



УКРАЇНА

(19) UA (11) 79977 (13) C2
(51) МПК (2006)
C22B 1/248 (2007.01)
B22F 3/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ КОМПАКТУВАННЯ МЕТАЛЕВОЇ ШИХТИ

1

2

(21) а200501214

(22) 10.02.2005

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Патон Борис Євгенович, Жадкевич Михайло Львович, Шаповалов Віктор Олександрович, Константинов Валерій Семенович, Бурнашев Віталій Рафатович, Степаненко Віктор Володимирович, Рейда Микола Васильович, Колесніченко Володимир Іванович, Шрубович Володимир Олексійович
(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О.ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) SU, 565777, 25.07.1977

SU, 409788, 05.01.1974

SU, 1748942, A1, 23.07.1992

RU, 2063304, C1, 10.07.1996

RU, 2175019, C1, 20.10.2001

RU, 2146719, C1, 20.03.2000

EP, 0275816, 27.07.1988

US, 2837773, 10.06.1958

US, 20040067155, A1, 08.04.2004

(57) 1. Спосіб компактування металевої шихти, який включає її завантаження та механічне ущільнення у прохідній матриці, нагрів шляхом пропускання через неї струму, який **відрізняється** тим, що завантаження шихти в прохідну матрицю та її механічне ущільнення проводять порційно, а нагрів кожної порції ведуть у два етапи, при цьому на першому етапі – до температури десорбції газових і рідкофазних забруднень, а на другому етапі – до температури гарячої деформації шихти з наступним осадженням і зварюванням її з попередньою порцією, а потім утворену заготовку переміщують в напрямку пресування з подальшим одержанням компактованої шихти у вигляді виробу заданої довжини.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що пропускання струму здійснюють нижнім струмопідводом безпосередньо на заготовку, що формують, за зрізом матриці, а перед її формуванням на додатково передбачену затравку.

Винахід відноситься до спеціальної електрометалургії і може бути використаний для переробки таких матеріалів як титанова губка, відходи металобробки (стружка, обрізь, порошок) титану і других високоміцних та високореакційних металів і сплавів для їх подальшого використання в компактному виді в якості витратних електродів, лігатур, розкислювачів тощо.

Основним відомим способом компактування перелічених матеріалів у теперішній час є холодне пресування [див.Аношкин Н.Ф., Глазунов С.Г. и др. "Плавка и литьё титановых сплавов, М., Металлургия, 1978, стр.265]. При використанні цього методу зчеплення елементів шихти здійснюється за рахунок механічних контактів, що виникають при великих зусиллях деформації, величина яких залежить від пластичних характеристик матеріалів, що підлягають пресуванню. Так, для отримання витратного електрода необхідної міцності та габаритів із титанової губки треба створити питомий тиск пресування в межах 6500-9000кг/см². Горизо-

нтальні чи вертикальні преси, що застосовуються для цього, являють собою гігантські дорогі (вартістю до 10млн дол. США) споруди. Однак навіть такий тиск не завжди гарантує отримання міцних, однорідних і рівних (без кривизни) витратних електродів.

Високоміцні, леговані сталі та інші високоміцні сплави фактично не піддаються компактуванню цим способом, оскільки для їх пресування в зв'язку з малою пластичністю потрібен ще більш високий тиск, а використання такого тиску веде до різкого підвищення собівартості та зниження продуктивності.

Суттєво знизити зусилля пресування та використати тим самим наявні недорогі преси можна за рахунок поєднання пресування з нагрівом для підвищення пластичності шихти. Операція нагріву здійснюється, як правило, шляхом пропускання електричного струму через шихту.

Відомий спосіб електроімпульсного брикетування металевої стружки, переважно титанової

(13) C2

(11) 79977

(19) UA

[патент №2063304, кл. В30В9/32, Росія]. Суть способу полягає в тому, що стружку пресують при відносно невеликому тиску до 500кг/см для високоміцних сплавів і пористості порядку 50%, а потім піддають спеціальній МГД - обробці з використанням коротких імпульсів електричного струму, тривалість і величину яких визначають в залежності від цілого комплексу фізичних характеристик матеріалу, що підлягає пресуванню (питомий електричний опір, магнітна проникність, температура плавлення, розміри, стружки тощо).

Механізм нагріву і з'єднання попередньо спресованої стружки в брикет полягає в наступному. Виходячи з того, що опір контактів між частинками стружки значно вищий, ніж омовий опір самих частинок, Джоулева енергія при протіканні струму виділяється практично тільки в місцях контактів між частинками, при цьому тривалість імпульсу задається таким чином, щоб за час цього імпульсу енергія не встигала відвестись із зони контактів за рахунок теплопровідності ($\leq 0,001$ с). Це дає можливість локального розігрівання зони контактів між частинками шихти, без розігріву всієї її маси. В кінцевому результаті відбувається мікрозварювання контактів, при цьому реалізується метод з'єднання, який відрізняється від звичайного дифузійного зварювання, тому що дифузія не може проходити так швидко.

Основний недолік такого способу брикетування полягає в складності його реалізації, а саме в тому, що для досягнення міцного та надійного мікрозварювання контактів у брикеті необхідно забезпечити оптимальне сполучення двох параметрів - тривалості та величини імпульсу струму, причому індивідуального для кожного матеріалу; якщо тривалість імпульсу задовольняє вказаному співвідношенню, а величина струму недостатня, то мікрозварювання контактів не відбувається, чи зварюється лише незначна кількість дрібних контактів, в результаті чого міцність брикету знижується нижче заданої і він може взагалі розпастися. Якщо ж, навпаки, кількість енергії, що вводиться в контакти, занадто велика за рахунок підвищення величини імпульсу, відбувається плавлення контактів і їх руйнування внаслідок розвитку магнітогідродинамічної нестійкості, причому, чим вища щільність брикету, тим вища імовірність МГД-руйнування. Тому таким способом можна отримувати лише брикети зі щільністю не вище 50% від теоретичної (від щільності металу). Такої щільності не завжди достатньо для послідуоючої переробки та транспортування отриманих брикетів.

Специфіка індивідуального підбору оптимального співвідношення тривалості та величини імпульсу струму не дозволяє проводити сумісне брикетування різних сортів стружки, отримувати композитні та біметалеві з'єднання, виключається введення легуючих елементів, що суттєво обмежує технологічні можливості цього способу.

Через те, що при електроімпульсному брикетуванні нагрівають лише незначну частину стружки (в зоні контактів) до відносно невеликої температури і на дуже короткий час, основна маса стружки при обробці брикету таким імпульсом струму нагрівається незначно, не більше, ніж на 100-200°C.

При такій температурі відсутні процеси десорбції та вилучення зі стружки газів, вологи, емульсії (мастильно-охолоджуючої рідини), а відбувається їх своєрідне захоплювання в звареному каркасі, що суттєво знижує якість отриманих брикетів.

Відомий також спосіб брикетування стружки, переважно титанової, який обрано прототипом винаходу, що пропонується [Авторське свідоцтво №1748942A1, Росія]. Суть цього способу полягає в наступному: подрібнену та очищену стружку завантажують в герметичну, електроізольовану, глуходонну прес-форму; включають прес, який створює тиск 200-250кг/см², при цьому відбувається попереднє ущільнення стружки; прокачують через прес-форму інертний газ, аргон з додаванням водню, для створення інертного середовища; пропускають постійний електричний струм щільністю 8-11А/мм протягом 10-15с., після чого відбувається подальше ущільнення стружки та утворення механічних контактів за рахунок деформації металу. Електричний струм використовується для розігрівання всієї стружки з метою збільшення її пластичності, що дозволяє отримати брикети при меншому зусиллі пресування (в 2 рази менше, ніж при електроімпульсному брикетуванні).

Однак отримані таким чином брикети в ряді випадків мають недостатню щільність і міцність, через те що при вказаних режимах неможливе утворення міцних і надійних контактів між частинками стружки за рахунок їх спікання. Причиною тому є недостатнє прогрівання всієї маси стружки та зон контакту її елементів. Адже відомо, що межа міцності титанових сплавів починає різко знижуватись лише при температурі 600°C, а при 1000°C складає всього 3-5% від межі міцності при нормальній температурі [див. Никольський А.А., Фиглин С.З. и др., Горячая штамповка и прессование титановых сплавов, М. Машиностроение, 1975, стр.283].

Недостатньо висока температура, притаманна цьому способу, знижує також ефективність вилучення зі стружки газових домішок і залишених слідів мастил та охолоджувальних емульсій, незважаючи на примусову циркуляцію аргоно-водневої суміші. До того ж застосування водню вимагає забезпечення підвищених заходів щодо безпеки процесу.

Головним же загальним недоліком двох останніх способів є те, що процес брикетування здійснюється в глуходонній прес-формі (матриці), причому один із струмопідводів здійснюється до нерухомого дна матриці (до нижнього пуансону електроду). Таке рішення не дозволяє виробляти довгомірні брикети в безперервному чи напівперервному режимах. Згідно з такою схемою можна отримувати лише один брикет за цикл обмежених габаритами матриці розмірів. Так, розміри брикету з титанової стружки, отриманого електроімпульсним методом, складають лише 64x60x150, його щільність в межах 0,4-2,0г/см³, маса до 1кг.

Задачею запропонованого винаходу є отримання якісних і дешевих довгомірних заготовок зі стабільними фізико-механічними властивостями вздовж усієї довжини з титанової губки та вторинних ресурсів (стружки, обрізи, порошоків) для їх по-

дальшого залучення в металообіг, а також підвищення к.к.д. процесу за рахунок зменшення електричних утрат.

Поставлена задача досягається тим, що завантаження шихти здійснюють у прохідну матрицю, де її ущільнення проводять порційно, а нагрів кожної порції ведуть у два етапа, на першому до температури десорбції газових і рідкофазних забруднень, а на другому - до температури гарячої деформації шихти, з послідовним осадженням і зварюванням її з попередньою порцією та переміщенням утвореної заготовки в напрямку пресування до отримання виробу заданої довжини. При цьому підведення струму здійснюється не до стаціонарного (нерухомого) піддону-електроду, а безпосередньо на заготовку, що формується чи на затравку в стартовий період.

Запропонований режим нагрівання в сполученні з ущільненням сприяє, по-перше, ефективному вилученню газових і рідкофазних забруднень з поверхні шихти, по-друге, прогріванню всієї маси шихти та значному підвищенню пластичності кожного її елемента, а також виникненню рідкої фази в зонах їх контактів, що в кінцевому результаті призводить до утворення щільного рідко-твердого пластичного з'єднання як всередині кожної порції, так і між ними.

Запропонований спосіб був реалізований на дослідній установці, схема якої зображена на Фіг.1. До складу заготовки входить камера пресування (1), пуансон (2), бункер (3), прохідна матри-

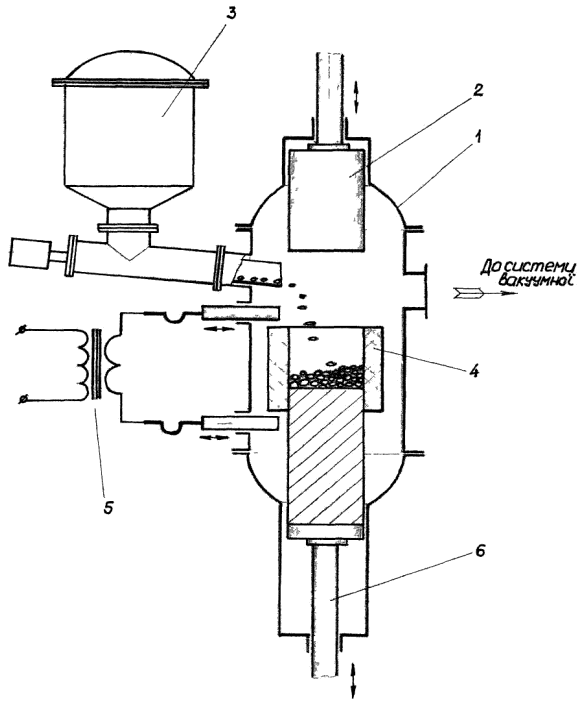
ця (4), джерело живлення (5), механізм витягування (6), системи вакуумування та газопостачання.

Технологічні операції, притаманні запропонованому методу, можна розділити на три основних цикли (Фіг.2): I - завантаження шихти в матрицю; II - ущільнення, електронагрів кожної порції та її з'єднання з попередньою чи з затравкою (на старті); III - переміщення отриманої заготовки в напрямку пресування. Після цього йде повторення операцій до отримання готового виробу заданої довжини, його охолодження (в вакуумі чи в інертному середовищі) та витягання.

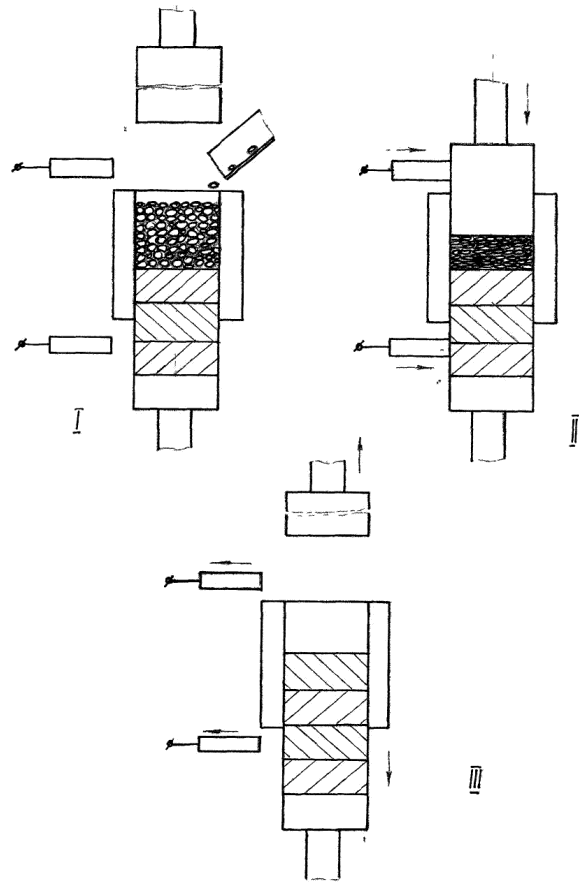
Випробуваний на установці спосіб компактування різних сортів і фракцій титанової губки та стружки багатьох металів (титанової, сталеві, чавунної) дозволив при незначних питомих зусиллях пресування (50кг/см^2) та малій щільності струму ($0,6-0,9\text{А/мм}^2$) отримати довгомірні заготовки зі щільністю 80-90% від теоретичної. Розміри отриманих на даному етапі виробів склали діаметром 100мм, довжиною 1500мм. Зараз розробляються матриці діаметром 200-400мм.

Таким чином показано, що запропонований спосіб придатний для компактування стружки будь-яких металів і сплавів, в тому числі високо-реакційних, надтвердих, тугоплавких, а також будь-яких видів легкового металолому: листової обрізи, дроту, порошків тощо.

Крім того, за допомогою цього способу можливо отримувати біметалеві та композитні з'єднання відходів різних металів.



Фиг.1



Фиг. 2