



There is shown, that electroslag casting has considerable superiority over the metal of open melting and small discrepancies with respect to the forged metal properties.

Е. Н. ЕРЕМИН, С. Н. ЖЕРЕБЦОВ, Омский государственный технический университет

УДК 621.74.042

ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЕ ЛИТЬЕ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

На предприятиях нефтехимической и газовой промышленности широко используется соединительная трубопроводная арматура — фланцы, переходники, колена, тройники и т. д. Эти детали работают в различных агрессивных средах при высоких давлениях. Поэтому их изготавливают из легированных сталей.

Данная продукция может производиться различными технологическими процессами. Наиболее широко используютсяковка, штамповка, литье традиционными способами (открытыми методами плавки) с последующей механической обработкой заготовок. Однако эти технологии имеют свои недостатки.

Изделия, полученные ковкой, хотя и имеют более высокое качество металла, могут наследовать дефекты от некачественных литейных заготовок и слитков [1]. Имеющиеся дефекты в процессековки не устраняются, кроме того, в ряде случаев возможно выгорание некоторых легирующих элементов из металла, что крайне нежелательно. Коэффициент использования металла низкий.

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 [2]. В то же 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 в виде керамики, газовых раковин, пор, насыщение жидкого металла водородом, азотом, кислородом 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 данной 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. Перспективным способом получения кольцевых заготовок является центробежное электрошлаковое литье (ЦЭШЛ) [3]. В силу технологической особенности процесса оно лишено многих из перечисленных выше недостатков. Заготовки, полученные ЦЭШЛ, удовлетворяют всем предъявляемым требованиям к выпускаемой продукции: высокие физико-механические и служебные свойства металла и геометрическая точность отливки.

Качественный металл получается в процессе ЦЭШЛ за счет переплава расходоуемого электрода в системе синтетических шлаков, представляющих собой смесь фтористого кальция, электрокорунда и магнезита, которые осуществляют рафинирование и очищение 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 [4]. Жидкий флюс (шлак) служит 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, вхо-

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

Важным преимуществом данной технологии является возможность упрочнения металла заготовок за счет его модифицирования путем ввода в жидкий накопленный металл специальных таблеток, полученных смешиванием порошковых легирующих компонентов с последующим их прессованием и спеканием. Разработано несколько составов модификаторов для управления кристаллизацией различных сталей [5].

Электрошлаковый модифицированный металл отличается от металла, полученного открытой плавкой мелкозернистой структурой, большей химической однородностью, отсутствием инородных оксидных 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. Результаты механических испытаний сталей после ЦЭШЛ в сравнении с кованным металлом, а также металлом открытой индукционной плавки приведены в таблице.

Механические характеристики литых и кованных сталей

Марка стали	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, МДж/м ²
09Г2С (ГОСТ 19282-73)	500	350	21	-	0,65
09Г2СЛ (индукционная плавка)	393	210	18	41	0,37
09Г2С (ЦЭШЛ)	510	344	23	47	0,71
20ХГС (ГОСТ 4543-71)	780	635	12	45	0,78
20ХГС (индукционная плавка)	513	386	10	38	0,65
20ХГС (ЦЭШЛ)	795	684	12	48	0,86
08Х18Н10Т (ТУ 26-0251-16-78)	500	200	35	40	0,7
08Х18Н10Т (индукционная плавка)	412	194	37	42	0,78
08Х18Н10Т (ЦЭШЛ)	537	234	21	37	0,53

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

По разработанной технологии на ЗАО «Омский завод специальных изделий» освоен выпуск разнообразной трубопроводной арматуры (см. рисунок), используемой в изделиях ответственного назначения.



Общий вид трубопроводной арматуры, изготовленной электрошлаковым литьем

Литература

1. Ковка и штамповка. Справ. / Под ред. Е.И. Семенова. Т. 1. М.: Машиностроение, 1986.
2. Михайлов А.М., Бауман Б.В. Литейное производство. М.: Машиностроение, 1987.
3. Патон Б.Е., Медовар Б.И., Бойко Г.А. Электрошлаковое литье. Киев: Наукова думка, 1980.

4. Медовар Б.И., Цыкуленко А.В., Шевцов В.Л. и др. Металлургия электрошлакового переплава. Киев: Наукова думка, 1986.

5. Еремин Е.Н. Закономерности комплексного модифицирования литого электрошлакового металла. Анализ и синтез механических систем // Сб. науч. тр. Омск: Изд-во ОмГТУ, 1998. С. 131-134.