

ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЕ ЛИТЬЕ ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ТИПА «ФЛАНЕЦ»

Е.Н. Еремин, С.Н. Жеребцов, В.Н. Шабалин

На предприятиях нефтехимической и газовой промышленности широко используется соединительная трубопроводная арматура, работающая в агрессивных средах, в областях высоких давлений и жестких климатических условиях. Для фланцев по ГОСТ 12821-80 из стали 09Г2С, работающих в условиях Крайнего Севера при температурах от $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+450\text{ }^{\circ}\text{C}$ срок службы должен быть не менее 10 лет, а ресурс – не менее 80000 часов.

Данная продукция изготавливается различными способами. Наиболее широко используетсяковка, штамповка и литье (открытыми методами плавки), с последующей механической обработкой заготовок. Однако данные технологии имеют свои недостатки.

Изделия, полученные ковкой, хотя и имеют более высокое качество металла, могут наследовать дефекты от некачественных литейных заготовок и слитков. Имеющиеся дефекты в процессековки не устраняются, кроме этого, в ряде случаев возможно выгорание некоторых легирующих элементов из металла, что крайне нежелательно. Низок и коэффициент использования металла.

Изделия, отлитые по традиционной технологии (открытая индукционная плавка, электродуговая плавка), имеют свои достоинства: высокая точность литья с минимальными допусками на механическую обработку, высокий коэффициент использования металла отливки. В тоже время по физико-механическим свойствам и служебным характеристикам литейный металл в большинстве случаев не удовлетворяет требованиям и стандартам, предъявляемым к эксплуатируемым изделиям. Недостатками литейных заготовок являются структурная и химическая неоднородность по всему объему металла, неметаллические включения, поры, насыщение жидкого металла газами из окружающей среды и наличие большого количества вредных примесей типа серы и фосфора. Все это снижает механические свойства литого металла и ухудшает служебные характеристики деталей в процессе их эксплуатации.

Перспективным решением этой проблемы является создание такой технологии изготовления изделий, которая обеспечила бы высокое качество металла с одной стороны и

минимальные допуски на механическую обработку с высоким коэффициентом использования металла за счет точности изготовления, с другой стороны. Наиболее прогрессивным способом получения кольцевых заготовок является центробежное электрошлаковое литье (ЦЭШЛ). В силу своей технологической особенности процесса, оно лишено многих из вышеперечисленных недостатков. Заготовки, полученные ЦЭШЛ, удовлетворяют всем предъявляемым требованиям к выпускаемой продукции: это и высокие физико-механические и служебные свойства металла и геометрическая точность отливки.

Качественный металл получается в процессе ЦЭШЛ за счет переплава расходуемого электрода в системе синтетических шлаков, представляющих собой смесь фтористого кальция, электрокорунда и магнезита, которые осуществляют рафинирование и очистку жидкого металла в гарнисажной плавильной емкости от таких примесей как фосфор и сера, а также обеспечивают защиту металла от вредного воздействия окружающей среды: кислорода, азота, водорода. Жидкий флюс (шлак) является надежной защитой жидкого металла на протяжении всего процесса переплава, накопления и заливки жидкого металла в литейную форму, установленную на центробежной машине.

При заливке жидкого металла в металлическую форму, флюс препятствует прилипанию отливки к стенкам литейной формы, располагаясь тонким и ровным слоем на поверхности формы. Значительная часть шлака ввиду более низкой плотности относительно жидкого металла вытесняется внутрь и вверх отливки, где является тепловой надставкой и не позволяет образовываться усадочным полостям и раковинам.

За счет центробежных сил, действующих в литейной форме при вращении, наружная поверхность отливки получается с максимальным приближением к геометрии готового изделия.

Жидкий синтетический флюс обеспечивает заданный химический состав переплавляемого металла, так как не дает выгорать на воздухе легирующим элементам, входящим в состав металла расходуемого электрода, как

**ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЕ ЛИТЬЕ ДЕТАЛЕЙ
ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ТИПА «ФЛАНЕЦ»**

в процессе плавки, так и при заливке металла в форму. Переплавляемые электроды изготавливаются из отходов сортового проката соответствующих марок сталей.

Электрошлаковый модифицированный металл отличается от металла, полученного открытой плавкой мелкозернистой структурой, большей химической однородностью, отсутствием инородных окисных включений, воздушных пузырей, пор, раковин, трещин, низким содержанием вредных примесей серы и фосфора, равномерно распределенной плотностью металла по всему объему, а, следовательно, и изотропностью физико-механических свойств по всем направлениям. Химический состав и результаты механиче-

ских испытаний сталей, после ЦЭШЛ, в сравнении с кованым металлом, а также металлом открытой индукционной плавки приведены в таблицах 1 и 2.

Сравнительный анализ показывает значительное превосходство электрошлакового литья над металлом открытой плавки и небольшие различия по отношению к свойствам кованого.

По разработанной технологии на ЗАО «Омский завод специальных изделий» освоен выпуск разнообразной трубопроводной арматуры, используемой в изделиях ответственного назначения, подведомственных Госгортехнадзору РФ.

Таблица 1 – Химический состав стали 09Г2С

Марка стали	C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	S	P
09Г2С ГОСТ 19282-73	≤0,09	1,3-1,7	0,5-0,8	–	–	–	≤0,04	≤0,04
09Г2С (индукционная плавка)	0,10	1,62	0,58	–	–	–	0,025	0,018
09Г2С (ЦЭШЛ)	0,09	1,65	0,65	–	–	–	0,014	0,010

Таблица 2 – Механические свойства стали 09Г2С

Марка стали	σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	KCU ⁺²⁰ , Дж/см ²
09Г2С (прокат)	505	332	34	62	184
09Г2С (инд. плавка)	512	340	21	49	137
09Г2С (ЦЭШЛ)	524	365	29	60	212