

МОДЕЛЮВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО НАГРІВАННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ РОТОРА ТУРБІНИ АЕС

Дмитрик В. В., Зелінська А. В.

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

Проблема підвищення експлуатаційних характеристик роторів парових турбін великої потужності набуває виняткової актуальності. Ротори парових турбін для ТЕС виготовляють зі сталі 25Х2НМФА (ТУ 108.1082.82). Зварні з'єднання з наведеної сталі виготовлені з використанням штатного режиму характеризується наявністю на ділянках сплавлення, перегріву і нормалізації зони термічного впливу (ЗТВ) великих аустенітних зерен. Попередження формування крупнозернистої аустенітної структури представляється можливим шляхом удосконалення зварювальної технології виготовляємих з'єднань, що доцільно для підвищення їх експлуатаційних характеристик. Удосконалення технології передбачало використання оптимізованих параметрів режиму зварювання, підібраних на основі чисельних даних, характеризуючих зварювальний нагрів виготовляємих з'єднань. Чисельні дані отримували шляхом моделювання зварювального нагріву виготовляємих зразків-свідків зі сталі 25Х2НМФА. Встановили, що зварювальний нагрів дозволяє зменшити час перебування металу ділянок сплавлення і перегріву ЗТВ зварного з'єднання в області температур інтенсивного росту аустенітних зерен. Вихідна структура сталі 25Х2НМФА в зразках-свідках складалася з відпущеного нижнього бейніту і невеликої кількості (7-9%) ферито-карбідної суміші. Критичні точки сталі $A_{c1}=760^{\circ}\text{C}$, $A_{c2}=820^{\circ}\text{C}$.

Систему рівнянь Нав'є-Стокса вирішували спільно з рівнянням теплопровідності для визначення температури в рідкій і твердій фазах:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{У рідкій фазі:} \\ c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = (\vec{V} \Delta T) + \alpha \Delta T \\ \text{У твердій фазі:} \\ c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \Delta T \end{array} \right.$$

Вирішення теплової задачі забезпечило отримання ізотерм, що характеризують температурний режим в зварному з'єднанні. При вивченні полів температур визначали границю між рідкою і твердою фазами, а також температурний режим процесу кристалізації, що дозволило виявити умови формування структури металу шва і ділянок ЗТВ. Чисельне рішення теплової задачі забезпечило отримання гладко апроксимованих ізотерм температур, що дозволило:

1. Уточнити особливості формування структури металу шва і ділянок ЗТВ;
2. Виявити (з подальшим попередженням) місця локального перегріву металу шва і ділянок ЗТВ, де утворюються бракувальні структури або структури близькі до бракувальних;
3. Оцінити загальний рівень структурної неоднорідності зварних з'єднань.