

УДК 621.3:621.7

Олексій Прокоф'єв, к.т.н.; Руслан Губатюк, к.т.н., с.н.с.; Сергій Римар, д.т.н., с.н.с.; Євген Пантелеймонов, к.т.н., с.н.с.; Валерій Абдулах, інж.; Олексій Нікритін, інж.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ-ПАЯННЯ ПІД ТИСКОМ У ВИГОТОВЛЕННІ БАГАТОШАРОВИХ ОБОЛОНКОВИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України апробовано використання процесу індукційного зварювання-паяння під тиском із застосуванням активуючих речовин для виготовлення багатошарових суцільних і перфорованих циліндричних оболонкових металевих конструкцій. Це можуть бути труби і балони підвищеної міцності.

Ключові слова: зварювання-паяння тиском, активуючі речовини, багатошарові оболонкові конструкції, підвищення міцності.

Oleksiy Prokofiev, Ruslan Gubatyuk, Serhii Rymar, Yevhen Panteleimonov, Valery Abdulakh, Oleksiy Nikritin

APPLICATION OF THE WELDING-BRAZING PROCESS IN THE MANUFACTURE OF MULTILAYER SHELL METAL STRUCTURES

The E.O. Paton Electric Welding Institute NAS of Ukraine has tested the application of the process of induction welding-brazing under pressure with the use of activating substances for the manufacture of multilayer cylindrical shell metal structures using solid and perforated sheet materials. These can be pipes and cylinders of increased strength.

Keywords: pressure welding-soldering, activating substances, multilayer shell structures, strength enhancement.

Зварювання-паяння під тиском [1] це спосіб зварювання у твердій фазі з зустрічною пластичною деформацією зварювальних поверхонь під час їх осадження. Цей спосіб був розроблений в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України [2].

Процес індукційного зварювання-паяння із застосуванням активуючих речовин [3, 4] може використовуватися для виготовлення багатошарових суцільних і перфорованих циліндричних оболонкових металевих конструкцій [5–7]. Зазвичай оболонкові конструкції використовують для трубопроводів і балонів, які працюють під тиском.

На підготовчому етапі процесу відбувається нанесення припою та активуючих речовин на зовнішню зварювальну поверхню першої суцільної оболонки, на яку концентрично одягається друга суцільна або перфорована оболонка.

На етапі процесу зварювання-паяння відбувається індукційне нагрівання оболонок під час їх проходження крізь тунельний індуктор із розплавленням активуючих речовин і припою і заповнення ними місця з'єднання. Після виходу із зони дії індуктора відбувається процес зварювання-паяння стінок оболонок за рахунок автоосадження під час їх остигання. В результаті утворюється двошарова оболонкова конструкція. Таким чином формування з'єднання відбувається на ділянці певної довжини під термомеханічним впливом у вигляді пружно-пластичного деформування із послідуною кристалізацією під тиском. Це сприяє отриманню однорідного металу шву з підвищеними показниками міцності. Даний процес дозволяє виготовляти багатошарові зварно-паяні оболонкові конструкції із використанням важко зварюваних

традиційними методами матеріалів, зазвичай легованими, із підвищеними показниками міцності, які в звичайних умовах потребують особливих умов зварювання.

Для виготовлення тришарової конструкції на виготовлену двошарову конструкцію одягається третя суцільна оболонка з попереднім нанесеним на її внутрішню поверхню припою і активуючих речовин і процес зварювання-паяння повторюється.

Внутрішня суцільна оболонка надає герметичність та стійкість під час взаємодії із внутрішнім робочим середовищем. Матеріал внутрішньої суцільної оболонки повинен мати задовільні якості щодо зварювання, яке виконують у подальшому її монтажі.

Встановлено, що за внутрішнього навантаження оболонкової конструкції напруження у внутрішній оболонці є більшими у порівнянні із зовнішніми оболонками, тому застосування у багатошарових оболонкових конструкціях однієї марки матеріалу із однаковими показниками міцності не є доцільним і не призводить до ефективного навантаження спільної стінки і зменшення її товщини.

Зовнішні оболонки доцільно виготовляти із більш тонких матеріалів з підвищеними показниками міцності, що призводить до підвищення у них напружень і більш раціональному розподілу навантажень спільної стінки, а також зменшенню товщини загальної стінки, у порівнянні із суцільною оболонковою конструкцією.

Перелік посилань

1. ДСТУ 3761. 2-98 (2006) Зварювання та споріднені процеси. Ч. 2. Процеси зварювання та паяння. Терміни та визначення. Зміна № 1 – Абетковий покажчик українських термінів доповнити терміном «Зварювання-паяння під тиском» і класифікаційним номером терміно статті 3.92. Чинна від 2006.07.01 (ІПС № 3), с. 1.

2. Прокоф'єв О.С., Губатюк Р.С., Рymar С.В., Абдулах В.М., Петрієнко О.І., Сенчишин В.С. Індукційне зварювання труб і трубної арматури із застосуванням активуючих речовин (Огляд). Автоматичне зварювання. 2023. № 7. С. 37-47. <https://doi.org/10.37434/as2023.07.05>

3. Prokofiev O., Hubatyuk R., Rymar S., Kostin V., Abdulah V., Senchyshyn V. Features of forming joints using solder 18XFC during induction pressure welding of K76F steel. Scientific Journal of TNTU. Tern.: TNTU, 2025. Vol. 118. No. 2. P. 176–189. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2025.02.176

4. Prokofiev O.S., Gubatyuk R.S., Rymar S.V., Panteleimonov E.O., Abdulah V.M. Approval of the induction pressure welding process of high carbon steel. VII International Conference “Welding and Related Technologies”, 7–10 October 2024, Yaremche, Ukraine: Abstracts of plenary and poster papers. Kyiv, International Association “Welding”, 2024. P. 34.

5. Pismenny A.A., Gubatyuk R.S., Prokofiev A.S., Muzhichenko A.F., Shinkarenko A.S. Braze-welded tubular billets for pipelines and high-pressure vessels. The Paton Welding Journal. 2014. No. 10. P. 38–44.

6. Пат. UA 107847 C2 Україна, МПК F17C 1/00, B23K 1/00. Балон високого тиску, у якому циліндричний корпус має оболонкову конструкцію. О.С. Письменний, М.М. Савицький, О.О. Письменний, О.М. Савицький, О.С. Прокоф'єв, Р.С. Губатюк, Р.В. Юхименко, В.О. Супруненко, О.Ф. Мужиченко, А.С. Шинкаренко (Україна (UA)); заявник і патентовласник ІЕЗ ім Є.О. Патона НАНУ (UA). № а 2013 03154; Заявл. 15.03.2013; Опубл. 25.02.2015, Бюл. № 4.

7. Prokofiev A.S., Gubatyuk R.S., Muzhichenko A.F., Baranovsky V.N. Calculation of two-layer billet of spherical bottoms for high-pressure vessels. The Paton Welding Journal. 2016. No. 8. P. 49–53.