



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156072** (13) **U**  
(51) МПК  
**C23C 8/48** (2006.01)

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

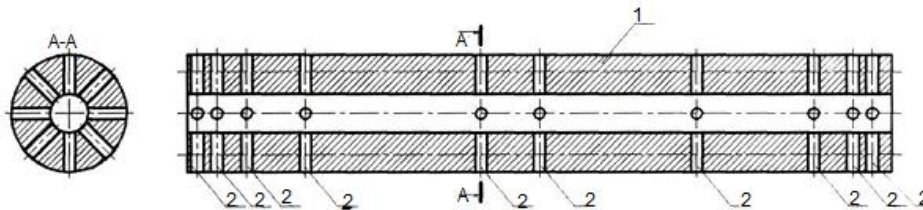
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2023 01843</b>	(72) Винахідник(и): <b>Стечишин Мирослав Степанович (UA), Люховець Володимир Васильович (UA), Стечишина Надія Мирославівна (UA), Здоренко Денис Вікторович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>19.04.2023</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>09.05.2024</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>08.05.2024, Бюл.№ 19</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ АЗОТУВАННЯ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ДОВГОМІРНИХ ОТВОРІВ

### (57) Реферат:

Пристрій для контролю якості азотування внутрішніх поверхонь довгомірних отворів виконаний у вигляді пустотілої труби з радіальними отворами, розташованими на певній віддалі від її торців з можливістю закріплення в радіальні отвори циліндричних зразків діаметром 6 мм і довжиною 21 мм, які утримуються там за рахунок натягу.



Фіг. 1

UA 156072 U



Корисна модель належить до галузі металознавства та хіміко-термічної обробки металів і може бути використана для контролю якості зміцнення внутрішніх поверхонь довгомірних отворів.

Практично всі кінематичні пари тертя з поступальним рухом конструктивно підпадають під категорію отворів з відносно малим діаметром, тобто відношення довжини (глибини) отвору до його діаметрального розміру перевищує значення чотирьох [1]. Цей показник, прийнятий як критерій геометричних співвідношень, обґрунтовується тим, що, як відомо, процес азотування подібних конструктивних елементів аналогічний за своєю природою розряду з пустотілим катодом [2]. З теорії цього процесу відомо, що реально поле проникає всередину отворів на глибину не більше двох діаметральних розмірів (якщо отвори - не круглі, то двох менших діаметральних розмірів). Числовий критерій віднесення об'єктів азотування до категорії отворів з відносно малим діаметром в кількості чотирьох діаметрів стосується конструкцій, в яких отвори наскрізні. Для глухих заглиблень або отворів значення критерію може бути зменшене до двох.

Отворами відносно малого діаметра в деталях слід вважати наскрізні або глухі отвори, відношення довжини яких до діаметра більше 2-4. Обґрунтування цих меж (менше значення - для ненаскрізних) полягає в тому, що як це встановлено в [1] на глибині отвору порядку двох діаметрів напруженість поля електричного розряду становить всього 0,02 % від напруженості на торці отвору. З врахуванням цього показника реально можна вважати отворами відносно малого діаметра наскрізні отвори, відношення довжини яких до діаметра більше трьох, для ненаскрізних - 1,5.

Практичне значення вирішення поставленої задачі надзвичайно велике, оскільки в машинобудуванні практично всіх напрямків використовується безліч деталей з отворами відносно малого діаметра, внутрішня поверхня яких є робочою і зносостійкістю якої має принципове значення для підвищення ресурсу продукції, її працездатності та терміну нормальної роботи. Прикладами таких деталей можуть служити внутрішні поверхні пневмо- та гідроциліндрів, внутрішні поверхні матеріальних циліндрів термопластавтоматів, внутрішні поверхні плунжерних насосів паливної апаратури двигунів тощо.

Застосовуються різні технології модифікації внутрішніх поверхонь подібних пар: цементація, пічне азотування, газове хромування тощо. Та усі вони мають ряд недоліків; крихкість поверхневих шарів, велика тривалість процесу насичення при пічному азотуванні (96 год.), зміна розмірів і необхідність подальшої чистової обробки при цементації.

Всі зазначені недоліки відсутні при використанні технологічного процесу азотування в тліючому розряді. Деталь до модифікації обробляється в чистових розмірах, що суттєво відзначається на собівартості виготовлення деталей. Процес на порядок менш тривалий в порівнянні з пічним, а при застосуванні безводневих середовищ не тільки стає можливим забезпечення всіх вимог екологічної безпеки, але і знижуються показники крихкості [2].

Проте азотування в тліючому розряді при постійному струмові живлення не забезпечує обробку внутрішньої поверхні рівномірно по всій глибині, а при значних відношеннях довжини до діаметра внутрішня поверхня отвору віддалена від торців практично не азотується [2].

Найбільш близьких до пристрою, що заявляється, аналогів нами не виявлено.

В основу корисної моделі поставлена задача розробити пристрій для контролю якості азотування внутрішніх поверхонь довгомірних отворів, яке проводиться безводневим азотуванням в тліючому розряді (БАТР) з циклічно-комутованим живленням.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для контролю якості азотування внутрішніх поверхонь довгомірних отворів, який виконаний у вигляді пустотілої труби з радіальними отворами, розташованими на певній віддалі від її торців з можливістю закріплення в радіальні отвори циліндричних зразків діаметром 6 мм і довжиною 21 мм, які утримуються там за рахунок натягу.

На кресленні фіг. 1 представлено пристрій для контролю якості азотування внутрішніх поверхонь довгомірних отворів, де: 1 - пустотіла труба, 2 - радіальні отвори. На фіг. 2 зображений циліндричний зразок.

Для перевірки якості азотування внутрішніх поверхонь довгомірних отворів створено пристрій, який являє собою пустотіла труба 1 і в якому на різних відстанях від торця просвердлена серія радіальних отворів 2. В ці отвори вставляються зразки, виготовлені з різних сталей. Таким чином, кожний зразок азотується з двох торців, що дає можливість по-перше, азотувати іззовні та зсередини моделі при практично однаковій температурі, по-друге, порівнювати результати азотування двох поверхонь, при цьому різниця в умовах полягає тільки в розташуванні цих поверхонь - зовнішнє чи внутрішнє. Всі інші фактори, які могли б впливати на результати модифікації, практично ідентичні.

Азотування проводилось на установці для безводневого азотування УАТР-1. Як газове середовище використовувалась азотно-аргонова суміш із співвідношенням компонентів за об'ємом 75 % азоту і 25 % аргону. Зразки встановлювались в радіальні отвори і утримувались там за рахунок певного натягу (Фіг. 1, 2). Цим досягалась не тільки утримання зразків в отворах, але і також відсутність горіння біля торців зразків особливо при живленні розрядом постійного струму. Поява цього явища є цілком реальною, оскільки спостерігається вже при зазорах порядку 0,5 мм, В той же час використання подібного методу фіксації зразків значно спрощує конструкцію моделі, виключивши з неї пристрої типу гвинтових затискачів, цанг і т. д.

Наявність серії радіальних отворів діаметром 6 мм, в які вставляються зразки відповідного діаметра та довжиною 21 мм (Фіг. 1, 2) створює можливість одночасного азотування зразків, виготовлених з різних сталей при однакових параметрах технологічного процесу, що суттєво прискорює експериментальні дослідження. Повна довжина моделі становить 400 мм, зовнішній діаметр 60 мм, а внутрішній діаметр отвору 21 мм (фіг. 1). Таким чином найбільший коефіцієнт відношення довжини отвору до його діаметра склав 10.

Експериментальні дослідження зразків на зносостійкість проводились на універсальній машині для випробування матеріалів на тертя моделі 2168УМТ. Матеріал контртіла - сталь ШХ15 із твердістю основи HRC61; тиск у зоні контакту  $P=16$  МПа; швидкість ковзання  $v=0,1$  м/с; контрольований параметр - лінійний знос  $h$ , що визначався як зміна у результаті проходження ділянки довжиною  $l$  лінійного розміру взірця, виміряного по нормалі до поверхні тертя. Випробування проводили в режимі сухого тертя, яке характерне для багатьох деталей сільгоспмашин.

Результати трибологічних випробувань показали, що азотування в ЦКР є досить ефективним способом зміцнення внутрішніх поверхонь довгомірних отворів. Порівняння зносостійкості азотованих за режимом 1 і за режимом 2 зразків сталі 45 залежно від висоти їх розміщення в трубі показують її значне підвищення при азотуванні в ЦКР.

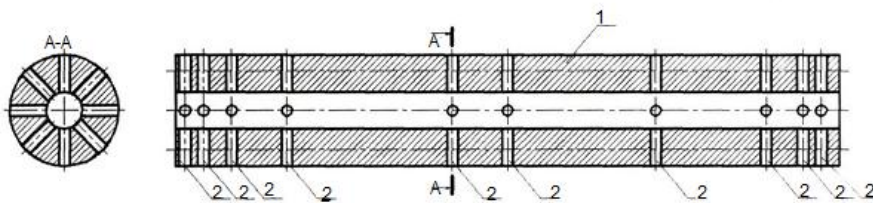
Таким чином, застосування розробленого пристрою дозволяє доволі легко оцінити фізико-механічні та трибологічні властивості внутрішніх і зовнішніх поверхонь довгомірних отворів залежно від відстані їх розміщення від торця отвору.

Джерела інформації:

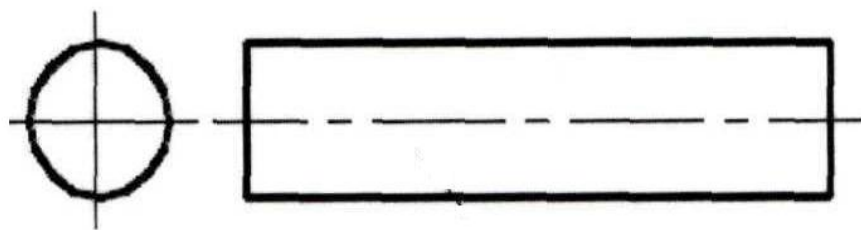
1. Пастух И.М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / И.М. Пастух. - Х.: Нац. научный центр "Харьковский физико-технический институт", 2006. - 364 с.
2. Москалев Б.И. с полым катодом / Б.И. Москалев. - М.: Энергия, 1969. - 184 с.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю якості азотування внутрішніх поверхонь довгомірних отворів, який виконаний у вигляді пустотілої труби з радіальними отворами, розташованими на певній віддалі від її торців з можливістю закріплення в радіальні отвори циліндричних зразків діаметром 6 мм і довжиною 21 мм, які утримуються там за рахунок натягу.



Фіг. 1



Фіг. 2