



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **155835** (13) **U**
(51) МПК (2024.01)
B24C 5/00
B82B 1/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2022 04077	(72) Винахідник(и): Нерубацький Володимир Павлович (UA), Геворкян Едвін Спартакович (UA)
(22) Дата подання заявки: 28.10.2022	(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, майдан Фейєрбаха, 7, кім. 1-318, м. Харків- 50, 61050 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 18.04.2024	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 17.04.2024, Бюл.№ 16	

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ГІДРОАБРАЗИВНОГО СОПЛА

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення гідроабразивного сопла, при якому в корпусі сопла послідовно утворюють робочу частину сопла і струмоформуючого каналу необхідної довжини. Формування отвору в соплі здійснюють шляхом електронно-променевої обробки гострофокусованим пучком електронів, що рухаються з великою швидкістю, гідроабразивне сопло поміщають у герметичну камеру, в якій завдяки безперервній роботі вакуумних насосів забезпечується високий рівень розрідження до 10^{-7} Па.

UA 155835 U

Корисна модель належить до способу виготовлення водоструминного і водоабразивоструминного сопла системи гідроабразивного різання в цілому і, зокрема, обробки й доведенні внутрішнього каналу змішувальної трубки сопла.

5 Змішувальна трубка (фокусуюча трубка) являє собою камеру, в якій формується робочий струмінь із суміші струменя води і абразивних частинок. Вона є основною високотехнологічною і дорогою частиною сопла. Значну трудомісткість процесу виготовлення сопла являє собою механічна обробка. Від якості обробки каналу трубки залежить його зносостійкість, яка визначає точність і ефективність обробки.

10 Відомий спосіб (Способ обработки отверстий: Описание изобретения к авторскому свидетельству SU 1066782, опубл. 15.01.84, бюл. № 2, авторы: А. А. Артамонов и др.), що включає обертання виробу навколо осі при одночасному зворотно-поступальному переміщенні його вздовж натягнутої струни-притиру, покритої абразивними зернами і встановленої всередині оброблюваного отвору. Недоліком даного способу є необхідність забезпечення процесу обробки струнами-притирами різного діаметра і часте калібрування поршня для промивання внутрішньої поверхні капілярної трубки, що провокує часте переналагодження устаткування, збільшуючи матеріальні витрати на обробку, погіршуючи показники якості (збільшення кількості браку) і характеризує процес як нераціонально тривалий.

20 Відомі [(Fine hole machining method Bibliographic data: JP2001047345 (A) - 2001-02-20 Inventor: Tamura Minoru), (Fine hole polishing device Bibliographic data: JPH 11254280 (A) - 1999-09-21 Inventor: Yaguchi Hideya)] способи для обробки, у тому числі полірування, тонких отворів за допомогою автономного верстата з автоматизацією фінішної обробки. Недоліком цих способів є застосування дроту з плавною зміною діаметра за довжиною, що дає змогу застосовувати дані способи для вузької номенклатури виробів і тільки з конічним отвором.

25 Відомий спосіб полірування волоки, виготовленої з надтвердих композиційних матеріалів, і пристрій для цієї мети (Method of polishing drawing dies made of superhard composite materials and apparatus therefore Bibliographic data: PL272922 (A1) - 1989-12-11 Inventors: Germata Marian et al). Недоліком даного способу є те, що інструмент обробки – дріт – зафіксований в шпинделі і здійснює обертальний рух, а при великій довжині дроту мають місце великі бічні відхилення і крутний момент, внаслідок чого дріт може пошкодити кромку оброблюваної деталі і оброблюваний отвір в місці входу дроту. Внаслідок цього такий спосіб не придатний для деталей з довжиною, що багаторазово перевищує діаметр деталі, як у випадку змішувальної трубки гідроабразивного сопла.

30 Відомий спосіб виготовлення алмазного сопла для газових чи гідроабразивних пристроїв, який включає послідовну установку алмазних дисків з центральним каналом в корпус сопла з утворенням робочої частини сопла і струмоформуючого каналу необхідної довжини, після чого канал піддають обробці грубозернистим алмазним мікропорошком (Способ изготовления алмазного сопла: патент РФ RU2 458 779, дата подачі заявки 09.08.2011, опубл. 20.08.2012, бюл. № 23, авторы: Н. И. Лопушин и др.). Недоліком даного способу є трудомісткість обробки складових алмазних дисків, як за діаметром, так і за площиною, а також в силу того, що даний спосіб належить до способів обробки зі зняттям стружки, з'являється велика ймовірність виникнення ерозій і ризик на поверхні оброблюваного каналу, що відбивається на якості виходу різального гідроабразивного струменя з каналу, створюючи технологічно несприятливу роздроблену робочу пляму. Також варто відзначити, що виготовлення складових алмазних дисків обмежено за розмірами (діаметр) в результаті їх отримання в апаратах високого тиску.

45 Найбільш близьким аналогом є спосіб виготовлення алмазного сопла для газових чи гідроабразивних пристроїв (UA 106577 C2 10.09.2014, автори: Е. С. Геворкян та ін.).

50 В основу корисної моделі поставлена задача, яка полягає в способі виготовлення сопла з композиційного матеріалу, при якому в корпусі сопла послідовно встановлюють диски з керамічного композиційного або надтвердого матеріалу (кубічний нітрид бору, синтетичний алмаз, сапфір) з центральним каналом в спеціальну трубочку з інструментальної сталі У10А, 9ХС, ХВГ, 5ХНМ з утворенням робочої частини сопла і струмоформуючого каналу необхідної довжини, після чого з метою додання прохідному каналу остаточної шорсткості застосовують послідовну обробку алмазними порошками різної зернистості і фінішну обробку способом свинцювання.

55 Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виготовлення гідроабразивного сопла, при якому в корпусі сопла послідовно утворюється робоча частина сопла і струмоформуючого каналу необхідної довжини, згідно з корисною моделлю, для формування отвору в соплі використовується електронно-променева обробка гострофокусованим пучком електронів, що рухаються з великою швидкістю, гідроабразивне сопло поміщають у герметичну камеру, в якій завдяки безперервній роботі вакуумних насосів забезпечується високий рівень розрідження до

10-7 Па.

Спосіб здійснюють таким чином.

Диски з композиційного матеріалу виготовляються в графітових прес-формах способом електроконсолідації за рахунок встановлення необхідних показників зовнішніх факторів (тиск, температура) компактування. Цей спосіб отримання складових дисків з композиційного матеріалу дає змогу отримати сегменти різних розмірів без обмежень за діаметром. Після цього центральний струмоформуєчий канал обробляється спочатку крупнозернистим алмазним порошком, потім середнім і дрібним, зернистістю 80/60, 60/40 і 30/20, відповідно. Далі канал обробляється свинцевим стрижнем, що дає змогу отримати внутрішній формуєчий канал без ризиків і смуг.

Таким чином, спосіб виготовлення сопла з композиційного матеріалу, робоча частина якого утворюється з дисків керамічного композиційного або надтвердого матеріалу з центральним каналом, запресованих в спеціальну трубочку з інструментальної сталі, і наступною обробкою внутрішнього каналу послідовно алмазними мікропорошками різної зернистості, і фінішна обробка способом свинцювання, дає змогу знизити трудомісткість виготовлення сопла, збільшити зносостійкість поверхні каналу, забезпечити можливість підвищення швидкості струменя і зменшення втрат енергії струменя за рахунок виключення утворення турбулентних рухів, від чого у свою чергу залежить точність і ефективність обробки матеріалу струменем високого тиску, особливо при фрезеруванні глибоких виїмок, свердлінні.

Проте цей спосіб має такі недоліки:

- дуже складно отримати отвір 0,5–1 мм у процесі гарячого пресування в графітових формах способом електроконсолідації через те, що часто ламаються тонкі графітові пуансони;
- гаряче пресування здійснюється у кілька етапів, що збільшує час виготовлення окремих елементів сопел;
- точність отвору низька;
- вірогідність ухилу осі сопла дуже велика, що сприяє швидкому формуванню внутрішніх кишень в отворі сопла через абразивне зношування в процесі експлуатації.

Для вирішення технічного завдання пропонується для формування отвору в соплі використовувати електронно-променевою обробку, при якій для технологічних цілей використовується гострофокусований пучок електронів, що рухаються з великою швидкістю. Спосіб електронно-променевої обробки оснований на використанні тепла, що виділяється при різкому гальмуванні потоку електронів на поверхні заготовки, що обробляється.

При електронно-променевої обробці оброблювану деталь поміщають у герметичну камеру, в якій завдяки безперервній роботі вакуумних насосів забезпечується високий рівень розрідження (до 10-7 Па). Оскільки електрони не змінюють хімічних властивостей твердого тіла, обробка ними у вакуумі є істотною перевагою цього способу, так як при обробці не відбувається хімічного забруднення матеріалу заготовки.

Істотним для використання у техніці електронного променя для обробки матеріалів є простота отримання великої кількості вільних електронів. Кінетична енергія цих електронів, що безладно рухаються в просторі, що оточує емітер, порівняно невелика, тому швидкість істотно підвищують шляхом прискорення руху електронів у певному напрямку, впливом електричного поля, що створюється високою різницею потенціалів між емітером, що є в даному випадку катодом та анодом. Для цього використовується спеціальний пристрій – електронна гармата, яка разом з електронно-оптичною системою створює гострофокусований пучок електронів, що випромінюються катодом, що прискорюється у вакуумі електричним полем з різницею потенціалів до 150 кВ. Швидкість електронів при цьому може досягати 100 тисяч км/с та більше.

Таким чином можливо знизити трудомісткість виготовлення гідроабразивного сопла, збільшити зносостійкість сопла і, як наслідок, точність і ефективність обробки матеріалу струменем високого тиску, особливо при фрезеруванні глибоких виїмок і свердлінні.

Диски з композиційного матеріалу виготовляються в графітових прес-формах способом електроконсолідації з композиту Al_2O_3 – 20 мас. % SiC – 5 мас. % ZrO_2 за рахунок встановлення необхідних показників зовнішніх факторів (тиск, температура) компактування. Цей спосіб отримання складових дисків з композиційного матеріалу дає змогу отримати сегменти різних розмірів без обмежень за діаметром. Перш ніж обробити струмоформуєчий канал необхідно правильно зібрати композиційні диски. Для цього площини їх шліфуються і поліруються так, щоб непаралельність торців не перевищувала 0,01 мкм. Висота керамічних дисків може бути в межах 15–20 мм, діаметр становить 5–7 мм. Діаметр струмоформуєчого каналу може бути в межах 0,5–1 мм. Центрування дисків здійснюється за зовнішнім діаметром, тому всі диски спільно піддаються круглому алмазному шліфуванню з центруванням на внутрішній отвір. Потім отримані керамічні композиційні диски запресовуються в сталеву трубочку з інструментальної

сталі У10А з утворенням робочої частини сопла і струмоформуєчого каналу необхідної довжини. Після цього центральний струмоформуєчий канал обробляється спочатку крупнозернистим алмазним порошком, потім середнім і дрібним, зернистістю 80/60, 60/40 і 30/20, відповідно. Далі канал обробляється свинцевим стрижнем, що дає змогу отримати

5 внутрішній формуючий канал без рисок і смуг.

Як обробний інструмент – притир – використовується освинцьований дріт для шліфування і доведення внутрішнього каналу водоструминного сопла. Свинцевий дріт при поліруванні покривається абразивом, для утримання якого на дроті виконуються насічки. Спеціальний припуск на обробку в цьому випадку не задається, хоча в окремих випадках метою цього способу

10 обробки може бути доведення каналу до необхідних розмірів.

Даний спосіб здійснюється вручну або на поперечно-свинцювальних верстатах, в яких сопло з оброблюваним каналом закріплено в шпинделях верстата і отримує обертальний рух, а дріт, закріплений в каретці верстата, здійснює зворотно-поступальний рух (головний рух).

Через дію свинцевого дроту поверхня прохідного каналу отримує блиск, і стануть непомітні нерівності поверхні (наприклад, риси), однак шорсткість поверхні не зміниться. Для уникнення цього ефекту в режимах обробки регламентується час обробки для кожного типорозміру сопла (залежно від діаметра прохідного каналу). Обробка каналів може проводитися зі зняттям і без зняття стружки. Саме другий спосіб шляхом калібрування отвору за допомогою свинцевого дроту є найбільш прийнятним для отримання гладкої поверхні без ерозії і рисок, що в свою

20 чергу дасть змогу уникнути таких негативних наслідків, як градієнт тиску вихідного гідроабразивного струменя, зменшення його швидкості, створення несфокусованої, роздробленої робочої плями.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25

Спосіб виготовлення гідроабразивного сопла, при якому в корпусі сопла послідовно утворюють робочу частину сопла і струмоформуєчого каналу необхідної довжини, який **відрізняється** тим, що формування отвору в соплі здійснюють шляхом електронно-променевої обробки гострофокусованим пучком електронів, що рухаються з великою швидкістю, гідроабразивне сопло поміщають у герметичну камеру, в якій завдяки безперервній роботі вакуумних насосів

30

забезпечується високий рівень розрідження до 10^{-7} Па.