



УДК 669.111.227

Поступила 24.11.2017

ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ДИАМЕТРОМ 200 ММ ИЗ ХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ МАРОК СТАЛИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ ТРУБ В УСЛОВИЯХ ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

MASTERING THE PRODUCTION OF A CONTINUOUS CASTING BILLET DIAMETER 200 MM FROM CHROME–MOLYBDENUM STEEL GRADES FOR THE PRODUCTION OF SEAMLESS PIPES AT THE OJSC «BSW – MANAGEMENT COMPANY OF HOLDING «BMC»

*И. А. БОНДАРЕНКО, И. А. КОВАЛЕНКО, А. В. ТЕРЕЩЕНКО, А. В. ФЕКЛИСТОВ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37.
E-mail: vav.icm@bmz.gomel.by*

*I. A. BONDARENKO, I. A. KOVALENKO, A. V. TERESHCHENKO, A. V. FEKLISTOV, OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC», Zhlobin city, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str.
E-mail: vav.icm@bmz.gomel.by*

Рост спроса на бурильные и перфорированные трубы в Российской Федерации и США требует увеличения объемов производства бесшовных труб. В свою очередь специфические условия эксплуатации труб предъявляют к продукции особые требования по прочности и стойкости к агрессивным средам. В данной статье описывается опыт освоения производства хромомолибденовых марок стали в условиях ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».

Growth in demand for drilling and perforated pipes in the Russian Federation and the USA requires an increase in the production of seamless pipes. In turn, the specific operating conditions of the pipes present special requirements to the product for strength and resistance in aggressive media. This article describes the experience of mastering the production of continuous casting billets from chromium-molybdenum steel grades at the OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC».

Ключевые слова. *Сталь, дуговая сталеплавильная печь, вакууматор, машина непрерывного литья заготовок, центральная пористость, сталеплавильная плена.*

Keywords. *Steel, arc steelmelting furnace, degasser, continuous casting machine, central porosity, steelmaking flaw.*

Современные условия добычи нефти (истощение запасов и большие глубины скважин) требуют внедрения новых методов и способов, что увеличивает требования к эксплуатируемым трубам. Большое распространение получил способ разработки продуктивных пластов скважинным перфоратором методом взрыва. Помимо воздействия агрессивной среды и ударных нагрузок, на бурильные трубы также оказывают влияние взрывные нагрузки и высокие температуры. Данные факторы предъявляют к бурильным трубам повышенные требования по механическим характеристикам (работа удара, предел текучести и прочности и т. д.) и стойкости к коррозии. Для обеспечения этих характеристик бесшовные трубы производятся из хромомолибденовых марок стали с особыми требованиями по загрязненности неметаллическими включениями, наличию наружных и внутренних дефектов, содержанию примесей цветных элементов, серы, азота и специально подобранными режимами термообработки. Основными легирующими элементами данной группы марок стали являются хром и молибден, добавление которых в состав стали позволяет повысить способность металла к термическому упрочнению, стойкости к коррозии и окислению, сопротивлению ползучести и прочности при высоких температурах.

Освоение производства непрерывнолитой заготовки диаметром 200 мм из хромомолибденовых марок сталей в условиях ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» начато с 2015 г. Конечная продукция – это горячекатаные бесшовные трубы, получаемые в трубопрокатном цехе методом попе-



Рис. 1. Сталеплавильные пленки на наружной поверхности бесшовных труб: *а* – тело трубы; *б* – микрошлиф, травленный в реактиве Обергоффера



Рис. 2. Сталеплавильные пленки на внутренней поверхности бесшовных труб: *а* – тело трубы; *б* – микрошлиф, травленный в реактиве Обергоффера

речно-винтовой прокатки по технологии PQF (Premium Quality Finishing Mill). В последующем бесшовные трубы служат заготовками для производства бурильных и перфорированных труб нефтедобывающей промышленности Российской Федерации и США.

Особенностями химического состава хромомолибденовых марок стали, помимо легирования хромом (от 0,80 до 1,10 %) и молибденом (от 0,15 до 0,45 %), являются низкое содержание серы в металле (до 0,005%), а также ограничение по содержанию азота (до 0,012%). Данные марки стали производятся по следующей технологической схеме: расплавление металлошихты в дуговой 100-тонной сталеплавильной печи, внепечная обработка металла на установке «печь-ковш» и циркуляционном вакууматоре «RH», разливка закрытой струей заготовок диаметром 200 мм на 4-ручьеваой машине непрерывнолитой заготовки (МНЛЗ).

Требуемое процентное содержание основных легирующих элементов в стали получали путем отдачи хром- и молибденсодержащих добавочных материалов. С целью сокращения времени внепечной обработки были приняты следующие технологические решения: присадка ферросплавов на нижний марочный предел во время слива металла из дуговой сталеплавильной печи (ДСП), отдача алюминия после присадки ферросплавов ближе к концу выпуска металла и скачивание печного шлака в случае его попадания в сталеразливочный ковш в процессе выпуска металла из ДСП. Для недопущения перенасыщения металла азотом в процессе выплавки осуществляли продувку расплава аргоном в ДСП и последующую дегазацию на циркуляционном вакууматоре «RH». Удаление серы производили путем наведения на установке «печь-ковш» высокоосновного шлака присадками извести, разжижителей шлака и шлакораскисляющей смеси, а также последующей интенсивной продувкой металла аргоном. В случае остановки процесса десульфурации проводили скачивание существующего шлака и наведение нового.

Разливку хромомолибденовых марок стали осуществляли на 4-ручьеваой МНЛЗ с защитой металла от вторичного окисления защитной трубой, погружными стаканами, теплоизолирующей и шлакообразующей смесями. При разливке первой серии плавок рабочая скорость составляла 1,4 м/мин при перегреве металла в промежуточном ковше над температурой ликвидус порядка 30–35 °С.

При отделке плавок, разлитых по указанным режимам, на наружной и внутренней поверхности бесшовных труб были обнаружены дефекты сталеплавильного происхождения, классифицируемые как сталеплавильные пленки (рис. 1, 2).

С целью обеспечения качества наружной и внутренней поверхности горячекатаных бесшовных труб была проведена поэтапная работа.

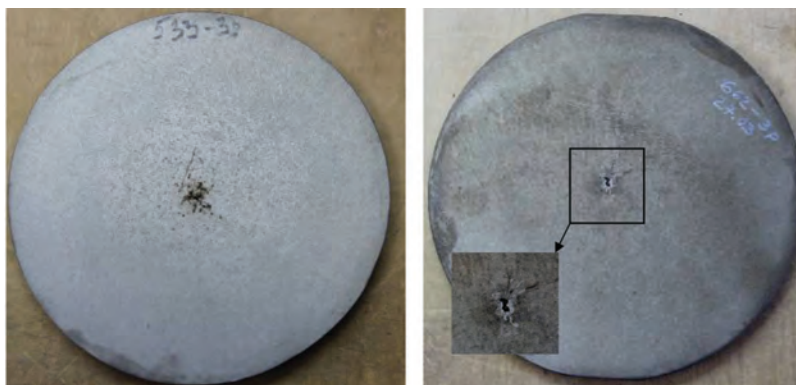


Рис. 3. Макроструктура стали при разливке с перегревом в 30–35 °С

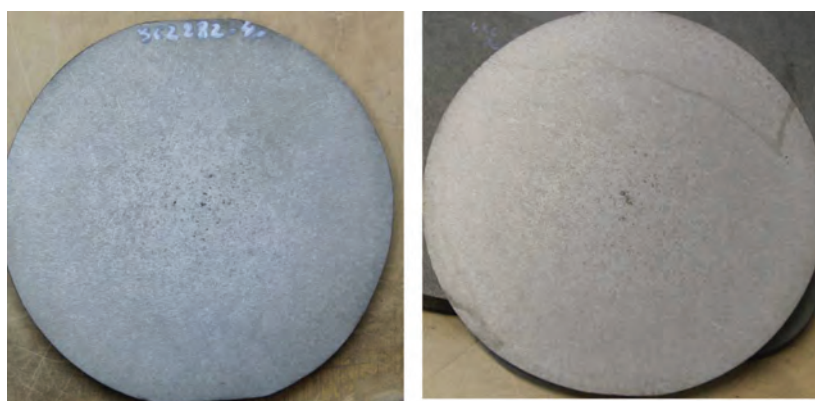


Рис. 4. Макроструктура стали при разливке с перегревом, уменьшенным до 15–25 °С

Первый этап. Поверхность непрерывнолитой заготовки.

В результате проведенных исследований были даны рекомендации по фиксированным значениям разницы температуры охлаждающей воды на входе и выходе из кристаллизаторов (параметр Δt) в пределах 5,5–6,0 °С, а также использованию гильз кристаллизаторов с внутренней геометрией «Convex» и увеличению постоянной рабочей скорости разливки до 1,6 м/мин.

Выполнение данных мероприятий позволило получить качественную поверхность непрерывнолитой заготовки и, таким образом, минимизировать процент несоответствий бесшовных труб по дефекту «сталеплавленная пленка» на наружной поверхности.

Второй этап. Макроструктура центральной части непрерывнолитой заготовки.

Были проанализированы причины получения дефекта «сталеплавленные пленки» на внутренней поверхности бесшовных труб. Установлена прямая корреляционная зависимость количества отсортированных труб от величины перегрева металла. При макроструктурном исследовании выявлен высокий балл центральной пористости (до 3,5 балла) согласно ОСТ 14-1-235-91 (рис. 3), что указывает на высокую температуру разливки стали. Была снижена величина перегрева металла до 15–20 °С.

После проведения данного мероприятия (снижение величины перегрева металла) макроструктура исследуемой непрерывнолитой заготовки удовлетворительная, центральная пористость не более 1,0–1,5 балла.

Данный этап работы позволил получить качественную макроструктуру (рис. 4) и, как следствие, внутреннюю бездефектную поверхность бесшовной горячекатаной трубы из хромомолибденовых марок стали.

Отработка технологических параметров режимов выплавки и разливки при освоении хромомолибденовых марок стали позволила обеспечить высокое качество поверхности и макроструктуры центральной зоны непрерывнолитой заготовки диаметром 200 мм и, таким образом, минимизировать дефекты на наружной и внутренней поверхности бесшовных горячекатаных труб производства ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».