ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ РОТОРІВ ТУРБІН АЕС

Дмитрик В.В., Чень Сіньлей
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ротори парових турбін відносяться до найбільш навантажених вузлів обладнання АЕС. І тому технології їх виготовлення повинні відповідати критеріям високого рівня. Останнім часом ротори виготовляють у вигляді зварних конструкцій зі сталі 25Х2НМФА. Відомо, що зварні з'єднання роторів характеризуються наявністю структурної, хімічної і механічної неоднорідності, повністю попередити утворення якої не надається можливим. Водночас необхідно зменшити таку неоднорідність до відповідно низького рівня. Саме неоднорідність сприяє пошкоджуваності роторів в процесі їх роботи.

В більшості турбін, потужність яких від 30 до 750 МВт (наприклад турбіна К-750-65/3000), частота обертів ротора (об/хв) складає 3 000, а в турбіні К-210-4,0, частота обертання ротора складає 3 600 об/хв. Відповідно збільшується навантаження на ротор. І тому вимоги до виготовлення якісних зварних з'єднань є нагальною необхідністю.

Для отримання зварних з'єднань роторів виконували моделювання температурного режиму їх виготовлення. Теплову задачу вперше вирішували як спряжену. Для рідкої фази − розплаву ванни вирішували задачу в умовах теплопровідності Нав'є-Стокса, а для твердої фази в умовах теплопровідності Фур'є. Відповідно задавали початкові і граничні умови. Вирішення теплової задачі забезпечило обґрунтування умов для формування якісної вихідної структури зварних з'єднань. Таким чином надалось можливим попередити формування структур, що утворюються при зварюванні за штатними технологіями. Так, за штатними технологіями, на ділянках сплавлення, перегрівання і нормалізації зони термічного впливу (ЗТВ) утворюються крупні аустенітні зерна. Їх бал складає 3−5 (ДСТУ 8972:2019). Оптимізація параметрів режиму зварювання дозволяє зменшити терміни перебувань наведених ділянок вище критичної точки Ас3. Таким чином отримали бал 7−9, що забезпечило підвищення фізико-механічних властивостей ділянки перегрівання ЗТВ. На ділянці неповної пере-кристалізації ЗТВ, яка зазнає зазнає зварювального нагрівання вище Ас1 і нижче Ас3, частково утворюється аустеніт, який при перекристалізації, залежно від швидкості охолодження, переходить в перліт, сорбіт або тростит. Встановили, що саме наявність сорбіту і троститу значно підвищує вихідні властивості металу зварних з'єднань.

Для дослідження структури і визначення властивостей із зварних з'єднань вирізали відповідні зразки. Встановили, що підвищення якісних характеристик металу зварних з'єднань, відповідно забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей майже на 10−15 %.