

**В.Є. Хричиков, О.В. Меняйло, Є.Г. Афтанділянц<sup>1</sup>, С.Г. Гнилокурченко<sup>2</sup>,  
О.В. Яровий, В.А. Сорока**

Інститут промислових та бізнес технологій

Українського державного університету науки та технологій, Україна, м. Дніпро

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

<sup>2</sup> Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України, м. Київ

## **РОЗРОБКА МЕТОДІВ УСУНЕННЯ УСАДКОВИХ ДЕФЕКТІВ У ЧАВУННИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКАХ**

Одним з видів браку виробів, отриманих способом лиття, є усадкові раковини, що утворюються внаслідок усадки металу при твердінні. На відміну від виливків з сірого чавуну, в яких мінімальна кількість усадкових дефектів, у чавунних прокатних валках відділ технічного контролю вальцеливарних заводів часто фіксує усадкові раковини і пористість в верхній шийці. Їх формування обумовлено великою об'ємною усадкою чавуну при кристалізації робочого шару в кокілі. Висока швидкість охолодження і хімічний склад з підвищеним вмістом елементів, що утворюють карбіди з вуглецем, призводить до підвищення щільності металу. Так, в робочому шарі валка з бочкою діаметром 450 мм щільність чавуну з кулястою формою графіту становить  $7,66 \text{ г/см}^3$  на глибині 10 мм від поверхні валка до  $7,60 \text{ г/см}^3$  на глибині 30 мм. Рідкий чавун має щільність  $\approx 6,95 \text{ г/см}^3$  при температурі заливання валка  $1320 \text{ }^\circ\text{C}$ . Така різниця щільності рідкого і затверділого металу призводить до необхідності встановлювати надливи, розміри яких іноді вищі ніж у виливків зі сталі.

Крім того, підвищення вмісту цементиту в чавуні сприяє підвищенню його щільності. Але поступове зменшення щільності чавуну в бочці валка до  $7,52 \text{ г/см}^3$  на глибині 135 мм обумовлено нагрівом кокілю, зменшенням швидкості охолодження і кількості цементиту. Так, площа цементиту на глибині 10 мм становить  $\approx 32 \%$ , на глибині 30 мм –  $27 \%$ , на глибині 90 мм –  $19 \%$  і на глибині 130 мм –  $17,5 \%$ , а площа графіту збільшується з  $\approx 2 \%$  на глибині 10 мм до  $4,5\%$  на глибині 155 мм. Аналогічна залежність фіксується при вимірюванні твердості бочки валка: на глибині 10 мм – 425 НВ, на глибині 30 мм – 382 НВ, на глибині 90 мм – 344 НВ, на глибині 135 мм – 341 НВ, на глибині 170 мм – 340 НВ.

Для зменшення непродуктивних втрат металу на надливи при литті валків використовують різні методи збільшення тривалості твердіння надливів. Дослідження в умовах Дніпропетровського заводу прокатних валків і моделювання процесів твердіння показало, що екзотермічні вставки і суміші мало ефективні для виливків масою більше 2000 кг із-за високої тривалості твердіння виливків у порівнянні з тривалістю роботи екзотермічних сумішей. Для масивних виливків, тривалість твердіння яких складає декілька годин, необхідно підводити додаткове тепло у надлив і зменшувати втрати тепла з надливу в довкілля. Для цієї мети були спроби використовувати струми високої частоти, однофазні і трифазні електричні дуги. Але більш ефективним і технологічним для реалізації у діючий процес виробництва виявився електрошлаковий обігрів надливу. Так, шлакова ванна з температурою  $\approx 1550$  °С, як джерело тепла, є активною фазою, здатною поглинати гази і домішки, що ліквують у надлив, знижує кількість неметалевих вкраплень у виливку, практично не відбувається вигорання легуючих елементів, а вміст азоту і водню не збільшується, як при обігріві електричною дугою.

Експериментально встановлено кінетику об'ємної усадки валків з високоміцного чавуну з різними розмірами бочки і шийок. Максимальна усадка відбувається в процесі кристалізації бочки валка. Крім того, у деяких видів валків в нижній шийці в осьовій зоні утворюються усадкові раковини, що приховані від візуального контролю, і виявляються тільки при ультразвуковій дефектоскопії. Нижня шийка валка є приводною в прокатному стані, має високе навантаження, тому усадкові дефекти можуть привести до поломки валка в процесі експлуатації. Утворенню раковин і пористості сприяє порушення живлення усадки з надливу із-за прискореного твердіння бочки в кокілі, а нижня шийка повільно охолоджується у піщаній формі. Для забезпечення послідовного твердіння з низу нижньої шийки вгору до бочки змінювати їх розміри не припустимо. Тому для усунення усадкових дефектів у окремих типорозмірів валкі запропоновано встановлювати в нижню шийку зовнішній сталевий холодильник завтовшки  $\approx 22$  мм, який забезпечує її прискорене твердіння у порівнянні з тривалістю твердіння бочки. При твердінні рідкого металу холодильник спочатку швидко нагрівається, але подальше відведення тепла затримує формувальна суміш із зовні холодильника, яка забезпечує графітизувальне відпалювання чавуну в ливарній формі без застосування термічної печі і зменшення цементиту в нижній шийці.