



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **163433** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
B22D 19/00
B22D 19/16 (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: **u 2025 04935**
(22) Дата подання заявки: **09.10.2025**
(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **25.06.2026**
(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **24.06.2026, Бюл.№ 25**

(72) Винахідник(и):
**Лихошва Валерій Петрович (UA),
Каричковський Петро Микитович (UA),
Тимошенко Андрій Миколайович (UA),
Шатрава Олександр Павлович (UA),
Кудрявченко Микола Олександрович
(UA),
Шматко Олександр Володимирович (UA),
Глушков Дмитро Володимирович (UA),
Надашкевич Роман Сергійович (UA),
Клименко Людмила Михайлівна (UA),
Голубчик Марія Іванівна (UA)**
(73) Володілець (володільці):
**ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,
бульв. Академіка Вернадського, 34/1,
м. Київ, 03142 (UA)**

**(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ БІМЕТАЛЕВИХ ЗНОСОСТІЙКИХ ПЛАСКИХ ВИЛИВКІВ ДЛЯ РОБОЧИХ
ОРГАНІВ БОРОШНОМЕЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ТА МЛИНІВ**

(57) Реферат:

Спосіб одержання біметалевих зносостійких плоских виливків для робочих органів борошномельних пристроїв та млинів включає нагрівання металевих заготовок під шаром кисневонепроникного синтетичного шлаку та заливання робочого шару металу, що наплавляється, на заготовки в ливарних формах. Металеві заготовки зі сталі після зачищення робочих поверхонь та нанесення на них захисного кисневонепроникного покриття, розміщують та фіксують в горизонтальній площині порожнини ливарної форми, яку встановлюють всередину індуктора соленоїдного типу. Нагрівають до температури 1100 ± 100 °C під дією височастотних електромагнітних полів. Виконують дощоподібне заливання розплаву зносостійкого легованого чавуну до появи його в порожнині патрубку ливарної форми.

UA 163433 U

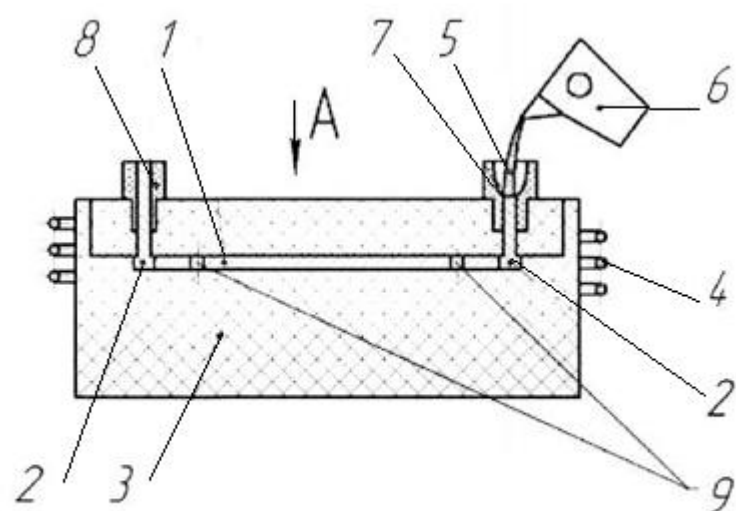


Fig. 1

Корисна модель належить до галузі ливарного виробництва, зокрема до створення способів одержання біметалевих зносостійких плоских виливків для робочих органів борошномельних пристроїв та млинів, які працюють у важких умовах інтенсивного абразивного та ударноабразивного зношування.

Відомий спосіб виготовлення біметалевої заготовки (див. А.С. СРСР № 1452654 А1, МПК В22Д 19/00, опубл. 23.01.1989, Бюл. № 3), що включає покриття поверхні заготовки флюсом, її нагрівання і заливання на цю поверхню перегрітого розплавленого металу, в якому для підвищення якості дифузійної взаємодії і з'єднання металу, що заливається, з поверхнею заготовки, в шлак, який розташований на поверхні заготовки, перед заливкою розплавленого металу вводять нітрат натрію.

Недоліками цього способу є низькі технологічні можливості, складність технологічного процесу і обладнання, наявність в залитому сплаві ливарних дефектів, що призводить до зниження механічних, міцнісних характеристик біметалевих виливків.

Відомий спосіб виготовлення багатошарових виливків (див. А.С. СРСР № 872019, МПК В22Д 19/00, опубл. 15.10.1981), що включає нанесення захисного покриття на робочу поверхню вставки, встановлення її в ливарну форму та заливку розплавленим металом, в якому для підвищення якості виливків, захисне покриття наносять у вигляді суспензії наступного складу, мас. %: гідролізований етилсилікат - 30-33, графіт - 6-20, 5 % розчин гідроокису амонію - 3-5, маршаліт - решта.

Відомий також спосіб одержання біметалевих виливків (див. А.С. СРСР № 443914, МПК С21С 5/56, В22Д 11/00 опубл. 25.09.1974), в якому для одержання міцного зв'язку між металевою основою та зносостійким шаром, на нагріту металеву основу наносять захисне покриття у вигляді порошкоподібного шлаку, а для запобігання окислення поверхні твердої металевої основи її нагрівають безпосередньо в шарі порошкоподібного шлаку.

Недоліками цих способів є низькі технологічні можливості, трудомісткість процесу, конструктивна складність технологічного обладнання для його виконання.

Відомий спосіб лиття (патент US 2014429928) біметалевих виливків, що включає отримання першої частини виробу із першого металу у формі, що обертається, і наступну заливку розплавленого другого металу у форму поверх першої частини виробу при обертанні форми для формування другої частини виробу, пов'язаної з першою частиною виробу.

Недоліками даного способу є його обмеженість у застосуванні та складність технологічного процесу. Даний спосіб дає можливість отримувати лише циліндричні біметалеві деталі.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі за технічною суттю, задачею та технічним результатом, що досягається, є спосіб виготовлення багатошарових виливків (див. патент SU № 1028421, МПК В22Д 19/00, опубл. 15.07.1983), що першим етапом включає нагрівання металевої заготовки під шаром синтетичного шлаку і другим етапом перенесення нагрітої заготовки в ливарну форму і заливку в неї шару металу, що наплавляється. Для підвищення якості з'єднання шарів металів та стабілізації температурного режиму процесу, подачу нагрітої металевої заготовки до ливарної форми виконують в окремому кожусі. Такі основні суттєві ознаки цього способу, взятого як найбільш близький аналог, як металева заготовка, нагрівання заготовки, подача її в ливарну форму збігаються з суттєвими ознаками корисної моделі.

Недоліками вищезгаданого способу виготовлення багатошарових виливків, його недостатність для досягнення бажаного необхідного позитивного технічного результату є низькі технологічні можливості процесу, обумовлені складністю технологічних операцій при нагріванні металевої заготовки під шаром синтетичного шлаку; окрема операція нагрівання та подачі нагрітої металевої заготовки в порожнину ливарної форми в окремому кожусі, що призводить до затримки інших технологічних операцій, збільшенню енергозатрат, неякісного дифузійного з'єднання шарів металів, наявності в робочому шарі ливарних дефектів, зниженню якості виливків, і як результат висока інтенсивність зношування робочих поверхонь виливків. Внаслідок цього зменшується експлуатаційна надійність, довговічність робочих органів агрегатів машин, знижується технічний ресурс при їх промисловій експлуатації.

В основу корисної моделі поставлена задача створити такий спосіб одержання біметалевих зносостійких плоских виливків для борошномельних пристроїв та млинів (надалі спосіб), який дозволить значно зменшити інтенсивність зношування робочих поверхонь виливків, зменшити енергозатрати та питомі витрати енергоносіїв, зменшити трудомісткість технологічних операцій, підвищити механічні характеристики та експлуатаційну надійність робочих органів.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі одержання біметалевих зносостійких плоских виливків для робочих органів борошномельних пристроїв та млинів, що включає нагрівання металевих заготовок під шаром кисневонепроникного синтетичного шлаку та заливання робочого шару металу, що наплавляється, на заготовки в ливарних формах, згідно з

корисною моделлю, металеві заготовки зі сталі після зачищення робочих поверхонь та нанесення на них захисного кисневонепрохідного покриття, розміщують та фіксують в горизонтальній площині порожнини ливарної форми, яку встановлюють всередину індуктора соленоїдного типу, нагрівають до температури 1100 ± 100 °C під дією високочастотних електромагнітних полів, і виконують дощоподібне заливання розплаву зносостійкого легованого чавуну до появи його в порожнині патрубку ливарної форми.

Згідно з корисною моделлю, товщина одержаного біметалевого зносостійкого робочого шару визначена залежно від товщини заготовки і встановлена в межах від 1,9 до 2,1 її товщини.

Задача вирішується шляхом об'єднання процедур нагрівання заготовки до необхідної температури під дією високочастотних електромагнітних полів, генерованих індуктором соленоїдного типу, і заливання підготовленого розплаву зносостійкого легованого чавуну безпосередньо в порожнині ливарної форми.

Спосіб реалізують наступним чином.

Зносостійкий легований чавун, яким заливують робочі поверхні заготовок для борошномельних пристроїв та млинів, як приклад, містить кількість легуючих елементів в такому масовому відсотковому співвідношенні: хром Cr - 0,7-0,9; нікель Ni - 2,4-2,9; марганець Mn - 0,8-1,4; вуглець C - 3,3-3,5; кремній Si - 0,05-0,25; фосфор P - 0,15-0,4; сірка S - не більше 0,02.

Температура нагрівання заготовки, вказаної в корисній моделі, є оптимальною для рівномірного якісного нанесення кисневонепрохідного покриття, для формування надійної перехідної зони між заготовкою і зносостійким робочим шаром, що суттєво підвищує механічні характеристики, якість біметалевих виливків. Температура нагрівання заготовки гарантовано повинна бути більшою температури закінчення фазових перетворень і значно меншою температури плавлення матеріалу заготовки і меншою температури вигорання кисневонепрохідного покриття у вигляді синтетичного шлаку. При цьому перехідна зона між заготовкою та зносостійким легованим чавуном формується в умовах мінімального впливу внутрішніх напружень, оскільки процес їх з'єднання відбувається після проходження всіх фазових перетворень в матеріалі заготовки.

Відхилення від заданої оптимальної температури нагрівання заготовки перешкоджають формуванню надійної перехідної зони, знижують механічні характеристики, якість біметалевих виливків. Так, наприклад, коли температура нагрівання заготовки буде меншою заданої температури закінчення фазових перетворень, то при заливанні підготовленого розплаву зносостійкого легованого чавуну процес формування перехідної зони відбувається під впливом напруг, що виникають при фазових перетвореннях в металі заготовки в процесі її нагрівання. Така обставина сприяє утворенню шкідливих внутрішніх напружень в перехідній зоні, появи мікротріщин, що значно знижує механічні характеристики виливків.

У випадку, коли температура нагрівання заготовки буде більшою заданої, то можливе вигорання кисневонепрохідного покриття та змішування матеріалу заготовки з розплавом зносостійкого легованого чавуну. А при охолодженні в процесі затвердіння в зоні контакту матеріалів утворюються усадкові дефекти (рихлоти, пори, раковини, тріщини), що перешкоджають формуванню надійної перехідної зони, знижують механічні характеристики, якість біметалевих виливків.

Обов'язкова фіксація заготовки в порожнині ливарної форми запобігає відхиленню заготовки від горизонтальної площини при розміщенні її в порожнині ливарної форми, що сприяє рівномірному розподілу і формуванню зносостійких робочих шарів по периметру торцевих робочих поверхонь заготовки.

Використання енергії високочастотних електромагнітних полів, генерованих індуктором соленоїдного типу значно зменшує енергозатрати, а проведення технологічної операції нагрівання заготовок безпосередньо в порожнині ливарної форми забезпечує стабільність температурно-часових параметрів процесу і зменшує трудомісткість процесу.

Кількість легуючих елементів підтверджує можливість одержання бажаного необхідного позитивного технічного результату, забезпечує умови для прискореної направленої кристалізації при відсутності зустрічних фронтів тверднення зносостійкого робочого шару, одержання суцільної якісної мікроструктури виливків.

Товщина зносостійкого робочого шару визначена з реального зношування біметалевих робочих поверхонь заготовки і умов заливання розплаву. Мінімальна товщина робочого шару визначена часом зносу заготовки, максимальна товщина обмежена можливістю протікання металу до отворів фіксування заготовки в ливарній формі.

Перелік фігур креслень:

На Фіг. 1 зображено поперечний розріз ливарної форми 3, заготовки 1, зносостійкого робочого шару 2, індуктора 4, розплаву 5, ковша 6, заливальної чаші 7, випірної патрубку 8, отворів 9 фіксування заготовки 1.

На Фіг. 2 зображено вигляд А - зверху на ливарну форму 3, заготовку, зносостійкий робочий шар 2, індуктор 4, розплав 5, ківш 6, заливальну чашу 7, випірний патрубок 8, отвори 9 фіксування заготовки.

При реалізації способу виконують такі послідовні дії та технологічні операції (див. Фіг. 1, Фіг. 2):

- виготовляють заготовку 1;
- наносять захисне кисневонепроникне покриття на зачищені торцеві робочі поверхні заготовки 1;
- розміщують та через отвори 9 фіксують заготовку 1 в горизонтальній площині безпосередньо в порожнині ливарної форми 3, яку встановлюють всередину індуктора соленоїдного типу;
- нагрівають заготовку 1 під дією високочастотних електромагнітних полів, що генерує індуктор 4;
- заливають підготовлений розплав 5 зносостійкого легованого чавуну в заливальну чашу 7;
- витримують розплав 5 у ливарній формі 3 для його кристалізації, тверднення та охолодження отриманого біметалевого зносостійкого плоского виливка.

Конкретний приклад поетапного виконання послідовних дій і технологічних операцій: заготовку 1 з габаритними розмірами 150×60 мм товщиною 5 мм вирізали у вигляді вихідної пластини із листової сталі Ст 20, зачищали її торцеві робочі поверхні до металевому блиску механічним способом та рівномірно покривали торцеві робочі поверхні заготовки по її периметру захисним кисневонепроникним синтетичним шлаком на попередньо нанесений шар органічного лаку.

Паралельно виготовляли роз'ємну ливарну форму 3 по CO₂ процесу (пісок кварцовий - 95 %, скло натрієве рідке - 5 %). Підготовлену заготовку 1 розміщували безпосередньо в порожнині ливарної форми 3 та фіксували її через отвори 9 у горизонтальній площині ливарної форми 3. Ливарну форму 3 із заготовкою 1 встановлювали всередину індуктора 4 соленоїдного типу (див. Фіг. 1, Фіг. 2). Заготовку 1 нагрівали під дією високочастотних електромагнітних полів індуктора до температури 1100±100 °С. Підготовлений в індукційній печі ICT-0,063 розплав зносостійкого легованого чавуну 5 зливали у розливний ківш 6 при температурі 1420±10 °С. Виконували дощоподібне заливання розплаву зносостійкого високолегованого чавуну 5 через заливальну чашу 7 у ливарну форму 3 до появи його в порожнині випірної патрубку 8, куди вимиваються залишки непрореагованого синтетичного шлаку та інші шкідливі домішки, запобігаючи при цьому, утворенню усадкових ливарних дефектів у вигляді незлитин, рихлот, пор, раковин, мікротріщин. Після кристалізації, затвердіння та охолодження біметалевого зносостійкого плоского виливка ливарну форму 3 роз'єднували з індуктором 4. Вилучали одержаний біметалевий зносостійкий плоский виливок з порожнини ливарної форми 3 та направляли його на дільницю фінішних операцій.

Після термічної обробки біметалевих зносостійких плоских виливків в механічній лабораторії проводили випробування зразків на механічну міцність відповідно до ДСТУ EN ISO 5173:2019 "Випробування зварних з'єднань металевих матеріалів руйнівні. Випробування на згин", а також ударний вигин ДСТУ ISO 148-1:2022 та випробування на розтяг ДСТУ ISO 6892-1:2019. Визначені показники механічної міцності виявилися в 1,6-2,0 рази більше аналогічних показників біметалевих сплавів, які існують та використовуються в даній галузі. Показники випробувань зразків біметалевих зносостійких плоских виливків на розрив виявилися в 1,6 раз більше показників порівняно їх із граничними напруженнями розриву зразків, які існують та використовуються в борошномельних пристроях та млинах. Аналіз результатів експлуатації виробів, виготовлених із біметалевих зносостійких плоских виливків показав, що інтенсивність зношування біметалевих зносостійких плоских виливків, їх торцевих робочих поверхонь у 2,2-2,5 рази менше інтенсивності зношування торцевих робочих поверхонь існуючих зразків.

Виконання способу одержання біметалевих зносостійких плоских виливків порівняно з відомими способами надає наступні переваги:

- значне зменшення інтенсивності зношування торцевих робочих поверхонь виливків;
- зменшення енергозатрат та питомих витрат енергоносіїв;
- зменшення трудомісткості технологічного процесу за рахунок проведення технологічної операції нагрівання заготовок безпосередньо в порожнині ливарної форми, що забезпечує стабільність температурно-часових параметрів процесу;

- розширення технологічних можливостей процесу за рахунок використання спрощеної технологічної оснастки замість ускладненої спеціальної;

- підвищення в 1,6-2,0 рази механічних характеристик виробів, виготовлених з таких біметалевих зносостійких плоских виливків;

5 - підвищення у 2,2-2,5 рази експлуатаційної надійності та довговічності виробів, виготовлених з таких біметалевих зносостійких плоских виливків, при їх промисловій експлуатації.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10 1. Спосіб одержання біметалевих зносостійких плоских виливків для робочих органів борошномельних пристроїв та млинів, що включає нагрівання металевих заготовок під шаром кисневонепроникного синтетичного шлаку та заливання робочого шару металу, що наплавляється, на заготовки в ливарних формах, який **відрізняється** тим, що металеві заготовки зі сталі після зачищення робочих поверхонь та нанесення на них захисного кисневонепроникного покриття, розміщують та фіксують в горизонтальній площині порожнини ливарної форми, яку встановлюють в середину індуктора соленоїдного типу, нагрівають до температури 1100 ± 100 °С під дією високочастотних електромагнітних полів, і виконують дощоподібне заливання розплаву зносостійкого легованого чавуну до появи його в порожнині патрубка ливарної форми.

20 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщина одержаного біметалевого зносостійкого робочого шару визначена залежно від товщини заготовки і встановлена в межах від 1,9 до 2,1 її товщини.

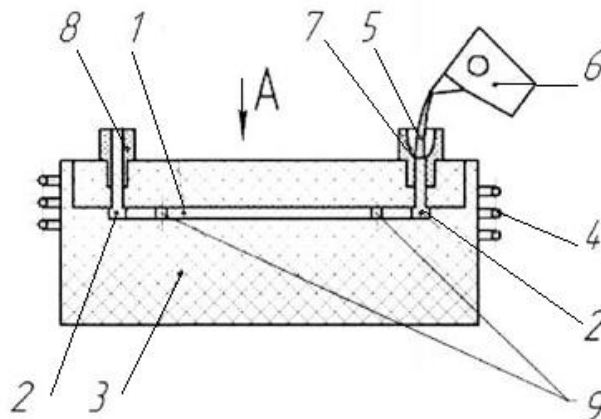


Fig. 1

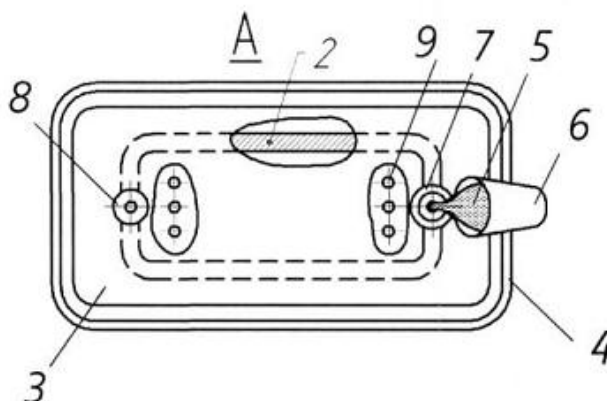


Fig. 2