УДК 621.791.72

Берднікова О.М., докт. техн. наук
Ань Тяньчен, аспірант
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ,
omberdnikova@gmail.com

СТРУКТУРА НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЛОПАТОК ПАРОВИХ ТУРБІН ЛАЗЕРНИМ МЕТОДОМ

В сучасній промисловості актуальності набуває використання обладнання турбомашин з матеріалів, здатних працювати в високотемпературних умовах. Однак зварювання таких високоміцних матеріалів пов'язане з рядом складнощів, включаючи утворення тріщин, пір, хімічної неоднорідності тощо. Ці дефекти значно впливають на міцність і експлуатаційну надійність зварних з'єднань. Особливо ця проблема набуває уваги при відновленому ремонті лопаток парових турбін з мартенситних нержавіючих сталей, що працюють в складних експлуатаційних умовах (високі тиск, температура, агресивне середовище тощо).

В даній роботі досліджено закономірності формування структурно-фазового складу зварних з’єднань високоміцної сталі ХМ-25 при багатошаровому лазерному наплавленні із застосуванням порошку аналогічного складу. Дослідження проводили при застосуванні комплексу методів фізичного матеріалознавства - світлової (мікроскоп LEICA DM4000) та скануючої електронної мікроскопії (ZEISS Gemini SEM450). Вимірювання мікротвердості проводили за допомогою мікротвердоміра MH500. Механічні випробування на розтяг проводили на універсальній машині CSS-44100.

Дослідженнями встановлено, що в результаті зварювання та подальшої термообробки (витримка при температурі 480°С протягом 4 годин) зварні з’єднання мають задовільні механічні характеристики та відповідають експлуатаційним вимогам. В наплавленому металі формується мартенситна структура з розміром пакетів 10…25 мкм при безградієнтному рівні мікротвердості. В об’ємі наплавленого металу спостерігається формування рейкової субструктури (ширина рейок hp = 0,2…1,0 мкм) та частинок фаз карбідного типу (розміром dч = 0,1…0,7 мкм), рис. 1. Така структура буде забезпечувати зеренне, субструктурне та дисперсійне зміцнення наплавленого металу, а також сприяти підвищенню в’язкості руйнування. Фрактографічними дослідженнями доведено, що поверхня руйнування наплавленого металу має в’язкий ямковий рельєф.

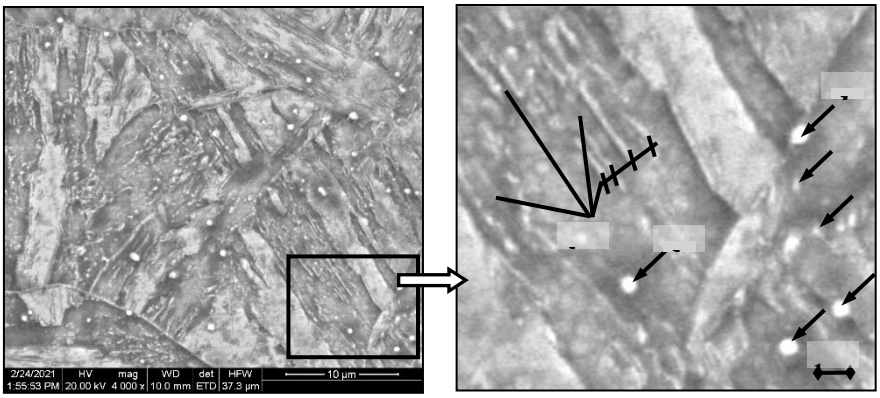

Рис. 1. – Мікроструктура наплавленого металу

Механічними випробуваннями підтверджено, що матеріал наплавлень має високі характеристики міцності ($\sigma_в$=1264…1274 МПа; $\sigma_{0,2}$=1185…1208 МПа). В результаті проведених досліджень розроблено практичні рекомендації та запропоновано технологічні режими лазерного наплавлення, які забезпечать отримання найкращого комплексу механічних властивостей та тріщиностійкості зварних з'єднань високоміцної сталі ХМ-25.