

УДК 621.9.048.4

В.І. Носуленко, проф., д-р тех. наук, В.В. Юр'єв, асп.*Кіровоградський національний технічний університет, kntu-im13@ukr.net*

Розмірна обробка електричною дугою отворів складного контуру

Розроблено, теоретично та експериментально досліджено і описано технологічні схеми формоутворення розмірної обробки електричної дуги (РОД) листових деталей складного контуру згідно класифікатора та фізико-технологічні характеристики процесу, його гідродинаміка, конструкції електрода-інструмента (ЕІ), як високоефективну альтернативу традиційним технологіям.

електрична дуга, РОД, складний контур, заготовка, формоутворення, схеми

В.И. Носуленко, проф., д-р тех. наук, В.В. Юрьев, асп.*Кировоградский национальный технический университет***Размерная обработка электрической дугой отверстий сложного контура**

Разработано, теоретически и экспериментально исследованы и описаны технологические схемы формообразования размерной обработки электрической дугой (РОД) листовых деталей сложного контура согласно классификатора и физико-технологические характеристики процесса, его гидродинамика, конструкции электрода-инструмента (ЭИ), как высокоэффективную альтернативу традиционным технологиям.

электрическая дуга, РОД, сложный контур, заготовки, формообразование, схемы

Актуальність. В сучасному машинобудуванні широке застосування знаходять листові деталі з отворами. Частіше це отвори з круглим поперечним перерізом, які отримують просто і ефективно з використанням процесів обробки різанням та штампуванням. Проблемою є одержання отворів більш складних форм, особливо в товстолистових деталях. Для цього звичайно застосовують фізико-технічні способи обробки, а саме плазмову обробку, лазерну обробку та різновиди електроерозійної обробки - електроіскрову обробку та розмірну обробку електричною дугою (РОД) [1].

Отвори складного контуру, що отримують в товстолистовому матеріалі плазмовим різанням мають, дещо оплавлену, не перпендикулярну площині деталі поверхню різку. Суттєвий недолік - це також досить велика, при обробці вуглецевих сталей до 1 мм, зона термічного впливу, яка погіршує подальшу механічну обробку. Тому деталь підлягає відпалу. Окрім того при різанні матеріалу товщиною до 2 мм термічні напруження призводять до викривлення деталі [2].

Лазерне різання є високоефективним процесом, але також має недоліки, зокрема обмеження по товщині, десь до 10... 15 мм., наявність зони термічного впливу, високу вартість обладнання [3].

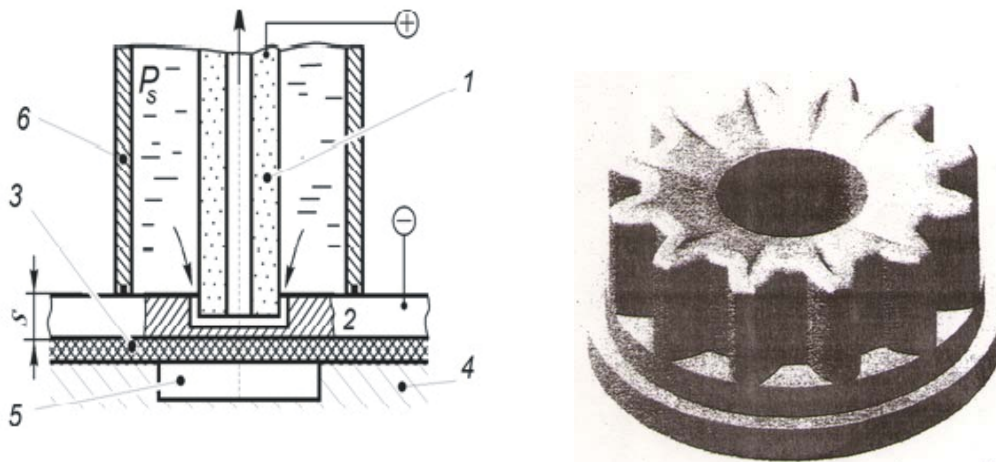
Електроіскрова обробка дозволяє уникнути вищезазначених недоліків плазмового та лазерного різання, але відрізняється низькою продуктивністю. Спосіб РОД порівняно з електроіскровою обробкою забезпечує значно більшу продуктивність, десь на порядок і більше. Отже, за зазначених умов, РОД є найбільш ефективний спосіб обробки. Рішення даної проблеми і обумовлює актуальність роботи.

Мета досліджень – підвищення ефективності процесу РОД отворів складного контуру при прокачуванні робочої рідини через ЕІ та заготовку.

Поставлена мета реалізується шляхом вирішення наступних задач:

- аналіз та обґрунтування технологічних схем формоутворення отворів складного контуру способом РОД;
- розроблено конструкції електродів;
- характеристики ефективності та відносного лінійного зносу ЕІ;

Методика досліджень. Для РОД отворів складного контуру в товстолистових деталях використовують дві технологічні схеми формоутворення. Згідно технологічної схеми формоутворення (рис. 1) робоча рідина прокачується в напрямку від периферії електрода-інструмента (ЕІ) до його центра, надалі відпрацьована рідина із продуктами ерозії видаляється через технологічний отвір в ЕІ, діаметр якого визначають конструктивно за умов забезпечення міцності стінки та можливості підведення максимальної потужності при густині струму до 2 А/мм^2 . При реалізації зазначеної схеми формоутворення, постає проблема в забезпеченні рівномірної течії робочої рідини на поверхні ЕІ, що, власне і забезпечує відповідну якість отвора [4]. Для цього застосовують ЕІ, який виконано у вигляді суцільного монолітного графітового тіла з отвором та плоскою робочою поверхнею, який відрізняється тим, що по зовнішньому робочому контуру передбачається робочий поясок в межах 3-5 мм, а від нього в напрямку отвору передбачається нахил робочої торцевої поверхні в межах $3-5^\circ$.

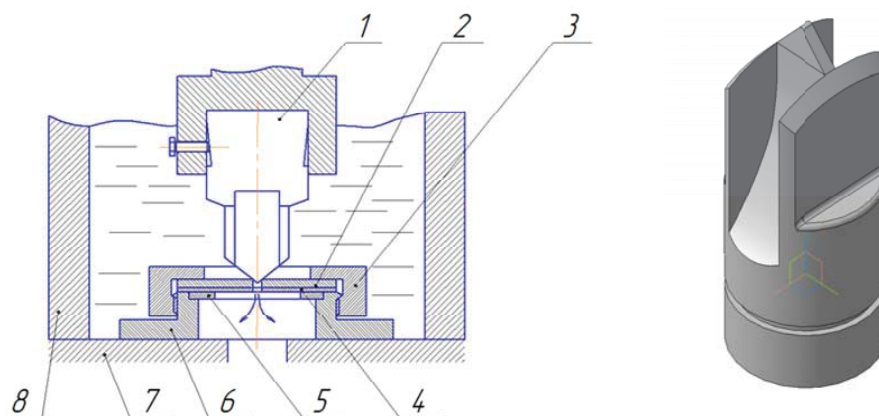


1 - ЕІ; 2-заготовка; 3 - гумова підкладка; 4 - підкладна плита; 5 - камера; 6 - гідрокамера

Рисунок 1 – Схема процесу формоутворення при прокачуванні через електрод

При цьому рівновіддаленість зовнішнього контура робочої поверхні по найбільш короткій нормалі до периметру забезпечує однакову відстань прокачування робочої рідини в міжелектродному зазорі, тобто однаковий гідродинамічний опір, завдяки чому забезпечується рівномірна течія робочої рідини і відповідно забезпечуються якісні характеристики, власне шорсткість і зона термічного впливу на обробленій поверхні деталі. Крім того кут нахилу $3-5^\circ$ від робочого пояса в напрямку руху продуктів ерозії, сприяє руйнуванню відходу видовженими дугами, а отже забезпечує збільшення продуктивності процесу обробки.

Згідно іншої технологічної схеми формоутворення (рис.2) робоча рідина прокачується в напрямку від периферії електрода-інструмента 1 до його центра і надалі відпрацьована рідина із продуктами ерозії видаляється через технологічний отвір 2 в заготовці, діаметр якого визначають конструктивно. Щоб забезпечити якісний вихід ЕІ з отвора необхідно уникнути впливу видовжених дуг на заготовку 2. Для цього передбачено підкладку 3. Заготовка разом з підкладкою за рахунок різьбового з'єднання притискається гайкою 4 до фланця 5. Фланець кріпиться до підкладної плити 6.



1 - ЕІ; 2 - заготовка; 3 - притискна гайка; 4 - підкладка; 5 - герметизуюча прокладка; 6 - фланець; 7 - підкладна плита; 8 – гідрокамера

Рисунок 2 - Схема процесу формоутворення при прокачуванні через заготовку

Обробка починається з технологічного отвору в заготовці, по мірі руху вниз ЕІ його робоча нахилена ділянка “розганяє” отвір до необхідної форми. На завершенні процесу калібруючі ділянки ЕІ забезпечує необхідні розміри отвору.

За умов реалізації зазначеної технологічної схеми формоутворення електрод-інструмент 1 має кут нахилу робочої поверхні електрода від вершини до периметру в межах $45...60^\circ$, як таку, при якій забезпечується достатня для стабільного процесу течія робочої рідини, а також забезпечується мінімально можлива висота вертикальної робочої ділянки електрода.

Результати досліджень. За результатами виконаних досліджень показано, що розроблена технологія та конструкції ЕІ забезпечують високу продуктивність та необхідну якість обробки.

Важливим показником економічної ефективності процесу є відносний лінійний знос ЕІ в зазначених умовах. На рис. 3 показано ступінь впливу на відносний лінійний знос ЕІ при РОД по внутрішньому контурі: $I = 50...350$ А, $P_s = 0,8...1,6$ МПа, $U = 28...32$ В.

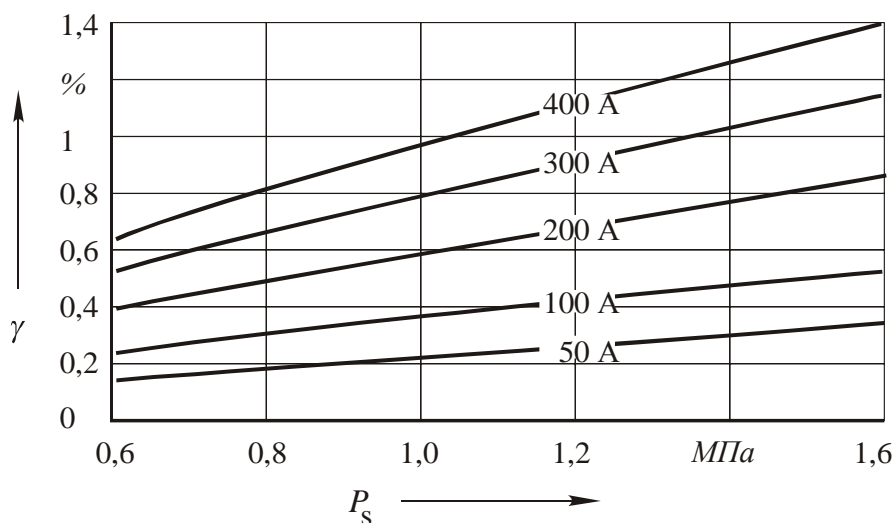


Рисунок 3 – Залежність відносного лінійного зносу ЕІ γ від сили струму I та статичного тиску P_s

Згідно представленого графіка знос ЕІ збільшується зі збільшенням сили струму та статичного тиску робочої рідини.

Висновки. За умов реалізації технологічної схеми формоутворення РОД, коли робоча рідина прокачується в напрямку від периферії ЕІ до його центра, а надалі відпрацьована рідина разом з продуктами ерозії видаляється через технологічний отвір в ЕІ, запропоновано ЕІ, який відрізняється тим, що по зовнішньому робочому контурі передбачається робочий поясок в межах 3-5 мм, а від нього в напрямку отвору передбачається нахил робочої торцевої поверхні в межах 3-5°.

Запропоновано спосіб РОД одержання наскрізних отворів в заготовці, коли в заготовці попередньо передбачається технологічний отвір, а ЕІ відрізняється тим, що робоча поверхня електрода-інструмента сформована під кутом 45-60° від отвору до периметру отриманого контуру деталі.

Список літератури

1. Носуленко В. И. Размерная обработка металлов электрической дугой // Электронная обработка материалов, 2005. №1. – С. 8 – 17.
2. Потапов В. А. Опытэксплуатациилазерных установок для резки на заводах США // Сварщик. - 2000. № 6. - С. 32-36.
3. Быховский Д. Г. Плазменнаярезка // Режущая дуга и энергетическоеоборудование. Л., «Машиностроение», 1972. – С. 168.
4. Носуленко В.И. Электрическая дуга в поперечномпотокесреды – диэлектрикакакаисточник тепла для новыхтехнологий /В.И. Носуленко// Электроннаяобработкаматериалов, – 2005. №2. – С. 26-33.

Viktor Nosulenko, Vitaly Yuriev

KirovogradNationalTechnicalUniversity

Dimensional processing electric arc holes of complex contour

The article is devoted to the development and improvement in dimensional processing electric arc holes of challenging when pumping circuit through the electrode-tool and the workpiece.

In work the analysis of the known methods of processing of complex contour holes and their shortcomings. Substantiated the technological scheme of forming holes of complex contour method dimensional processing electric arc. Were developed the structure of the electrodes and their relative linear wear

A method dimensional processing electric arc for processing sheet metal parts of complex contour and electrode-tool, ensuring high quality treatment.

electricarc, complexcontours, workpiece, forming, schematic

Одержано 28.04.15

УДК 621.865.8

І.І. Павленко, проф., д-р техн. наук, П.В. Попруга, асп.

Кіровоградський національний технічний університет, poprugapavel@gmail.com

Автоматизація структурного та кількісного аналізу кінематичних схем промислових роботів

© І.І. Павленко, П.В. Попруга, 2015