

НАДІЙНІСТЬ ДОВГОТРИВАЛО ПРАЦЮЮЧИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ ЗІ СТАЛІ 15X1M1Ф І ЇХ ЗАЛИШКОВИЙ РЕСУРС

Касьяненко І.В., Третякова А.Б., Менік А.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Паропровідні труби і колектори котлів зі сталі 15X1M1Ф і їх зварні з'єднання використовують в енергоблоках надкритичних параметрів ($P=25,5$ МПа, $T=545-565^{\circ}\text{C}$). Властивості зварних з'єднань визначаються їх вихідною структурою, а також післязварювальним відпуском ($T_{\text{від}}=730-760^{\circ}\text{C}$). Жароміцність зварних з'єднань суттєво залежить від їх структурно-фазового стану. Залежно від швидкості охолодження 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 $A_{c1} - A_{c3}$.

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 15X1M1Ф 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 карбіді VC входить близько 71-89 % ванадію. В карбіді 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 15X1M1Ф 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.