



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 75155

(13) C2

(51) МПК (2006)

B21C 23/00

B21C 23/21

B21C 25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ НАНОСТРУКТУРНИХ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО
ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 2004010171

(22) 09.01.2004

(24) 15.03.2006

(46) 15.03.2006, Бюл. № 3, 2006 р.

(72) Хаймович Павло Олександрович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ХАР-
КІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(56) RU 2188091 C2, 27.08.2002

SU 782902, 30.11.1980

SU 332878, 21.03.1972

SU 364377, 28.12.1972

SU 267310, 01.04.1970

SU 846304, 15.07.1981

Асанов В.У., Мац А.В., Хаймович П.А. Устройство
для квазигидроэкструзии металлов при низких
температурах // Физика и техника низких темпера-
тур, 1983, №14, - С. 64-65Стародубов Я.Д., Хаймович П.А. Квазигидроэкст-
рудирование металлов в диапазоне температур
300-4,2 К // Проблемы прочности, 1975, №10, -
С.116-117(57) 1. Спосіб отримання наноструктурних металів
та сплавів, який включає деформування заготовки
при низьких температурах екструзією з викорис-

танням пластичного проміжного середовища, який
відрізняється тим, що екструзію проводять в
умовах прикладання до заготовки протитиску, який
створюють пластичним додатковим проміжним
середовищем, частину якого зміцнено у процесі
екструзії.

2. Пристрій для отримання наноструктурних мета-
лів та сплавів, який містить розміщену у посудині з
низькотемпературним холодоагентом робочу ка-
меру з пуансоном та матрицею, заповнену плас-
тичним проміжним середовищем, а також опорний
елемент, який **відрізняється** тим, що пристрій
має розташовані між матрицею робочої камери та
опорним елементом камеру протитиску, з розмі-
щеною у ній додатковою матрицею, та додаткову
камеру з фільєрою, при цьому камера протитиску
сполучена з робочою камерою крізь згадану мат-
рицю, заповнена пластичним додатковим проміж-
ним середовищем, яке здатне до зміцнення в про-
цесі екструзії, та має разом з робочою камерою
можливість спільного співвісного переміщення
відносно встановленої на опорному елементі до-
даткової камери.

Винахід має відношення до механічної оброб-
ки металів, а саме до екструзії металів для отри-
мання високодисперсної структури, яка обумовлює
високі механічні характеристики. Винахід може
бути використаний у машинобудування, у
приладобудуванні, медицині і т.і.

Відомий спосіб отримання металів із структу-
рою високої дисперсності (наноструктурою), яка
формується в них за рахунок пластичної
деформації при низьких температурах [Гиндин
І.А., Лазарева М.Б., Лебедев В.П., Стародубов
Я.Д. Мацевитый В.М. и Хоткевич В.И. ФММ,
1967,24, №2, с.347-353] [1]. Із збільшенням ступе-
ню деформації за такою обробкою підвищується
дисперсність структури, проте при цьому зростає

концентрація мікротріщин, що обумовлює
схильність матеріалу до крихкого руйнування.

Відомий спосіб отримання наноструктурних
металів та сплавів [Стародубов Я.Д., Хаймович
П.А. Проблемы прочности, 1975, №10, с.116-117]
[2], який обраний як прототип. Спосіб включає
низькотемпературне пластичне деформування
шляхом екструзії заготовки за допомогою пла-
стичного проміжного середовища. При цьому заго-
товка знаходиться в умовах дії сил усебічного сти-
ску, що, з одного боку, обмежує виникнення та
розвиток мікротріщин, а з другого - забезпечує
більш високу, ніж у способі [1], дисперсність
створеної структури. Це визначає досягання більш
високих механічних характеристик.

(13) C2

(11) 75155

(19) UA

Проте рівень сил усебічного стиску обмежений видом обробки - екструзією заготовки за допомогою пластичного проміжного середовища. Це обмежує дисперсність структури та підвищення його механічних характеристик (для сталі X18H10T границя плинності не більше 1600 МПа).

Відомий пристрій [Авт. свід. СРСР №846304, В30В 11/27; В21С 23/21, 1981] [3], за допомогою якого здійснюють деформування металів при низьких температурах із метою отримання високої дисперсності їх структури. Пристрій містить розміщену у судині з низькотемпературним холодоагентом робочу камеру з пуансоном та матрицею. Заготовка при проходженні крізь матрицю зазнає переважно осьовий стиск. Це не дозволяє отримати у матеріалі достатнього рівня дисперсності структури, який забезпечує високі механічні характеристики.

Відомий пристрій для отримання наноструктурних металів та сплавів Асанов В.У., Мац А.В., Хаймович П.А. Физика и техника низких температур, 1983, № 14, с.64-65] [4]. Пристрій містить розміщену у судині з низькотемпературним холодоагентом робочу камеру з пуансоном та матрицею. Вільний простір у цій камері заповнений пластичним проміжним середовищем. Пристрій містить також опірний елемент. Завдяки тому, що в цьому пристрою видавлювання заготовки відбувається в умовах дії сил усебічного стиску, відбувається підвищення дисперсності структури, яка формується у заготовці, без підвищення концентрації мікротріщин.

Проте підвищення сил усебічного стиску у пропонованому пристрою (для підвищення дисперсності структури заготовки) обмежено міцністю матриці.

В основу винаходу поставлене завдання створити такі спосіб та пристрій для отримання наноструктурних металів і сплавів, які у порівнянні з відомими способом та пристроєм дозволяли б отримувати метали і сплави з більш високими механічними характеристиками.

Поставлене завдання вирішується у спосіб отримання наноструктурних металів та сплавів, який включає деформування заготовки при низьких температурах екструзією з використанням пластичного проміжного середовища. Згідно з винаходом екструзію проводять в умовах прикладання до заготовки протитиску, який створюють пластичним додатковим проміжним середовищем, частину якого зміцнюють у процесі екструзії.

Поставлене завдання вирішується також у пристрої для отримання наноструктурних металів та сплавів, який містить розміщену у судині з низькотемпературним холодоагентом робочу камеру з пуансоном та матрицею, заповнену твердим пластичним проміжним середовищем, а також опорний елемент. Згідно з винаходом пристрій має розташовані між робочою камерою та опорним елементом камеру протитиску та додаткову камеру з фільєрою. При цьому камера протитиску сполучена з робочою камерою крізь згадану матрицю, заповнена пластичним додатковим проміжним середовищем, яке здатне до зміцнення у процесі екструзії. Ця камера має разом з робочою камерою можливість спільного співвісного перемещен-

ня відносно встановленої на опорному елементі додаткової камери.

Проведення екструзії в умовах прикладання до заготовки протитиску, який створюють пластичним додатковим проміжним середовищем, веде до того, що до сил усебічного стиску, яке визначається опором матеріалу заготовки пресування її крізь матрицю робочої камери, додаються сили протидії, які виникають в процесі продавлювання додаткового проміжного середовища, здатного до зміцнення у процесі екструзії, крізь додаткову матрицю.

Зміцнення у процесі екструзії частини пластичного додаткового проміжного середовища обумовлює додаткове підвищення рівня протитиску. Це підвищення рівню протитиску забезпечується наявністю у пристрою встановленої на опорному елементі додаткової камери з фільєрою, сполученою з камерою протитиску, яка має разом з робочою камерою можливість спільного співвісного перемещення відносно цієї додаткової камери.

У процесі цього перемещення частина пластичного додаткового проміжного середовища продавлюється, зміцнюючись, крізь додаткову матрицю з камери протитиску до додаткової камери упритул до заповнення останньої. Наступне продавлювання вже зміцненого середовища з додаткової камери крізь фільєру потребує прикладання додаткових зусиль до пуансона, що веде до зростання тиску у камері протидії та, відповідно, у робочій камері. Усе це обумовлює створення більш високих сил усебічного стиску, що веде до створення більш високодисперсної структури.

На кресленні зображений пропонований пристрій для здійснення пропонованого способу отримання наноструктурних металів та сплавів. Пристрій містить робочу камеру 1 із пуансоном 2 та матрицею 3, заповненою пластичним проміжним середовищем 4. Пристрій містить також заповнену додатковим пластичним проміжним середовищем 5, здатним до зміцнення у процесі екструзії, камеру протитиску 6, сполучену з робочою камерою крізь матрицю 3, та додаткову камеру 7 із фільєрою 8. Ця додаткова камера 7 сполучена з камерою протитиску 6 крізь установлену в останній додаткову матрицю 9. Робоча камера 1 разом із камерою протитиску 6 має можливість спільного співвісного перемещення відносно додаткової камери 7. Додаткова камера 7 встановлена на опорний елемент 10. Усі описані деталі розміщені у судині 12 з холодоагентом 13.

Підготовку пристрою до роботи здійснюють так. У робочу камеру 1 поміщають матрицю 2, у яку вводять конусну частину заготовки 11, після чого заповнюють вільний простір камери 1 пластичним проміжним середовищем 4. Потім заповнюють пластичним додатковим проміжним середовищем 5, здатним до зміцнення у процесі екструзії, камеру протитиску 6, вводять в неї додаткову матрицю 9. Додаткову камеру 7 із фільєрою 8 ставлять на опорний елемент 10, вводять її у камеру протитиску 6 і усі елементи у зборі розміщують у судині 12. Після заповнення згаданої судини низькотемпературним холодоагентом пристрій ставлять у прес (на кресленні не показу-

ний) [4]. Як пластичне проміжне середовище у робочій камері 1 і в камері протитиску 6 використовують індій.

Робота пристрою відбувається так. При русі пуансона 2 униз він діє на пластичне проміжне середовище 4, яке крізь заготовку 11 та матрицю 3 передає зусилля на пластичне додаткове середовище 5 у камері протитиску 6. Це середовище при досяганні певного тиску починає продавлюватись крізь додаткову матрицю 9 камери протитиску 6 у додаткову камеру 7. Тиск у середовищі 5 при цьому відносно невеликий (1...2 Кбар) та визначається діаметром вічка матриці 9. Разом із пуансоном 2 пересувається робоча камера 1 та камера протитиску 6 у напрямку до опорного елемента 10. При цьому додаткова камера 7, пересуваючись разом із додатковою матрицею 9 назустріч пуансону 2, заповнюється продавленим крізь матрицю 9 та зміцненим середовищем 5. Коли камера 7 заповниться повністю, тиск у ній почне підвищуватись. Зріст тиску буде продовжуватись до тих пір, доки не стане достатнім для продавлювання зміцненого середовища 5 крізь фільтр 8. При цьому рівень тиску у камері 7 стає значно більшим, ніж рівень тиску, за яким середовище 5 продавлюється крізь матрицю 9 при заповненні додаткової камери 7, тому що середовище, яке потрапляє у цю камеру, зміцнюється при проходженні крізь матрицю 9 і тому має більш високу границю плинності. В результаті ще до прикладання до заготовки 11 зусиль для її екструзії, тиск у робочій камері 1 і камері 6 збільшується до 30 Кбар. У міру подальшого руху пуансона 2 камера 6, яка переміщується одночасно з ним, досягає опорного елемента 10. Відбувається подальше

зростання тиску у робочій камері 1 до такої величини, поки різниця тисків у цієї камері й камері протитиску 6 не буде мати величину, достатню для продавлювання крізь матрицю 3 заготовки 11. На протязі усього процесу екструзії екструдат (матеріал заготовки 11, який пройшов крізь матрицю 3), який потрапляє до камери 6, витискує з камери протитиску 6 пластичне додаткове проміжне середовище 5 крізь додаткову матрицю 9 у камеру 7. З камери 7 вже зміцнений індій витискується крізь фільтр 8. Зусилля, необхідні для продавлювання середовища крізь згадані матрицю 9 та фільтр 8, визначають величину протитиску. Маючи комплект змінних матриць і фільтр, можна задавати необхідні величини протитиску. Якщо застосовувати як пластичне середовище індій, величина протитиску досягає 25...30 Кбар, що забезпечує отримання високодисперсної структури (наноструктури) обробленого металу.

Приклад. Для здійснення пропонованого способу за допомогою пропонованого пристрою як матеріал заготовки використовували сталь Х18Н10Т. Як пластичне проміжне середовище і додаткове пластичне проміжне середовище використовували індій. Деформування заготовки екструзією проводили при 77К. В результаті були отримані зразки, розмір структурних елементів яких складав 80... 100 нанометрів, границя плинності - 2200 МПа.

Таким чином, пропоновані спосіб та пристрій дозволяють отримувати, у порівнянні з відомим способом та пристроєм, наноструктурні метали і сплави, які мають більш високі механічні характеристики.

