

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ ЗВАРНИХ МЕТАЛОРУКАВІВ З АУСТЕНІТНИХ СТАЛЕЙ AISI 304 ТА AISI 316

Н.А. Солідор, доцент, к.т.н., ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь
В.П. Іванов, доцент, к.т.н., ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь

Рукава металеві для транспортування природного газу виготовляються за допомогою мікроплазмового зварювання з наступною деформацією в гофру заданого діаметра. Характер корозійних пошкоджень і місця їх розташування (далеко від зварного шва та ЗТВ) дозволяють зробити висновок, що при виконанні зварювальних робіт несприятливих змін в металі зварного шва і біляшовної зони не виникає. Пошкодження спостерігаються не по всій поверхні виробу, а в найбільш дефектних зонах з високим рівнем залишкових напружень – між ребрами жорсткості (гофрами).

Основною причиною пошкодження рукавів металевих з неіржавіючої сталі AISI 304 і AISI 316 є нестійкість цих сталей проти пітінгової корозії. Додатковими факторами, які можуть сприяти пітінгоутворенню та іншим локальним видам корозії, є виділення карбідів по межах зерен і утворення двійників при виготовленні рукавів, а також умови експлуатації та зберігання (склад та вологість повітряного середовища в складському приміщенні).

У зв'язку з вищевикладеним представляє практичний інтерес вивчення можливості попередження прискореної корозії і, як наслідок, руйнування металевих рукавів зі сталей AISI 304 і AISI 316.

В роботі представлені результати дослідження структури, корозійної зносостійкості аустенітних сталей залежно від ступеня деформації та режимів їх термообробки. Об'єктом дослідження служили сталі AISI 304 і AISI 316 (мас. частки елементів): AISI 304 – $\leq 0,08\% \text{ C}$, $\leq 0,75\% \text{ Si}$, $\leq 2,00\% \text{ Mn}$, $18,00\text{--}20,00\% \text{ Cr}$, $8,00\text{--}10,50\% \text{ Ni}$, $\leq 0,030\% \text{ S}$, $\leq 0,045\% \text{ P}$; AISI 316 – $\leq 0,08\% \text{ C}$, $\leq 0,75\% \text{ Si}$, $\leq 2,00\% \text{ Mn}$, $16,00\text{--}18,00\% \text{ Cr}$, $10,00\text{--}14,00\% \text{ Ni}$, $2,00\text{--}3,00\% \text{ Mo}$, $\leq 0,030\% \text{ S}$, $\leq 0,045\% \text{ P}$.

Випробування на розтягування з різним ступенем деформації проводили на розривній машині ЗИМ типу УММ-5 (ГОСТ 7855-61). Зразки сталей виготовлялися відповідно до ГОСТ 1497-84. Ступінь деформації зразків становила 20, 40, 60 і 80 %. Випробування на електрохімічну корозію проводили відповідно до ГОСТ 9.514-99 у 60 %-му розчині хлориду натрію (NaCl). Основні параметри випробувань: $U=3 \text{ В}$, $I=1,5 \text{ А}$. Визначення втрати маси зразків проводилося через кожні 5 хвилин випробувань шляхом їх зважування за допомогою електричних вагів моделі ВЛР-200 (ТУ 25.06.1131-75). Загальний час випробувань становив 10 хвилин.

Одним з ефективних способів зниження рівня внутрішніх напружень в сплавах є термічна обробка. У зв'язку з цим в роботі досліджено вплив відпуску в інтервалі 250–750 °С ($\tau=30$ хвил.) на корозійну стійкість сталей аустенітного класу AISI 304 і AISI 316 в сольовому розчині. Встановлено, що корозійна стійкість зразків обох сталей змінюється неоднозначно. Так, максимальна швидкість корозійного руйнування спостерігається в зразках після відпуску при температурах 350, 650 і 750 °С, а мінімальна – при 550 °С. При цьому найменшими втратами маси характеризуються зразки сталі з мікродобавками молібдену (AISI 316). Проте зміна кольору виробів унеможливило проведення такої термообробки. У зв'язку з цим в роботі досліджено вплив відпуску при температурі 200 °С при різному часі витримки в інтервалі 30–120 хвил. на корозійну стійкість неіржавіючої сталі аустенітного класу AISI 316 в 60 %-му розчині хлориду натрію. Встановлено, що корозійна стійкість зразків сталі AISI 316 змінюється неоднозначно. Так, мінімальна швидкість корозійного руйнування спостерігається в зразках після низького відпуску при часі витримки 60 хвил., а максимальна – при часі витримки 90 хвил. і більше. Зниження швидкості корозійного руйнування сталі AISI 316 після проведення відпуску при 200 °С протягом 60 хвил. обумовлено зниженням пружно-пластичної неоднорідності металу і зниженням рівня внутрішніх напружень.

Слід зазначити, що запропонований режим термообробки металорукавів зі сталей AISI 304 і AISI 316 підтвердив свою ефективність у виробничих умовах.

В роботі встановлений неоднозначний вплив ступеня деформації на схильність до корозійного руйнування сталей AISI 304 і AISI 316 в розчині хлориду натрію. З одного боку, збільшення ступеня деформації з 20 до 40 %, збільшуючи щільність дислокацій і приховану енергію деформацій W_D , збільшує схильність металу як до механічного руйнування, так і, внаслідок підвищення хімічної активності, – до корозійного руйнування. З іншого боку, при даному загальному рівні прихованої енергії деформації імовірність локального руйнування тим більше, чим більше неоднорідність пластичної деформації як у межах зерен, так і міжзеренної, тобто, чим більше неоднорідність і концентрація напружень II роду, ймовірність розтріскування тим менше, чим менше неоднорідність, навіть при високій щільності дислокацій ($\varepsilon=60\%$).

Перспективним напрямом подальших досліджень є дослідження впливу температури і часу відпуску попередньо деформованих з різним ступенем зразків аустенітних сталей на їх корозійну стійкість в агресивних середовищах, оскільки пошук оптимального режиму термічної обробки металовиробів з неіржавіючих сталей стосовно конкретних умов виготовлення, експлуатації та зберігання є вельми актуальним завданням.