

УДК 620.18:621.746.019:669.112.227.342

Спадковий вплив показників якості безперервнолитої заготовки на структуроутворення високовуглецевого бунтового прокату

Е. В. Парусов

Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України, Дніпро

В процесі розливання рідкої сталі і подальшої її кристалізації формується характерна лита (дендритна) структура. Така особливість обумовлює розвиток у безперервнолитій заготовці (БЛЗ) неоднорідності розподілу хімічних елементів і неметалевих включень, що викликає розкид механічних властивостей в готовому бунтовому прокаті і призводить до зниження технологічних і експлуатаційних властивостей як самого прокату в процесі переробки, так і готових металевих виробів.

Технологічним прийомам, які знижують прояви макро- і мікроліквації в литому металі присвячено ряд робіт. Вони полягають в застосуванні віброімпульсного або ультразвукового впливу на метал в процесі кристалізації, застосуванні електромагнітного перемішування (ЕМП), систем м'якого механічного обтиску, введення в кристалізатор спеціальних інокуляторів (дрібнодисперсних частинок рідкоземельних металів).

Але на сьогодні відсутні дані, які дозволяють комплексно дослідити вплив литої структури на технологічних етапах БЛЗ → бунтовий прокат → готові метизні вироби.

У зв'язку з цим досліджено в виробничих умовах вплив технологічних факторів на формування кристалічної структури БЛЗ.

Дослідження виконані на промислових партіях БЛЗ перерізом 125x125 мм та бунтового прокату діаметром 11,0 мм із сталей С80D, С82D і С86D (відповідно до вимог EN ISO 16120-2:2011). Оцінку якісних показників БЛЗ та бунтового прокату проводили згідно вимог ОСТ 14-1-235-91 та EN 16120-1:2011 відповідно.

Показано позитивний вплив ЕМП на зниження розвитку дендритної структури та ліквацийних процесів у БЛЗ. Встановлено, що в поперечному перерізі БЛЗ характерна наявність наступних зон: поверхнева коркова зона, зона стовпчастих кристалів, змішана зона стовпчастих і рівноосних кристалів та зона рівноосних кристалів. Показано, що ЕМП підвищує протяжність зони рівноосних кристалів, а перегрів рідкого металу над температурою ліквідус перед розливанням істотно не впливає на її протяжність.

Встановлено спадковий вплив кристалічної структури сталеві заготовки на виникнення структурної смугастості, розташування мартенситних ділянок як в поздовжньому, так і поперечному перерізі бунтового прокату діаметром 11,0 мм. Мартенситні ділянки, розташовані, в основному, в зоні центральної осьової ліквації і спостерігаються як для

сталей розлитих із застосуванням технології ЕМП, так і без неї. Розташовані в центральній осьовій зоні металопрокату структури мартенситного типу можуть бути додатковими концентраторами напружень і служити місцями зародження та розвитку крихких тріщин при холодній пластичній деформації на метизному переробі.

Мікрорентгеноспектральним аналізом мартенситних ділянок в структурі сталей показано, що вміст хрому і ванадію у мартенситі в 3,3 і 5,5 разів відповідно перевищує їх вміст в основній перлітній матриці, а марганцю та кремнію у 1,9 та 1,3 рази відповідно. Це свідчить про ліквідаційну природу появи мартенситних ділянок в центральній осьовій зоні бунтового прокату особливо для сталей легованих хромом та ванадієм.

З метою мінімізації утворення структур мартенситного типу в центральній осьовій зоні бунтового прокату необхідно зменшувати розвиток ліквідаційних процесів у БЛЗ, що може бути досягнуто за рахунок удосконалення роботи системи ЕМП та інтенсивності водяного охолодження як в кристалізаторі, так і зоні вторинного охолодження. Поряд із зазначеними технологічними операціями зниження розвитку ліквідації можливо досягти при правильному виборі раціонального хімічного складу сталі, а саме зниженні ступеня її легування і підвищенні деформаційного опрацювання в процесі гарячої деформації за рахунок збільшення розмірів БЛЗ.

За результатами проведених досліджень науково обґрунтовані вибір хімічного складу та режими деформаційно-термічної обробки бунтового прокату діаметром 8,0 – 11,0 мм, зі сталі С86D, яка не містить додаткових легуючих елементів (хром і / або ванадій). Розроблена і впроваджена промислова технологія сорбітизації високовуглецевого бунтового прокату дозволила зменшити розмір мартенситних ділянок в 3,2 – 3,8 рази, підвищити технологічну пластичність металопрокату, забезпечивши при цьому можливість застосування нової енерго- та ресурсозберігаючої технології переробки металопрокату на метизному переробі при виготовленні високоміцного дроту, який призначено для виготовлення попередньо напружених виробів для будівельних конструкцій (високоміцні арматурні канати та високоміцна дротова арматура). Якісні показники бунтового прокату діаметром 8,0 – 11,0 мм відповідають кращим світовим виробникам аналогічної металопродукції (FNSteel, ArcelorMittal Hamburg), але на відміну від них не містять коштливих легуючих елементів таких як хром та/або ванадій, які негативно впливають на процеси структуроутворення в високовуглецевих сталях.