

10.31653/smf343.2021.151-157

Коваленко І. В.

АМІ НУ «ОМА»

ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНИХ ЗРАЗКІВ СУДНОВИХ ДВОШАРОВИХ СТАЛЕЙ

Постановка задачі. В ході досліджень та матеріалу наведеного у даній статті за відібраними методикам належить визначити найбільш оптимальну з них за їх властивостями та функціональним навантаженням. Таким чином необхідно визначити стан зразків та їх фізичними властивостями, цей результат досягається за рахунок аналізу методів та підходів використовуємих при випробуваннях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Плакуючий шар зі сталей 10X13, 10X17H13M2T, 12X13 володіє рядом високих специфічних службових властивостей, що істотно підвищують період роботи суднових металевих конструкцій [1].

Робочий шар 10X17H13M2T відноситься до аустенітного класу матеріалів, особливістю зварювання даних сталей є забезпечення необхідної стійкості околшовної зони проти міжкристалічної корозії. Пояснюється це тим що в таких сталях навіть при короткочасному нагріванні в області температур 873 – 1073 K⁰, по межах зерен випадають карбіди хрому [2]. Випадіння карбідів хрому призводить до зниження вмісту легуючих елементів в прикордонних ділянках зерна, так як дифузія вуглецю з центральних ділянок зерна до кордону внаслідок значно більша її коефіцієнту, ніж коефіцієнт дифузії хрому. Зниження вмісту хрому в прикордонних ділянках зерна, особливо нижче так званого порога стійкості, рівного 12,5%, що може викликати появу у зразках корозійного розтріскування.

Покриття двошарової сталі шаром 12X13 який відноситься до мартенситно - феритного класу, має ризик до утворення біляшовних тріщин і надмірного росту зерна в зоні термічного впливу [3].

Шар 10X13 належить до феритного класу сталей. Особливість зварювання феритного шару полягає в тому що не викликає змін в околшовній зоні структури зварюваної сталі, що запобігає її охрупчиванню. Застосування її для експлуатації в агресивних середовищах і при роботі на високих температурах дозволяє виключити появу схильності до міжкристалічної корозії [4].

З вищевказаного слідує що в зварних двошарових конструкціях, в якості робочого шару слід застосовувати сталі з низьким вмістом

вуглецю, тому що саме вміст вуглецю впливає на міжкристалічну корозію.

Мета дослідження. Основною метою дослідження є вибір необхідних експериментів які потребують систематизації відомих відомостей про фізико-хімічну природу процесів, що протікають при утворенні з'єднання.

Розробка методик виконання робіт проводилася відповідно до мети і завдань роботи, сформульованими в результаті вивчення стану питання і проведених попередніх експериментальних досліджень. Кілька методик досліджень із загальною метою роботи складають методичний підхід до розробки складів зварювального дроту на базі запропонованої моделі утворення з'єднання.

Викладення матеріалу дослідження. Можливість з'єднання різнорідних металів з утворенням міцних зв'язків визначається перш за все фізико-хімічними властивостями металів, що з'єднуються за допомогою застосовуваної технології зварювання.

Вирішальний вплив на зварюваність різнорідних металів надає металургійна сумісність, яка визначається взаємною розчинністю з'єднуємих металів і в рідкому, і в твердому стані, а також утворенням тендітних хімічних сполук інтерметалідів.

Взаємна розчинність елементів визначається подібністю кристалічних решіток розчинника і розчиняемого компонента, різницею в атомних радіусах компонентів і величиною електронегативності, що характеризує енергію зв'язку між двома елементами [5].

Метою дослідження є можливість з'єднання різнорідних металів з утворенням міцних зв'язків, при використанні впроваджуваної технології зварювання.

Завдання, які вирішуються в процесі виконання досліджень:

- вибір біметалла якій забезпечує міцне зварне з'єднання при існуючих експлуатаційних навантаженнях - агресивного середовища, механічних впливах.

Вид зварювання - автоматична під шаром флюсу, підварювання кореня - ручна або напівавтоматична (з зачисткою кореня).

Струм - постійний, полярність – зворотня, рід і полярність струму роблять значний вплив на форму і розміри шва, що визначається різною кількістю теплоти, що виділяється на катоді і аноді дуги.

При зварюванні на постійному струмі прямої полярності глибина проплавлення на 40-50%, а на змінному на 15-20% менше, ніж при зварюванні на постійному струмі зворотної полярності [6].

Зварювальні матеріали - сталі Ст3сп5, 10т3сп5 + 10Х17Н13М2Т, ст3сп + 12х13 по ДСТУ 5521-93.

Зварювальні матеріали:

- дроту: Св-08А - $\varnothing 0,004$ м і $\varnothing 0,005$ М; Св-04Х2МА, Св-10Х16М25Н6 такого ж діаметру.

- флюси: АН 348, АН-18. Кількість збірок - 20 шт.

Схема відбору проб для проведення випробувань за напрямками описаними вище представлена на рис.1.

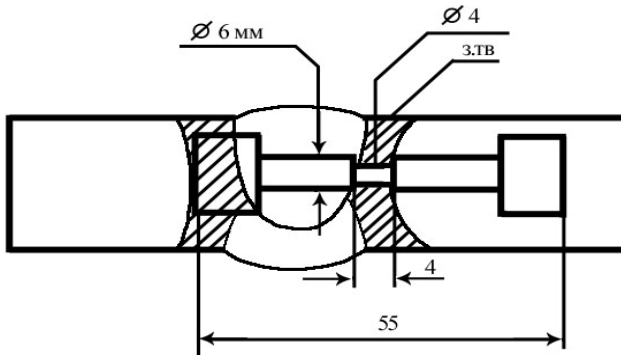


Рис. 1. Схема відбору зразка для проведення випробувань.

Допустимі величини геометричних параметрів зразка для випробування: $D = 0,02-0,03$ м, $L = 0,22- 0,3$ м, $l = 0,11 -0,15$ м.

Оброблення кромки - К-образне.

Режим зварювання:

- 1-я збірка погонне енергія 2,5-3,5 кДж/м;

- 2-я збірка погонне енергія 4,5-5,0 кДж/м.

Сила струму = 600-850А;

Температура металу без підігріву, з подстуживанням між проходами 473 К⁰.

Кількість проходів - 3.

Особливості укладання валків:

- валики контактують зі стороною стику без скоса виконуються з погонного енергією мінімальної для прийнятого інтервалу;

- завершальні валики виконуються поверхнево.

Витрата матеріалів з складає: дріт - 40 кг; флюс - 50 кг.

У результаті проведення методики даних досліджень і виконання серії випробувань встановлена ступінь зварюваності двошарових сталей ст3сп5 + 10Х13, Ст3сп5 + 10Х17Н13М2Т, ст3сп + 12Х13.

Результати дослідження. Методика дослідження механічних властивостей металу шва і зварних з'єднань є основним результатом проведених досліджень.

В процесі експлуатації механічні властивості двошарових зварних з'єднань мають основне значення для забезпечення надійності і довговічності експлуатації.

Дослідження виконувалися на установках УДІ -11 та УПІ – 22.

У ході експериментів визначалися механічні властивості зварних з'єднань згідно з ДСТУ 6996-96, і виконувалися відповідні випробування:

- металу різних ділянок зварного з'єднання на статичне (короткочасне) розтягування;
- металу різних ділянок зварного з'єднання на стійкість проти механічного старіння;
- твердості різних ділянок зварного з'єднання;
- зварного з'єднання на статичний розтяг;
- зварного з'єднання на статичний вигин (загин);
- зварного з'єднання на ударний розрив.

Випробування на статичне (короткочасне) розтягування зварних з'єднань.

При випробуваннях на статичне (короткочасне) розтягування визначають наступні характеристики механічних властивостей [7]:

- 1) умовну ($G_{0,2}$) або фізичну (G_T) межу плинності;
- 2) тимчасовий опір G_B ;
- 3) відносне подовження після розриву на п'ятикратних зразках;
- 4) відносне звуження після розриву.

Допустимі величини геометричних параметрів зразка для випробування: $D = 0,02-0,03$ м, $L = 0,22-0,3$ м, $l = 0,11-0,15$ м.

На малюнку 2 представлений ескіз зразка для проведення випробувань щодо визначення величини статичного розтягування.

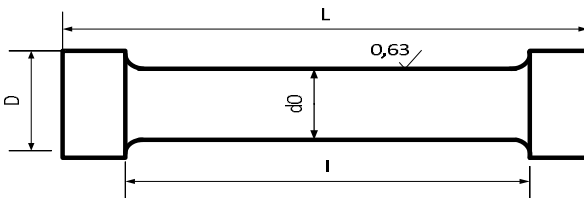


Рис.2. Зразок для випробувань металу шва на статичний розтяг.

Форми і регламентовані розміри зразків, що застосовуються для випробування повинні відповідати вимогам: $D = 0,02-0,03$ м, $L = 0,22-0,3$ м, $l = 0,11 - 0,15$ м.

Випробування зварних з'єднань на ударний вигин.

Зразки випробовують на ударний вигин на маятниковому копрі. При одному ударі маятника, який завдається з боку протилежного надрізу зразка, що укладен на опорах.

При випробуванні на ударний вигин двошарових сталей визначають ударну в'язкість металу шва, навколошовної зони (в різних ділянках). Для випробувань застосовують зразки [8], форма і розміри яких відповідають рис. 3. по ДСТУ 6996-96.

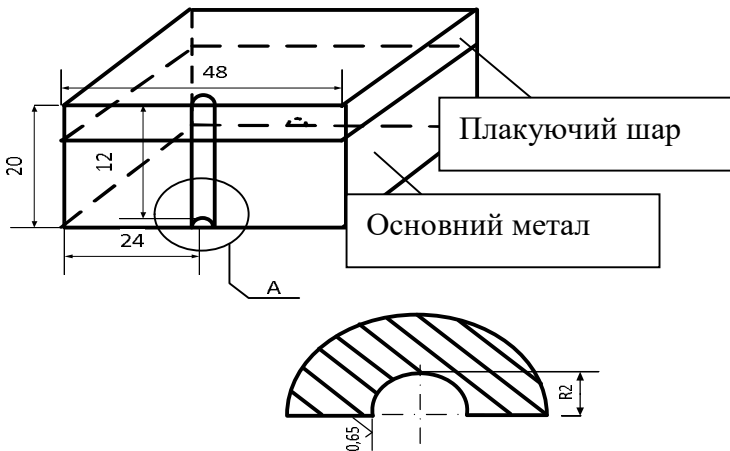


Рис. 3. Зразки для випробувань шва біметалевих зварних з'єднань.

Ударна в'язкість визначається роботою, що витрачається на ударний злам зразка до робочої площі поперечного перерізу в місці надрізу.

Випробування металу різних ділянок зварного з'єднання на стійкість проти механічного старіння

Стійкість проти механічного старіння характеризується зміною ударної в'язкості металу, підданого старінню, в порівнянні з ударною в'язкістю його в початковому стані. Про стійкість металу проти механічного старіння судять по відношенню цих величин, що виражаються у відсотках або за абсолютним (нормативним) значенням уда-

рної в'язкості після старіння. Випробування проводять для металу шва і різних ділянок околшовної зони.

Заготовки піддають штучному старінню за методикою: деформація розтягуванням з розрахунку отримання $10+0,5\%$ залишкового подовження в межах розрахункової довжини l , обмеженою кернами або ризками. Рекомендується на поверхні зразків через кожні 0,2 години наносити ризки для перевірки рівномірності деформації по довжині розрахункової частини. Після подовження заготовку піддають рівномірному нагріванню протягом 1 год при 523 K^0 з подальшим охолодженням на повітрі. З робочої частини заготовок виготовляють зразки, типорозміри яких представлені у ДСТУ 6996-96. Наведену методику старіння застосовують для зварних з'єднань із сталей.

Вимірювання твердості металу різних ділянок зварного з'єднання.

Вимірювання твердості металу, шва проводиться за допомогою приладів Віккерса, Роквела (шкали А, В, С) і Бринелля на зразках вирізаних таким чином, щоб були охоплені всі ділянки зварного з'єднання. Допускається вирізати зразки для вимірювання твердості тільки однієї ділянки.

У всіх видах з'єднань твердість вимірювали в поперечному перерізі зразка на макрошліфах. При цьому забезпечується паралельність перетину шліфа і обробка поверхні в місцях вимірювання з шорсткістю поверхні $R_a \geq 1,25\text{ мкм}$. Схема визначення твердості в зонах зварних з'єднань представлена в ДСТУ 6996-96.

Твердість визначають вдавненням у випробувальну ділянку зразка індентора, що представляє собою алмазну піраміду, алмазний конус або сталеву кульку, з перерахунком геометричних параметрів отриманих відбитків до відповідних одиниці твердості (HV, HRC, HB).

Висновки.

1. В процесі експлуатації механічні властивості двошарових зварних з'єднань мають основне значення на надійність і довговічність експлуатації.

2. Випробування проводять для металу шва, металу різних ділянок околшовної зони. Зразки відбираємо з проб, вирізаних безпосередньо з контрольних з'єднань, спеціально зварених для проведення випробувань.

3. Ударна в'язкість визначається роботою, що витрачається на ударний злам зразка до робочої площі поперечного перерізу у місці надрізу.

4. Стійкість проти механічного старіння характеризується зміною ударної в'язкості металу, підданого старінню, в порівнянні з ударною в'язкістю його в початковому стані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chigarev V.V. Flux-cored strips for surfacing / V.V. Chigarev, A.G. Belik // *Welding International* . - 2012 . – V. 26.- P. 975-979.
2. Kovalenko I. Operation reliability evolution of the ship power pipelines with application of mathematical modeling and ultrasonic testing methods / I. Kovalenko, V. Spiridonov // *The scientific heritage*. - 2016. - №6 – С. 88-91.
3. Фока А.А. Судовой механик. Т. 1. / А.А. Фока – Одесса: Феникс, 2010. –1030 с.
4. Chigarev V.V. Optimization of the fractional composition and performance melting powder tapes with exothermic mixture in the filler / V.V.Chigarev, A.G. Belik, D.A. Zarechenskii // *Welding International*. - 2016. - V.30.- №.7. – P. 557-559.
5. Чигарев В.В. Способ увеличения срока службы металлургического оборудования / В. В. Чигарев, И. В. Коваленко И.В // *Вестник ПГТУ*. – 2010. - № 20. – С. 231-236.
6. Чигарев В.В. Исследование эксплуатационных свойств биметаллических сварных соединений / В. В. Чигарев, И. В. Коваленко И.В // *Вестник ПГТУ*. – 2011. - № 22. – С. 161-165
7. Чигарев В.В. Усовершенствование методики испытания сварных соединений из биметалла при одностороннем изгибе / В. В. Чигарев, И. В. Коваленко И.В // *Захист металургійних машин від поломок*.– 2010. -№ 14. – С. 99-102
8. Готальский Ю.Н. Сварные соединения разнородных сталей / Ю. Н. Готальський. – М.: Техника, 1999. – 185 с.