



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26810 (13) U  
(51) МПК (2006)  
B21C 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

ОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ХОЛОДНОТЯГНЕНОГО ДРОТУ

1

2

(21) u200704952

(22) 03.05.2007

(24) 10.10.2007

(72) ОГОРОДНИКОВ ВІТАЛІЙ АНТОНОВИЧ, UA,  
СПІВАК ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Спосіб виготовлення холоднотягнутого дроту, що включає деформацію заготовки шляхом волочіння її крізь волоку, причому волочіння виконують із зменшенням часткового обтиснення від попередньої волоки до наступної, який відрізняється тим, що величину обтиснення заготовки у волоці вибирають на підставі діаграми пластичності і використаного ресурсу пластичності заготовки, в якому враховують попередню історію деформування заготовки, можливий діаметр

дроту, який отримують без проміжної термообробки, визначають із залежності:

$$d_i = D_i \exp \left[ \frac{-e_{ip} \psi_i \left( \frac{1}{1 + 0,2C_\alpha} \right)}{\sqrt{4 + 3\Phi\gamma^2}} \right],$$

де  $D_i$  і  $d_i$  - відповідно початковий і кінцевий діаметри заготовки на  $i$ -му переході волочіння;  $\Phi$  - функція потоку;  $\psi_i$  - використаний ресурс пластичності за перехід,  $\gamma$  - коефіцієнт витяжки;  $C_\alpha$  - кут ліній потоку на  $i$ -му переході волочіння;  $e_{ip}$  - гранична деформація на  $i$ -му переході, а діаграму пластичності будують за результатами випробування на розтяг.

Корисна модель відноситься до обробки металів тиском, зокрема до виробництва дротів діаметром менше 1мм способом волочіння.

Відомий спосіб волочіння сталевго дроту, що включає багаторазову деформацію заготовки крізь послідовно установлені волоки, у якому частинні обтиснення вибирають на підставі виробничого досвіду, при цьому величина частинних обтиснень постійна в кожній волоці стану [Перлін І.Л., Ермонок М.З., Теория волочения. - М.: Металлургия, 1971г., с.440-441].

Такий емпіричний підхід до розробки маршруту волочіння дротів вимагає багаточислених експериментальних даних та проб і не дозволяє швидко розробити маршрут для волочіння дроту з нового матеріалу.

Найбільш близьким до способу, що заявляється є спосіб багаторазового волочіння сталевго дроту [патент України №57524А, В21С1/00 від 16.06.2003р., бюл. "Промислова власність" №6, 2003р.], що включає волочіння сталевго заготовки з захисним покриттям крізь ряд послідовно установлених волок, причому волочіння заготовки виконують із зменшенням величини частинного обтиснення від попередньої волоки до наступної, при цьому волочіння

заготовки в  $n$ -ій волоці ведуть з величиною частинного обтиснення відповідно до залежності:

$$q_n = \frac{q_1}{\left( \frac{q_1}{q_N} \right)^{\frac{n-1}{N-1}}}, \% \quad (1)$$

де:  $q_1$  - максимально припустима величина частинного обтиснення для матеріалу вихідної заготовки, %;  $q_N$  - максимально припустима величина частинного обтиснення для матеріалу заготовки в останній волоці, %;  $n$  - номер волоки по ходу волочіння;  $N$  - кількість волок у стані.

Недоліком такого способу волочіння є вузькі функціональні можливості, за рахунок того, що він не дозволяє раціонально використовувати пластичні властивості матеріалу та керувати процесом формування службових характеристик виробу.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб виготовлення холоднотягнутого дроту, в якому за рахунок введення нових операцій з'являється можливість прогнозувати якість виробів і управляти їх формуванням в процесі пластичного деформування і відповідних термообробок, враховує особливості

UA (19) 26810 (11) 26810 (13) U

деформуєності того чи іншого матеріалу, з якого виготовляється дріт.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі виготовлення холоднотягнутого дроту, що включає деформацію заготовки шляхом волочіння її крізь волоку, волочіння виконують із зменшенням частинного обтиснення від попередньої волоки до наступної, величину обтиснення заготовки у волоці вибирають на підставі діаграми пластичності і використаного ресурсу пластичності заготовки, в якому враховують попередню історію деформування заготовки, можливий діаметр дроту, який отримують без проміжної термообробки, визначають із залежності:

$$d_i = D_i \exp \left[ \frac{-e_{ip} \psi_i \left( \frac{1}{1 + 0,2C_\alpha} \right)}{\sqrt{4 + 3\Phi\gamma^2}} \right], \quad (2)$$

де  $D_i$  і  $d_i$  - відповідно початковий і кінцевий діаметри заготовки на  $i$ -му переході волочіння;  $\Phi$  - функція току;  $\psi_i$  - використаний ресурс пластичності за перехід,  $\gamma$  - коефіцієнт витяжки;  $C_\alpha$  - кут ліній току на  $i$ -му переході волочіння;  $e_p$  - гранична деформація на  $i$ -му переході, а діаграму пластичності будують за результатами випробування на розтяг.

Спосіб реалізовується наступним чином:

Заготовки для волочіння нормалізують для зняття напруг, після чого їх зразки випробовують на розтяг до руйнування і визначають початкову деформацію  $e_p$ .

Зразок заготовки протягують через волоку і знову випробовують на розтяг, визначають накопичену інтенсивність деформацій  $e_p$ .

Визначають використаний ресурс пластичності  $\psi'$ .

За формулою (2) визначають мінімально можливий діаметр дроту  $d_i$  при деформації волочінням без руйнування і призначають маршрут волочіння до цього діаметра виходячи з наявності волок. Протягують заготовки до діаметра  $d_i$ .

Проводять термообробку зразків заготовки і випробуванням на розтяг термооброблених зразків визначають граничну деформацію  $e_p''$  і новий ресурс пластичності  $\psi''$ .

Цикл повторюють стільки раз, скільки необхідно для досягнення необхідного діаметра.

В якості міри пластичності приймають накопичену до моменту руйнування інтенсивність деформацій (граничну деформацію). Умови деформування без руйнування оцінюють, виходячи з наступного: якщо в процесі формозмінення показник напруженого стану  $\eta = \text{const}$ , то до того часу, поки накопичена

інтенсивність деформацій  $e_u = \sqrt{\frac{2}{3}} \int_0^t \sqrt{\dot{\epsilon}_{k1}\dot{\epsilon}_{k1}} dt$  не

досягне граничної величини  $e_p$  руйнування не буде, а використаний ресурс пластичності  $\psi = e_u / e_p < 1$ .

Режими попередньої термообробки вибирають таким чином, щоб структура металу у вихідному стані і після циклу деформація-термообробка була ідентичною. При цьому діаграму пластичності будують за результатами випробування на розтяг:

$$e_{ip} = 2/n \frac{D}{d_{ш}} \quad (3)$$

де  $D$  - вихідний діаметр дроту,  $d_{ш}$  - діаметр шийки після руйнування зразка при розтягуванні.

Режими пічного нагріву визначають так. Зразки з термообробленого дроту доведено до руйнування в умовах одноосного розтягування ( $\eta=1$ ) і визначено початкову деформацію  $e_p = 2 \ln(D/d_{ш}) \approx \ln(l_k/l_n)$ , де  $D$  - початковий діаметр,  $d_{ш}$  - діаметр шийки зруйнованого зразка,  $l_k$  і  $l_n$  - відповідно кінцева і початкова довжини зразка. Дріт деформують волочінням до накопиченої інтенсивності деформацій  $e_u < e_p$ , потім зразки з цього дроту доведено до руйнування і визначено граничну деформацію  $e_p''$ . За формулою  $\psi' = 1 - e_p' / e_p$  визначають використаний ресурс пластичності на цьому етапі волочіння. Після термообробки ці зразки знову доводять до руйнування і визначають граничну деформацію  $e_p''$ .

і  $\psi'' = 1 - e_p'' / e_p$ . Величина  $\Delta\psi = \psi' - \psi''$  є величиною відновленого запасу пластичності.

Зміною температури і часу витримки зразків в печі, підібрано такі режими термообробок, які дають найбільшу величину відновленого запасу пластичності  $\Delta\psi$ .

З виразу (2) визначають можливий мінімальний діаметр  $d_i$  який можна отримати з заготовки діаметром  $D_i$  без її руйнування, за початковим діаметром заготовки і кінцевим діаметром готового дроту знаходять число переходів  $N$  між термообробками і розподіляють обтиснення на кожному переході, виходячи з наявності волок.

Розрахунок маршрутів волочіння за такою методикою дозволяє призначити термообробки після використання ресурсу пластичності і активно управляти властивостями готових виробів.