



The way of electro-slag casting of the articles "Heart hornlike", used for production of pipe taps under GOST 17375-83 is considered. The expediency of the electro-slag remelt application is shown, the technological parameters and regimes of casting are considered. The temperatures of the smelt and liquid fluxing agent are given.

С. Н. ЖЕРЕБЦОВ, ЗАО «Омский завод специальных изделий»

УДК 669.046.516:669.187.56

ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ЛИТЬЯ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ИЗДЕЛИЯ «СЕРДЕЧНИК РОГООБРАЗНЫЙ»

Важнейшим направлением в решении задачи повышения эффективности использования дорогостоящих, высоколегированных сталей и сплавов в металлургии является дальнейшее повышение качества металлопродукции за счет совершенствования ранее существующих и разработанных в современных условиях прогрессивных технологий литейного производства [1].

Доступным и достаточно эффективным методом формирования равновесной структуры расплава является тепловое воздействие на жидкий расплав переплавляемого металла. Температурный режим выплавки жаропрочных сплавов, основанный на исследовании их физико-химических свойств в жидком состоянии и обеспечивающий формирование оптимальной и равновесной в данных условиях структуры расплава, получил в литейном производстве название высокотемпературной обработки расплава (ВТОР). ВТОР включает в себя нагрев металла до критических температур, его выдержку в течение определенного времени, охлаждение в плавильной емкости до температур выпуска или разливки, выдержку металла вблизи температур разливки. Всем перечисленным выше технологическим требованиям и условиям удовлетворяет технология электрошлакового переплава с последующей заливкой жидкого металла в металлический кокиль, повторяющий форму отливаемого изделия «сердечник рогообразный» [2].

Технология ЭШП позволяет проводить переплав при высоких температурах, недоступных традиционным способом литья (индукционным, электродуговым переплавом), при которых проходят процессы расплавления тугоплавких элементов сплава и качественное перемешивание жидкого металла за счет действия электрогидродинамичес-

ких сил, возникающих в плавильной емкости в процессе переплава.

Корректировка режима ВТОР при использовании конкретной технологии литья предусматривает наряду с лабораторными исследованиями проведение опытных плавов; анализ структуры литых образцов до и после их термической обработки; сравнение служебных характеристик и физико-механических свойств сплавов серийного и опытного режимов выплавки; введение соответствующих корректирующих изменений всего технологического процесса и оценку эффективности новой технологии электрошлакового литья.

Отливаемое изделие «сердечник рогообразный» из хромоникелевого сплава марки 10X14H77Ю5ТЗЛ используется для выпуска продукции «отводы крутоизогнутые» по ГОСТ 17375-83. К данной продукции предъявляются серьезные эксплуатационные требования, так как «сердечник» работает при высокой температуре в газовой печи 1000–1200 °С и испытывает большие механические нагрузки при движении «отвода» по «сердечнику». Нагрузка на «сердечник» для производства изделия «отвод» Ду 108, развиваемое давление пресса при движении трубной заготовки по штанге, составляет более 40 т.

Сплав 10X14H77Ю5ТЗЛ представляет собой многокомпонентную систему (табл. 1, 2), в которой при кристаллизации образуются различные фазы: твердые растворы, эвтектические системы, карбиды, интерметаллические соединения со значительным размером макрозерна, столбчатыми кристаллами и с большой разнородностью кристаллов. В сплаве 10X14H77Ю5ТЗЛ вольфрам, молибден, кобальт, ниобий, ванадий вредными примесями не являются и в серийных плавках не контролируются.

Таблица 1. Химический состав сплава 10X14H77Ю5ТЗЛ

Объект исследования	Содержание элементов, %								
	C	Cr	Ti	Al	Si	S	P	Mn	Ni
ТУ на сплав	1,0–1,3	12,0–15,0	2,2–3,0	4,6–6,0	0,4–0,9	0,010	0,015	0,6–1,2	Основа

Таблица 2. Свойства сплава 10X14H77Ю5ТЗЛ

Объект исследования	Свойства металла			
	механические свойства			длительная прочность
	σ_b , МПа	δ , %	Ψ , %	σ_{240}^{945} , ч
ТУ на сплав	> 900	>3,2	> 2,2	> 30

Исследование технологии электрошлакового переплава по сравнению с другими традиционными методами литья позволяет получить металл с литой плотной макро- и микроструктурой. Высокая стабильность механических свойств литого металла объясняется равномерным распределением легирующих элементов по всему объему отливки из-за отсутствия межкристаллитной ликвации благодаря химической однородности кристаллов сплава [3].

Переplав осуществляли на промышленной установке А-550-У, использовали сварочный трансформатор марки ТШС-3000-1 с жесткой вольтамперной характеристикой источника питания. Для накопления жидкого металла исследовали керамическую плавильную емкость с медным водоохлаждаемым поддоном. Температура охлаждающей жидкости (H₂O) в поддоне на входе составляла +10°C, на выходе – +55°C. Давление в трубопроводе охлаждения – 2,5 кгс/см², расход воды – 2,4 м³/ч.

Применяемый флюс имеет следующий состав: кальций фтористый – 70%, двуоксид алюминия – 25%, оксид магния – 5%. Предварительно флюс прокаливали при температуре 800°C в течение 7200 с. Масса расплавленного металла составила 46 кг, флюса – 8 кг. Температура расплавленного металла в тигле – 1830°C, жидкого флюса – 2240°C. Время плавки составило 2280 с. Режим переплава: напряжение – 41 В, сила тока – 2700–3200 А. Время выдержки жидкого металла в плавильной емкости для выравнивания температуры перед сливом составило 100 с. Скорость прироста, заливка жидкого металла в кокиле – 1,8–3,1 кг/с. Кристаллизация и остывание отливки вместе с литейной формой проходили в течение 1800 с.

Сплавы, подвергнутые воздействию (ВТОР), по сравнению с непрошедшими сплавами (ВТОР) имеют повышенные служебные характеристики, связанные с улучшением макро- и микроструктуры отливки. При этом размеры зерна уменьшаются в 1,2–2,1 раза, столбчатые кристаллы и разнотерность отсутствуют, размеры дендритных ячеек значительно уменьшаются. Эвтектика гамма-гамма'-фаза располагается равномерно в виде компактных включений по всему телу отливки. А

строение упрочняющей гамма'-фазы имеет правильные геометрические очертания.

В результате изложенного выше увеличивается предел прочности сплава на 25–35%, пластичность – на 20–30, длительная прочность – на 40–50, ударная вязкость – на 30–40, износостойкость – на 80–90%.

Наружная поверхность отливки получилась ровная, шлаковый гарнисаж толщиной 1,1–2,4 мм на сторону, что обеспечило возможность получения небольшого припуска отливки 2,2–3,4 мм на сторону для дальнейшей механической обработки изделия. При этом КИМ изделия «сердечник рогаобразный» после механической обработки отливки составил 0,65–0,80.

Использование режимов высокотемпературной обработки хромоникелевого сплава в промышленных условиях электрошлакового кокильного литья [4] показало, что наблюдается увеличение выхода годных изделий, снижается брак, повышаются и выравниваются значения прочностных и пластических свойств металла отливки по сравнению с традиционными технологиями литья.

По данной технологии ЭШЛ на предприятии ЗАО «Омский завод специальных изделий» (г. Омск) изготовили «сердечник рогаобразный» Ду 108 из хромоникелевого сплава марки 10X14H77Ю5ТЗЛ, который успешно прошел промышленные испытания.

Литература

1. Жеребцов С.Н. Использование технологии электрошлакового переплава для получения изделий ответственного назначения // Прикладные задачи механики. Омск: ОМГТУ. 2003. С. 44–47.
2. Еремин Е.Н., Жеребцов С.Н., Радченко В.Г. Электрошлаковая технология изготовления «роговых» сердечников для производства трубных отводов // Литейное производство. 2002. № 9. С. 16–18.
3. Еремин Е.Н., Жеребцов С.Н., Радченко В.Г. Повышение качества литого металла при электрошлаковом переплаве жаропрочных никелевых сплавов // Черная металлургия. 2003. № 8. С. 15–18.
4. Еремин Е.Н., Жеребцов С.Н., Радченко В.Г. Утилизация отходов жаропрочных никелевых сплавов // Механика процессов и машин. Омск. 2002. С. 112–114.