НАДІЙНІСТЬ ДОВГОТРИВАЛО ПРАЦЮЮЧИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ ЗІ СТАЛІ 15Х1М1Ф І ЇХ ЗАЛИШКОВИЙ РЕСУРС

Касьяненко І.В., Третьякова А.Б., Менік А.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Паропровідні труби і колектори котлів зі сталі 15Х1М1Ф і їх зварні з'єднання використовують в енергоблоках надкритичних параметрів (Р=25,5 МПа, Т=545-565°С). Властивості зварних з'єднань визначаються їх вихідною структурою, а також післязварювальним відпуском (Твід=730-760°С). Жароміцність зварних з'єднань суттєво залежить від їх структурно-фазового стану. Залежно від швидкості охолоджування після зварювання в металі і на ділянках зони термічного впливу (ЗТВ) можуть утворюватися перлітні структури. Наприклад, на ділянці сплавлення і перегріву ЗТВ може формуватися бейніт з присутністю перліта, продукта перекристалізації у вигляді темних ділянок. Наявність перліта може спостерігатися і на ділянці неповної перекристалізації ЗТВ, який підлягає зварювальному нагріванню в область температур обмежену критичними точками $A_{c_1} - A_{c_3}$.

Неоднорідність структури зварних з'єднань внаслідок присутності перліту набуває підсилення в процесі післязварювального відпуску. Збільшується за розмірами виділення других фаз. Зокрема укрупнюються карбіди І групи M_3C, а також появляються нові карбіди M_7C_3 і $M_{23}C_6$. Проходження наведених структурно-фазових змін сприяє зменшенню фізико-механічних властивостей зварних з'єднань.

Оптимальною здавальною структурою металу паропровідних труб із сталі 15Х1М1Ф є структура, яка вміщує від 10 до 30 % фериту, бейніт залишкове. Після термічного оброблення в металі зварних з'єднань усереднена наявність карбідів є наступною: M_3C, M_7C_3 і $M_{23}C_6$ – карбіди І-ї групи; Mo_2C, VC – карбіди ІІ-ї групи. В карбіди VC входить близько 71-89 % ванадію. В карбіди M_3C, M_7C_3 і $M_{23}C_6$ молібдену входить близько 1 %. Водночас при напрацюванні зварних з'єднань понад 270 тис. год молібден поступово залишає хром у карбіді $M_{23}C_6$, що сприяє його коагуляції. Після термічної обробки в металі шва з'являються карбіди Mo_2C і збільшується кількість карбідів VC. Хром входить у карбід M_3C в кількості 19-21 %, а загальний вміст хрому в карбідах складає 10-25 %.

Надійність роботи зварних з'єднань зі сталі 15Х1М1Ф після їх напрацювання в умовах повзучості і втоми понад 270 тис. год переважно залежить від їх структурно-фазового стану. Такий стан в свою чергу забезпечується вихідними аспектами зварних з'єднань, а саме їх хімічним складом і структурою.