

О. С. Аніщенко¹
В. В. Кухар¹
А. Г. Присяжний¹

ІЗОТЕРМІЧНЕ ВОЛОЧІННЯ ДРОТУ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТИТАНОВИХ ЛИСТІВ КОРПУСІВ ПІДВОДНИХ ПЛАВЗАСОБІВ

¹Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь

Анотація

Наведена нова технологія ізотермічного волочіння дроту з титанового сплаву ПТ-7св для зварювання титанових листів при виготовленні корпусів підводних плавзасобів. Показаний вплив безфільєрного волочіння та розроблена методика врахування цього впливу на кінцеві розміри дроту

Ключові слова: дріт, ізотермічне волочіння, зварювання, титанові листи

Abstract

New technology isothermal wire of titanium alloy PT-7sv for welding titanium sheets in the manufacture of submarine hulls and apparatus as presented. Influence of wire drawing dies-free after. The method of taking into account the impact on the final size of the wire

Keywords: wire, isothermal drawing, welding, titanium sheets

Для корпусів атомних субмарин, куль-балонів підводних плавзасобів радіозв'язку субмарин та стеження за надводними суднами використовують листи з титанових сплавів, з'єднані між собою зварюванням за допомогою зварювального дроту зі сплаву ПТ-7св. Найпоширеніша технологія такого дроту шляхом холодного волочіння зі скломастилами себе не виправдовує, оскільки ефективна лише у серійному виробництві.

Було впроваджено більш ефективну технологію ізотермічного волочіння дроту зі сплаву ПТ-7св, яка включає операції травлення вихідної катанки, нанесення під мастильного шару на поверхню дроту, його нагрів з оплавленням під мастильного шару, нанесення на поверхню нагрітого дроту порошку графіту та ізотермічне волочіння за багато проходів і нагрітій волоці [1].

Незважаючи на низьку швидкість волочіння, технологія забезпечувала суттєве збільшення коефіцієнту витяжки за прохід (в 1,5-3 рази), усунення меж операційних відпалів та осьової рихлості і за рахунок цих факторів в 2-2,5 рази зменшити тривалість повного циклу виготовлення дроту з потрібними механічними властивостями. Відносно низька продуктивність

процесу не була критичним фактором його використання, тому що об'єми поставок дроту були невеликими.

Однак було виявлено, що ізотермічне волочіння дроту при температурах більше ніж 550 °С супроводжується його безфільтрним волочінням (БФВ) на ділянці між фільтрою та барабаном волочильного стану. При температурах дроту 700-800 °С БФВ зменшує діаметр дроту на 2-13 %. Це примушує постачальників збільшувати величину граничних відхилень на розміри дроту до рівня 10-12 квалітетів (ГОСТ 2772).

Для збільшення точності розмірів діаметру дроту було виконано коригування його технології, що дозволило враховувати параметри волочіння як у фільтрах, так і поза ними. Наразі була запропонована формула розрахунків зміни діаметру дроту при БФВ:

$$D = \left[D_0^{2n} + \left(\frac{4P}{k\pi} \right)^n \cdot \frac{1}{\alpha \cdot \ln t} (t^{-\alpha n t} - 1) \right]^{m/2}, \quad (1)$$

де D_0 і D – діаметри дроту на виході з фільтри та після БФВ; $n = 1/m$, – коефіцієнт швидкісного зміцнення, для сплаву ПТ-7св $m = 0,229$; α, k – константи, $\alpha = -0,804$, $k = 113,54$; $t = T/1000$, T – температура волочіння; $\tau = 1,16D_0 / \mu$, μ – витяжка за один прохід; P – зусилля волочіння.

Параметр P доцільно розраховувати за формулою

$$P = \frac{p\pi D_0^2}{4} \left\{ \frac{b}{a} \left[1 - \left(\frac{1}{\mu} \right)^a \right] + 0,77 \operatorname{tg}(\gamma) \right\}, \quad (2)$$

де $a = f \operatorname{tg}(\gamma)$, $b = 1 + \operatorname{tg}(\gamma)$; f – коефіцієнт тертя, $f = 0,08$; γ – напівкут фільтри, дорівнює 7°; p – опір деформації сплаву ПТ-7св, в даному випадку дорівнює напрузі БФВ і розраховується за формулою $p = 113,54 t^{-0,804 \tau} \xi^{0,229}$, ξ – швидкість деформації.

Було визначено, що діаметр дроту на виході з фільтр майже не зміниться, якщо волочіння проводити при максимально припустимій температурі. В таких випадках навіть при $\mu = 1,3-1,5$ та швидкості волочіння 145 мм/с діаметр D_0 зменшиться не більш ніж на 0,2 мм, що дозволено ГОСТ 27765 на титановий дріт. Але температура волочіння не повинна перевищувати температуру $\alpha+\beta$ -переходу в сплаві ПТ-7св. до того ж при $T > 600$ °С відбувається інтенсивне збільшення водню в сплаві. Отже на останніх проходах дріт треба волочити при $T = 750-800$ °С і $\mu = 1,2-1,3$.

Таким чином, наприклад виготовлення дроту діаметром 1,5 мм передбачає ізотермічне волочіння за 11 проходів катанки діаметром 7,0 мм з витяжкою, що зменшується з 1,44 до 1,22, швидкістю волочіння, що зростає з 100 до 260 мм/с і температурою, що знижується з 850 до 750 °С.

Діаметр D_0 фільтри на 11-му проході з урахуванням БФВ і температури усадки збільшується до 1,63 мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анищенко А. С. Изотермическая и сверхпластическая деформация металлов. Теория, эксперимент, технология / А. С. Анищенко.- Saarbrucken: LAP, 2014.- 129 s.

Анищенко Александр Сергійович, кандидат технічних наук, ст. наук. співроб., доцент кафедри обробки металів тиском (ОМТ), Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, e-mail: as4@ya.ru

Кухар Володимир Валентинович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри ОМТ, Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, e-mail: kvv_mariupol@mail.ru

Присяжний Андрій Григорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри ОМТ, Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, e-mail: prisyazhnyj@rambler.ru

Anishchenko Oleksandr, associate professor, senior researcher, assistant professor of MF departement, Pryazovskyi State Technical University (PSTU), Mariupol, e-mail: as4@ya.ru

Kukhar Volodymyr, D. Sc., professor, professor of MF department, PSTU, Mariupol, e-mail: kvv_mariupol@mail.ru

Pryisyazhnyi Andrii, associate professor, assistant professor of MF department, PSTU, Mariupol, e-mail: prisyazhnyj@rambler.ru