних показників деталей особливо негативно впливає наявність заусенців, які при виконанні таких технологічних операцій як свердління, фрезерування можуть навіть створювати так звану «корону». «Корона» створюється, як правило, при виході різального інструмента із деталі або при перетинанні отворів (рис. 1). Обробка такої «корони» є досить трудомісткою, особливо тоді, коли отвори перетинаються під кутом всередині корпусної деталі. У такому випадку при перетинанні отворів утворюється еліпс, обробка «корони» на якому завжди складна. Деталі гідроапаратури, паливної системи й деякі інші мають як отвори, що перетинаються під кутом, так і такі, що виконані у формі канавок, проточок, до чистоти крайок яких пред'являють підвищені вимоги.

Тому на цей час є актуальним вирішення науково-практичної проблеми в забезпеченні показників якості крайок деталей взагалі та отворів зокрема при їх механічній обробці.

Метою цієї роботи є дослідження та порівняльний аналіз застосування методів обробки крайок отворів.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

За даними, що наведені в роботі [1] існує більше ніж сотня методів обробки крайок деталей. Скільки з них можна використовувати для обробки крайок отворів невідомо. Тому краще розглянути основні методи обробки за типовою класифікацією, яка включає:

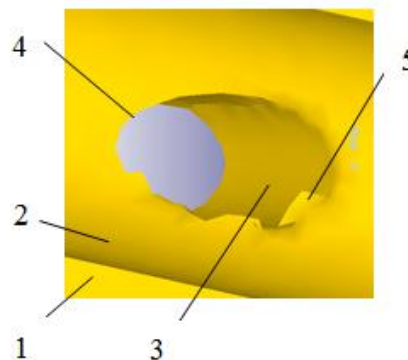


Рис. 1. Утворення «корони» на еліпсі отворів, що перетинаються під кутом всередині корпусної деталі:
1 – корпус; 2, 3 – отвори під кутом всередині корпуса;
4 – еліпс перетину отворів, 5 – «корона» заусенців (Deform 3D)

- механічні методи обробки крайок;
- електричні;
- фізичні;
- хімічні та
- їх комбінації.

Найчастіше для обробки крайок використовують механічні методи. Користуючись розробками роботи [2] та виділяючи необхідне, їх у свою чергу можна розділити на такі, що виконують:

- ручним інструментом;
- механізованим інструментом;
- з використанням абразиву;
- інструментом з використанням гідроабразиву.

Ручні методи обробки крайок використовують навіть у найсучаснішому виробництві тоді, коли це

виробництво експериментальне, дослідне, а також тоді, коли деталі виконуються невеликими серіями, і завантаження верстатів з ЧПК додатковими опціями не раціональне.

Для зняття фасок, заусенців, «корони» використовують як традиційні різальні інструменти типу зенкерів, зенківок, так і слюсарні, наприклад шабери та леза з рукоятками [3]. Такими інструментами можна знімати заусенці на крайках отворів, що розміщені зовні, на поверхні, й навіть з протилежного боку, з боку виходу інструмента. Останнє можливо як правило після зняття деталі з верстата. Але перераховані методи, незважаючи на їх простоту й привабливість, не можливі або практично не можливі для використання обробки крайок отворів, що перетинаються під кутом всередині корпусної деталі. До ручних методів обробки відносять обробку механізованим інструментом, наприклад ручними дрелями з електро- або пневмо-приводом. Наявність таких інструментів не впливає на можливість обробки крайок отворів всередині корпусних деталей.

Механізовані методи обробки крайок отворів широко використовуються у тих випадках, коли крайку можна обробити, не знімаючи деталі з верстата. Це типові технологічні процеси з використанням універсального інструменту. На верстатах з ЧПК можлива обробка крайок із сторони виходу інструмента. Інновації для механізованого профілювання крайок (МПК) у авіабудівництві [4] передбачає використання спеціалізованого інструмента для обладнання, на якому виконувалась обробка деталі. Система МПК дозволяє точно визначити та створити програму для системи ЧПУ верстата, забезпечити максимальну повторюваність результатів при серійному виробництві. При цьому залишаються незмінними допуски на крайку у зв'язку з відсутністю зняття та переустановлення деталі. Запропоновані різальні інструменти визначаються складною геометрією різання. Найбільш високотехнологічні дозволяють знімати фаску на вході та виході отвору без утворення вторинних заусенців.

Дослідження, проведені у сфері профілювання заусенців дозволили виявити, що найбільш ефективним є правостороннє різання з правосторонню спіраллю інструмента. Незважаючи на такі переваги, автори розробки Тен ван Астен, спеціаліст з маркетингу компанії Seco Tools, та Ян Віллен ван Іперен, спеціаліст з фрезерування компанії Seco Tools [4], не наводять прикладів обробки крайок отворів, що перетинаються всередині корпусної деталі, тобто обробки еліптичних крайок з заусенцями.

Використання абразивних матеріалів можливе як при ручних методах обробки крайок, так і механічних. Абразивні матеріали (абразивні інструменти) використовують на гнучкій основі (папір, плівка, тканини, волокно та ін.) у вигляді стрічок, смужок, пелюстків з нанесеними на них абразивних зерен. Використовують вільні абразиви у вигляді порошоків або піску. Тверді абразиви використовують у вигляді абразивних кругів різної форми, шліфувальних губок і т. ін. [5, 6]. Якщо для попередньої обробки крайок, для зняття заусенців можна використовувати абразивні матеріали на гнучкій основі, то на крайках всередині корпусних деталей таке використання не завжди можливе.

Використання гнучких кругів, наприклад пелюсткових, для обробки всередині отвору практично не можливе із-за можливої зміни розміру отвору.

Жорсткі круги використовують при шліфуванні паралельних канавок в отворах гідроапаратури, на верстатах ЧПК, з точним переміщенням по довжині отвору. Але технологія шліфування жорсткими абразивними кругами не передбачає видалення заусенців, технологічного шламу, і його видаляють окремими методами.

Для очищення від заусенців на крайках отворів значних діаметрів використовують струм піску під тиском. Для крайок на внутрішніх отворах, що перетинаються, піскоструми не використовують із-за їх габаритних розмірів.

Гідроабразивна обробка отворів забезпечує їх надзвичайну чистоту, без заусенців та «корони». Точність обробки знаходиться у межах 0,01 мм [7]. У матеріалах фірми не наводяться приклади обробки крайок отворів, що знаходяться всередині корпусних деталей. Це пов'язано з неможливістю використання гідроабразивної обробки для таких крайок.

З перелічених вище методів обробки крайок отворів, що перетинаються в середині корпусних деталей, практично ні один не може бути використаний для зазначеної мети. Незважаючи на свою примітивність, частіше використовують ручні методи обробки, з використанням і без використання механізованого інструмента, оснащеного лезовим або абразивним інструментом.

До фізичних методів обробки крайок можна віднести наступні методи обробки:

- ультразвукові;
- термоімпульсні;
- електроіскрові;
- електроерозійні.

Ультразвуковий метод використовують у випадках, коли деталі можна розмістити у рідині [8]. Деталь приєднують до ультразвукового генератора. Ультразвукові хвилі, що виникають у рідині, діють на всі поверхні деталі. Очищення здійснюється завдяки гідродинамічному ефекту, що виникає під час кавітації рідини. Метод дозволяє виконувати очищення крайок будь-якої форми, що не можливо зробити механічними методами. Недоліком може бути те, що не вся «корона» може бути очищена, тому що заусенці «корони» мають різний ступінь зчеплення з крайкою отвору. Крім того, метод потребує особливих умов використання ультразвукової техніки.

Термоімпульсний метод вважається перспективним для очищення крайок [1]. В його основі лежить імпульсне термічне навантаження, що приводить до оплавлення гострих крайок. За допомогою цього метода можна отримувати оплавлення крайок під кутом. Дослідниками не проводились експерименти з оплавленням крайок в корпусних деталях, і тому рекомендації з цього приводу відсутні.

До електричних методів, які використовують для різного роду очищення поверхонь, відносять:

- лазерні;
- індукційні;
- тліючим розрядом;
- вакуумно-дугові.

У зв'язку із складністю розміщення елементів пристроїв, що працюють з використанням електричних методів всередині корпусних деталей, де знахо-

дяться крайки отворів, застосування їх або обмежене, або практично не можливе.

Хімічні методи очищення, до яких відносять кислотне та лужне травлення, не використовують для зняття заусенців на сталіних деталях, тому що такі методи визивають корозію не тільки заусенців, а усїєї крайки.

Електрохімічні методи обробки використовуються для заточування різального інструмента, зняття задилок, заокруглення кромки та маркування інструмента, які виконуються при нерухомих електродах [9]. Незважаючи на деякі позитивні моменти електрохімічних методів обробки їх не можна рекомендувати для зняття заусенців на крайках отворів тому, що:

по-перше, електрохімічні процеси здійснюються з використанням електродів, агресивне середовище яких не може не впливати на стан усїєї конструкції деталі;

по-друге, не можливий достатньо вибірковий вплив електрохімічного середовища тільки на крайку отвору, а не на весь отвір.

Тому цей метод обробки теж не може бути рекомендованим для подальшого теоретичного та експериментального дослідження.

Найбільшу перспективу для обробки заусенців та «корони» на крайках отворів, що перетинаються під кутом всередині корпусної деталі, мають електрофізичні методи обробки, які поєднують два фізичних явища: електричну іскру та теплове навантаження, що приводить до оплавлення або згорання дрібних часток заусенців «корони» [10, 11, 12, 13, 14, 15].

До електрофізичних методів відносять електроіскрові та електроконтактні.

Електроіскрові методи дозволяють вести обробку металевих поверхонь на глибину 0,01–0,3 мм, а електроконтактні до 1 мм.

Ці методи обробки мають наступні переваги перед іншими методами обробки:

- дозволяють проводити обробку крайок отворів всередині корпусних деталей;
- дозволяють проводити локальну обробку крайки отвору;
- дозволяють використовувати широкий діапазон зміни параметрів обробки;

- не потребують складного та дорогого устаткування;
- мають низькі енергетичні витрати;
- не мають шкідливих відходів – відповідають екологічним вимогам;
- дозволяють модифікувати поверхню оброблюваної крайки отвору.

Електроіскрова обробка у свою чергу поділяється на два види – електроерозійна обробка та електроерозійне легування [13].

Електроерозійне легування не може бути застосоване у технологічному процесі обробки крайок під час зняття заусенців та «корони». Тому зупинимось тільки на електроерозійній обробці.

Електроерозійна обробка отримала широке розповсюдження завдяки простоті формування іскрового розряду та легкістю управління процесом, технологічною гнучкістю. Сутність електроерозійної обробки полягає у тому, що між електродом та поверхнею оброблюваного металу ініціюється електричний розряд, завдяки якому й виникає ерозія обох складових процесу – електрода та деталі. За рекомендаціями [12] електроерозійна обробка проводиться у токопровідному середовищі. Для використання цього методу для обробки крайок отворів необхідно провести ряд додаткових досліджень:

- форми електрода-інструмента;
- режимів електроерозійної обробки;
- застосування методу в середовищі – навколишнє повітря.

3. ВИСНОВКИ

1. Існуючі методи обробки крайок можуть бути частково використані для обробки крайок отворів, що перетинаються під кутом всередині корпусної деталі з утворенням еліпсу крайки.

2. Перспективним методом обробки цих крайок є електроіскрові або електроерозійні методи, як найбільш гнучкі технологічно та екологічні, але для обробки крайок отворів у формі просторового еліпса потрібні додаткові дослідження як за формою електрода-інструмента, так і за режимами обробки заусенців та «корони».

Research methods for processing edges of holes

M. M. Korotun¹⁾, B. A. Stupin²⁾

^{1), 2)} *Sumy State University, 2, Rimsky Korsakov Str., 40007, Sumy, Ukraine*

The paper found that at this time is a topical solution of scientific and practical problems in ensuring quality performance parts at all edges and holes in their particular mechanical processing. The research and comparative analysis of the methods of processing the edges of the holes. On the basis of which found that existing methods of processing edges may be partially used for processing edges of holes that intersect at an angle inside the corps detail to form an ellipse edge. A promising method of treatment is elektroiskrovi edges or Electro techniques as the most flexible and environmental technology but to process the edges of the holes in the shape of an ellipse space required additional research as the shape of the electrode-tool and the modes of processing.

Key words: method, processing, opening edge, technological transaction detail indicator.

Исследование методов обработки кромок отверстий

Н. Н. Коротун¹⁾, Б. А. Ступин²⁾

^{1), 2)} Сумский государственный университет, ул. Римского-Корсакова, 2, 40007, Сумы, Украина

В работе установлено, что в настоящее время является актуальным решение научно-практической проблемы в обеспечении показателей качества кромок деталей вообще и отверстий в частности при их механической обработке. Проведено исследование и сравнительный анализ применения методов обработки кромок отверстий. На основе которого установлено, что существующие методы обработки кромок могут быть частично использованы для обработки кромок отверстий, пересекающихся под углом внутри корпусной детали с образованием эллипсу кромки. Перспективным методом обработки этих кромок является электроискровые или электроэрозионные методы, как наиболее гибкие технологически и экологические, но для обработки кромок отверстий в форме пространственного эллипса нужны дополнительные исследования как по форме электрода-инструмента, так и по режимам обработки.

Ключевые слова: метод, обработка, кромка отверстия, технологическая операция, деталь, показатель.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лосева О. А. Обработка кромок деталей термоимпульсным методом / О. А. Лосева, А. В. Лосев // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2009. – № 42. С. 120–126.
2. Смирнов Н. С. Очистка поверхности стали / Смирнов Н. С., Простаков М. Е., Липкин Я. Н. // Металлургия. – 1978. – № 2.
3. Слесарный инструмент для снятия заусенцев: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.shaviv.com.
4. Инновации для механического профилирования кромок в авиастроении: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.i-mash.ru/materials/technology/55615-innovacii-dlja-mekhanicheskogo-profilirovaniya.html>
5. Компания-производитель ленточных пил и абразивной продукции Золотое Руно: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://goldenfleece.com.ua>
6. Грилихес С. Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов / С. Я. Грилихес. – Л.: Машиностроение. – 1983.
7. International Waterjet Machines: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iwmwaterjet.com/waterjet_ru.
8. Шутилов В. А. Основы физики ультразвука: Учеб. пособие / В. А. Шутилов. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 280 с.
9. Житников В. П. Импульсная электрохимическая раз-
- мерная обработка / Житников В. П., Зайцев А. Н. – М.: Машиностроение, 2008. – 413 с.
10. Абляз Т. Р. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов: учеб. пособие / Абляз Т. Р., Ханов А. М., Хурматуллин О. Г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 121 с.
11. Лазаренко Б. Р. Электрические способы обработки металлов и их применение в машиностроении / Б. Р. Лазаренко. – М.: Машиностроение, 1978. – 40 с.
12. Немилев Е. Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов / Е. Ф. Немилев. – Л.: Машиностроение. – 1989. – 164 с.
13. Тарельник В. Б. Управление качеством поверхностных слоев деталей комбинированным электроэрозионным легированием / Тарельник В. Б. – Сумы: МакДен, 2002. – 232 с.
14. Журавлев М. В. Очистка и модификация поверхности нелегированной низкоуглеродистой стали электроискровым методом в газе атмосферного давления: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.12 / М. В. Журавлев. – Томск: НИТПУ. – 2015. – 104 с.
15. Спосіб електроерозійної обробки кромки отвору: пат на кор. модель № 103382 UA: МПК В23 Н 1/00 / М. М. Коротун, Є. В. Діденко. – № u201506696; заявл. 06.07.2015; опубл. 10.12.2015; Бюл. №23/2015.

REFERENCES

1. Loseva O. A., Losev A. V. (2009). Otkrytye informacionnye i kompyuternye integrirovannye tehnologii. Vol. 42. [in Russian].
2. Smirnov N. S., Prostakov M. E., Lipkin Ya. N. (1978). Metallurgiya. Vol. 2.
3. www.shaviv.com.
4. <http://www.i-mash.ru/materials/technology/55615-innovacii-dlja-mekhanicheskogo-profilirovaniya.html>
5. <http://goldenfleece.com.ua>
6. Grilixes S. Ya. (1983). Obezshirivanie, travlenie i polirovanie metallov. L. Mashinostroenie. [in Russian].
7. http://www.iwmwaterjet.com/waterjet_ru.
8. Shutilov V. A. (1980). Osnovy fiziki ultrazvuka. L. Izd-vo Leningr. un-ta. 280 p. [in Russian].
9. Zhitnikov V. P., Zajcev A. N. (2008). Impulsnaya elektroximicheskaya razmernaya obrabotka. M. Mashinostroenie. 413 p. [in Russian].
10. Ablyaz T. R., Xanov A. M., Xurmatullin O. G. (2012). Sovremennye podxody k tehnologii elek-troerozionnoj obrabot-
- ki materialov. Perm. Izd-vo Perm. nac. issled. politexn. un-ta. 121 p. [in Russian].
11. Lazarenko B. R. (1978). Elektricheskie sposoby obrabotki metallov i ix primenenie v mashinostroenii. M. Mashinostroenie. 40 p. [in Russian].
12. Nemilov E. F. (1989). Spravochnik po elektroerozionnoj obrabotke materialov. L. Mashinostroenie. 164 p. [in Russian].
13. Tarelnik V. B. (2002). Upravlenie kachestvom poverxnostnyx sloev detalej kombinirovannym elektroerozionnym legirovaniem. Sumy. MakDen. 232 p. [in Russian].
14. Zhuravlev M. V. (2015). Ochistka i modifikaciya poverxnosti nelegirovannoj nizkouglerodistoj stali elektroiskrovym metodom v gaze atmosfernogo davleniya: dis. kand. texn. nauk: 05.14.12. Tomsk. [in Russian].
15. Sposib elektroeroziynoiy obrobky kromky otvoru: pat na kor. model Vol. 103382 UA: MPK V23 Vol. 1/00 / M. M. Korotun, Ye. V. Didenko. Byul. Vol. 23/2015. [in Ukrainian].