



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156185** (13) **U**  
(51) МПК (2024.01)  
**B24B 1/00**  
**B24B 29/00**

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2023 04051</b>	(72) Винахідник(и): <b>Тришин Павло Романович (UA), Гончар Наталя Вікторівна (UA), Кондратюк Едуард Васильович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>28.08.2023</b>	(73) Володілець (володільці): <b>Тришин Павло Романович, вул. Друкарська, буд. 131, м. Запоріжжя, 69021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>23.05.2024</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>22.05.2024, Бюл.№ 21</b>	

**(54) СПОСІБ ПОЛІРУВАННЯ ПРЯМОКУТНИХ ХВИЛЕВОДІВ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ**

**(57) Реферат:**

Спосіб полірування прямокутних хвилеводів на фрезерних верстатах з числовим програмним керуванням, який виконують після зварювання або паяння фланця та двох частин прямокутної труби у спільну секцію, включає фіксування хвилеводу у спеціальному пристосуванні. Навколошовні зони каналу та фланець автоматично полірують за програмою на фрезерному верстаті з числовим програмним керуванням, на якому виконують фрезерне оброблення фланців, без зняття хвилеводу, його базування здійснюють по поверхнях каналу за допомогою швидкознімного установника, як інструмент використовують йоржикову та чашкову полімерно-абразивні щітки.

UA 156185 U



Корисна модель належить до галузей машинобудування, переважно до радіотехнічної та ракетно-космічної галузей, а саме може використовуватись для полірування каналу та фланця прямокутних хвилеводів, виготовлених зварюванням або паянням із секцій хвилевідних труб, на фрезерних верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) полімерно-абразивними щітковими інструментами оберткової дії для автоматизації фінішних операцій, одержання високої якості та точності поверхонь.

Найчастіше хвилеводи мають складну просторову конструкцію, виготовляються з алюмінію, алюмінієвих сплавів або латуні, складаються з кутових секцій хвилевідної тонкостінної труби прямокутної форми, з'єднаних зварюванням або паянням, і на вході і виході - двох фланців. У навколошовних зонах каналу хвилевідних секцій після операцій зварювання (паяння) та наступного рихтування виникають дефекти поверхні та знижується шорсткість, що вимагає подальшого полірування для зменшення втрат потужності електромагнітної хвилі, причому решта поверхонь каналу залишається з вихідною високою якістю, і додаткового фінішного оброблення не потребує. Після полірування каналу окремих секцій до них приєднують фланці, які потім механічно обробляють на фрезерному верстаті з ЧПК. Фланець фрезерують, забезпечуючи перпендикулярність до каналу, виконують канавку та свердлять отвори, після чого зачищають гострі країки та полірують площину фланця, забезпечуючи максимальний площинний контакт в з'єднанні з іншим хвилеводом.

Найчастіше полірування навколошовних зон каналу та фланців, зачистка гострих крайок здійснюється вручну слюсарним методом наждачним папером та абразивним інструментом за допомогою засобів малої механізації.

Відомий опис способу [1] очистки деталей від окалини після гарячої прокатки або після термічної обробки, який включає поступове оброблення поверхонь: попереднє руйнування окалини металевими щітками та чистове доведення поверхні із застосуванням полірування полімерно-абразивними щітками оберткової дії.

Недоліками цього способу є те, що він використовується для отримання низької шорсткості зовнішніх поверхонь гарячекатаного прокату та не призначений для оброблення внутрішніх поверхонь.

Відома корисна модель [2] установки для шліфування крайок на довгомірних деталях типу профілів. Установка містить портал із встановленою на ньому траверсою для кріплення двох обробних головок з інструментом у вигляді полімерно-абразивних щіток, рольганг, робочий стіл з розміщеними на ньому знімними упорами для точної установки деталей.

Недоліками цієї корисної моделі є те, що вона призначена для заокруглення крайок на довгомірних деталях та не призначена для оброблення внутрішніх поверхонь.

Відомий опис способу [3] оброблення внутрішніх криволінійних поверхонь, який полягає в обробленні рядковими строчками деталей з переміщенням інструменту обертальної дії за трьома взаємно перпендикулярними осями на верстаті з ЧПК. Інструментом є шліфувальні абразивні круги зі сферичною формою периферійної частини (найближчий аналог).

Недоліком даного способу є те, що він призначений для оброблення деталей з внутрішніми криволінійними поверхнями типу чаш, як інструмент використовуються жорсткі абразивні круги, які не здатні обробляти кути прямокутного перерізу тонкостінного каналу хвилеводу.

Головним недоліком перелічених способів є те, що ними не можливе автоматизоване полірування навколошовних зон каналу та фланців, розташованих перпендикулярно до них, хвилеводів складної просторової конструкції, виконаних зварюванням або паянням із секцій прямокутних труб.

В основу корисної моделі поставлена задача автоматизації слюсарного ручного полірування навколошовних зон каналу та фланців хвилеводів складної просторової форми, яка дозволить значно спростити технологію виготовлення, зменшити трудомісткість, підвищити технологічність та якість оброблення, а саме: усунути поверхневі дефекти та знизити шорсткість поверхонь каналу, збільшити площу контакту поверхні фланця, тим самим зменшити затухання електромагнітних хвиль, пов'язане з омичними втратами через недостатню якість поверхонь.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі полірування прямокутних хвилеводів на фрезерних верстатах з ЧПК, який виконують після зварювання або паяння фланця та двох частин прямокутної труби у спільну секцію, що включає фіксування хвилеводу у спеціальному пристосуванні, згідно з корисною моделлю, навколошовні зони каналу та фланець автоматично полірують за програмою на фрезерному верстаті з ЧПК, на якому виконують фрезерне оброблення фланців, без зняття хвилеводу, його базування здійснюється по поверхнях каналу за допомогою швидкознімного установника, як інструмент використовують йоржикову та чашкову полімерно-абразивні щітки.

Застосовують автоматизоване полірування навколошовних зон каналу та фланців хвилеводу із використанням полімерно-абразивного щіткового інструменту обертальної дії на фрезерному верстаті з ЧПК, на якому виконують фрезерування конструктивних елементів фланців, без зняття хвилеводу з верстата. Оброблення навколошовної зони каналу здійснюється за декілька подвійних проходів йоржиковою, а фланця (після його фрезерування та свердлення отворів) - чашковою полімерно-абразивною щітками за програмою. Це дозволяє одержати високорозвинений мікрорельєф поверхні з заданим рівнем і напрямленням, мінімальний поверхневий наклеп, виключити ручне слюсарне полірування та людський вплив на точність і якість оброблення.

Полірування навколошовних зон каналу та фланця хвилеводу виконують поетапно, після зварювання або паяння двох частин хвилевідної труби у спільну хвилевідну секцію, або труби з фланцем, і при необхідності, наступного рихтування, в наступному порядку:

1. Встановлення секції хвилеводу з фланцем у спеціальне пристосування на верстаті.

2. Фрезерування площини фланця, канавки, свердління отворів.

3. Полірування за програмою навколошовних зон прямокутного каналу йоржиковою полімерно-абразивною щіткою.

4. Полірування фланця чашковою полімерно-абразивною щіткою.

5. Зняття обробленої секції хвилеводу.

Для складних конструкцій хвилеводів, при необхідності, даним способом можливе полірування навколошовних зон каналу кутових секцій без приєднаного фланця.

Суть корисної моделі пояснюється на кресленні: на фіг. 1 зображено схему поступового полірування кутового хвилеводу на горизонтально-фрезерному верстаті з ЧПК йоржиковою полімерно-абразивною щіткою зсередини, на фіг. 2 - оброблення чашковою щіткою зовні.

Робоче місце полірування хвилеводів фіг. 1-2 складається з горизонтально-фрезерного верстата з ЧПК (1), спеціального пристосування (2), оброблюваного хвилеводу (3), йоржикової полімерно-абразивної щітки (4), чашкової полімерно-абразивної щітки (5).

Базування фіг. 3 та закріплення фіг. 4 секції хвилеводу на горизонтально-фрезерному верстаті з ЧПК (1) передбачає встановлення хвилеводу (3) в спеціальне пристосування (2). Центрування хвилеводу здійснюється по каналу за допомогою швидкознімного установника (6).

Установник (6) на пристосуванні (2) центрується штифтами (7) та фіксується гвинтовими затискачами. Хвилевід притискається до упорної площини і фіксується по фланцю гвинтовим затискачем (8). Установник (6) перед обробленням знімається і хвилевід обробляється згідно програми. На фіг. 4 стрілками показано місця базування та закріплення фланця з хвилеводом; установник (6) та штифти (7) умовно не показані.

Наприклад, для полірування хвилеводів перерізом 72×34 мм застосовують наступні параметри оброблення: окружна швидкість  $V=15...20$  м/с без ЗОТС, натяг щіток  $i=1...2$  мм, подача  $S \geq 1$  м/хв, зовнішній діаметр йоржикової щітки має бути на 3-5 мм меншим за величину вузької стінки каналу, довжина робочої частини йоржикової щітки 40...70 мм, зовнішній діаметр чашкової щітки 50...100 мм, діаметр волокон щіток  $d_v=0,6...1,2$  мм, зернистість P120...P180, кількість подвійних ходів  $N=5...6$ .

Автоматизація полірування прямокутних хвилеводів за допомогою полімерно-абразивних щіток на фрезерному верстаті з ЧПК на трьох типах дослідних хвилеводів дозволила скоротити більше ніж у 5 разів тривалість і в 3,7 разу собівартість в порівнянні з технологією ручного оброблення. Контроль якості поверхні показав поліпшення шорсткості в 2...3 рази у порівнянні з технологією ручного полірування.

Технічний результат полягає в новому оригінальному способі автоматизованого полірування прямокутних хвилеводів на фрезерному верстаті з ЧПК, що має високу технологічність, низьку собівартість оброблення і, як наслідок, більш високу ефективність. Полірування на фрезерному верстаті з ЧПК характеризується широкими можливостями переналагодження на оброблення хвилеводів різних перерізів каналу шляхом встановлення відповідного фіксуючого пристосування, забезпечуючи високу продуктивність оброблення. Запропонований спосіб полірування можливо використовувати для полірування навколошовних зон каналів та фланців прямокутних хвилеводів складної конструкції, які використовуються в радіотехнічній та ракетно-космічній галузях та виготовляються шляхом зварювання або паяння секцій хвилевідної тонкостінної труби.

Джерела інформації:

1. Спосіб очистки деталей від окалини: пат. 85441 Україна: МПК В24В 5/00, В24В 1/00, В08В 9/00. № а200703507; заявл. 30.03.2007; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 9.

2. Установка для обработки кромок на длинномерных деталях типа профилей: пат. 187637 РФ: МПК В24В 9/02. № 2018113559; заявл. 13.04.2018; опубл. 14.03.2019, Бюл. № 8.

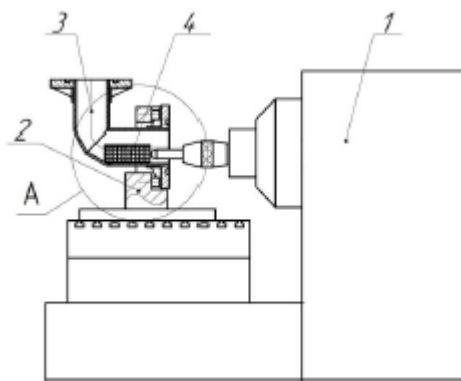
3. А.с. 1484477 СССР, МКИ В23С 3/16. Способ обработки сложных пространственных поверхностей/ А.П. Черный, С.М. Масленников, А.Н. Курапаткин. № 4320154/25-08; заявл. 23.10.87; опубл. 07.06.89, Бюл. № 21.

5

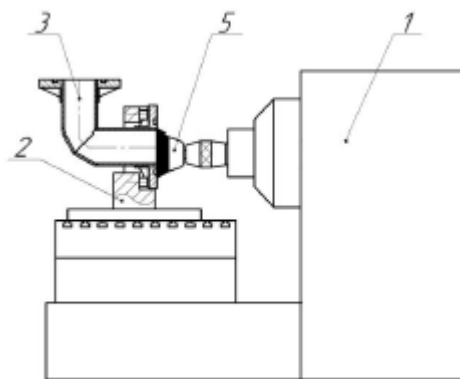
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

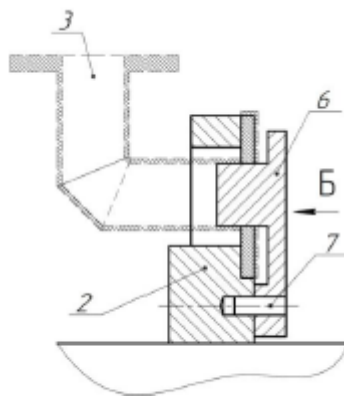
Спосіб полірування прямокутних хвилеводів на фрезерних верстатах з числовим програмним керуванням, який виконують після зварювання або паяння фланця та двох частин прямокутної труби у спільну секцію, що включає фіксування хвилеводу у спеціальному пристосуванні, який **відрізняється** тим, що навколошовні зони каналу та фланець автоматично полірують за програмою на фрезерному верстаті з числовим програмним керуванням, на якому виконують фрезерне оброблення фланців, без зняття хвилеводу, його базування здійснюється по поверхнях каналу за допомогою швидкознімного установника, як інструмент використовують йоржикову та чашкову полімерно-абразивні щітки.



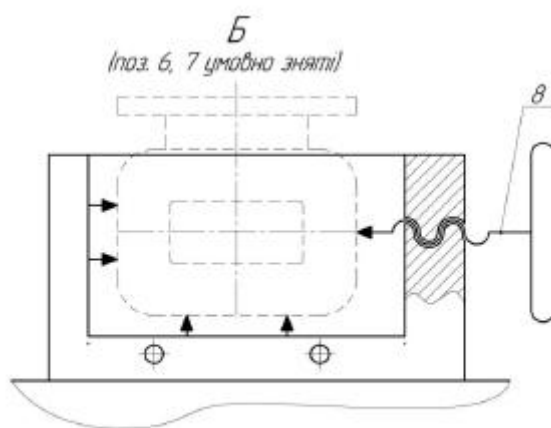
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4