

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦЭШЛ СТАЛЬНЫХ ФЛАНЦЕВ

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

Преимущества литого электрошлакового металла, получаемого из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, при изготовлении изделий типа фланец (ГОСТ 12820–80 и ГОСТ 12821–80) приведены в ранее выполненных работах [1, 2, 3]. Однако до настоящего времени не рассмотрено влияние технологических параметров центробежного электрошлакового литья (ЦЭШЛ) на качество формирования отливок и снижение величины припусков на механическую обработку.

Оптимизацию технологических параметров ЦЭШЛ проводили для фланцев Ду200, отливаемых из стали 09Г2С по ГОСТ 19282–73. Электрошлаковый переплав (ЭШП) исходных электродов вели в футерованном тигле на установке А–550МУ, с трансформатором ТШС–3000–1. Режим ЭШП электродов Ø60...75 мм по току равен $J_{ш} = 2700$ А, по напряжению $U_{ш} = 40$ В. Масса переплавляемого металла составляла 42 кг, флюса – 6 кг. Флюс для ЭШП использовали следующего состава: CaF_2 – 55%, Al_2O_3 – 35%, MgO – 8%, SiO_2 – 2%. Время переплава – 30 минут. Внешний вид установки для электрошлаковой тигельной плавки стали приведен на рисунке 1.

Для регулирования скорости заливки жидкой стали в литейную металлическую форму, и изменения угловых скоростей цен-

тробежной машины, была изготовлена специальная схема управления электрическими двигателями постоянного тока, установленными на механизме поворота тигля и центробежной машине. Для быстрого изменения угловых скоростей центробежная машина была дополнительно оснащена гидравлической муфтой, тормозом и добавочным электрическим двигателем, передающим вращение на вал центробежной машины.

Принятая технология электрошлакового переплава электродов из стали 09Г2С позволяет подготовить для ЦЭШЛ жидкий металл высокого качества с требуемым составом. Температура разогретого флюса в тигле составляет 1850...1900 °С, жидкого металла – 1700...1850 °С. При таких температурах жидкого металла и флюса происходит их активное взаимодействие, что способствует получению более чистого жидкого металла с лучшими литейными свойствами [4].

Процесс ЦЭШЛ с регулируемыми технологическими параметрами включает комплекс технологических приемов, жестко связанных по времени, – это переворот тигля и вращение центробежной машины. Для фланцев Ду200 наилучшие результаты по качеству поверхности отливок получены при технологических параметрах процесса, приведенных на рисунке 2.



Рисунок 1 – Внешний вид установки электрошлаковой тигельной плавки

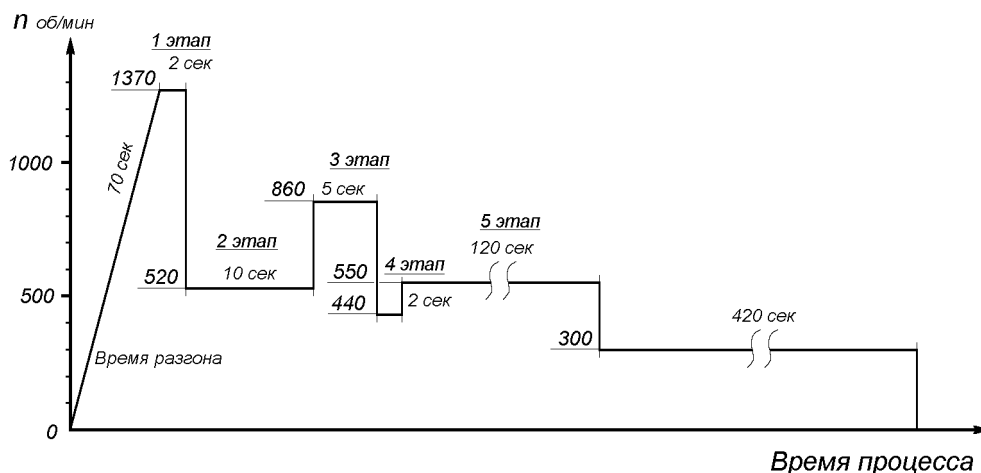


Рисунок 2 – Циклограмма ЦЭСЛ стальных фланцев Ду200

На первом этапе в форму необходимо залить порцию жидкого флюса для формирования защитного слоя на внутренней поверхности металлического кокиля. Масса заливаемого флюса при пересчете от всей площади кокиля составляет 1,6...2,0 кг. Обороты центробежной машины при этом максимальны и равны 1370 об/мин, а время заливки флюса – наоборот, минимально, и составляет от 1 до 3 сек. Процесс заливки жидкого металла выполняется при меньших оборотах центробежной машины, с порционной подачей металла в форму (этапы 2, 3 и 4 на рисунке 2, при соответствующих скоростях вращения).

Из рисунка 2 видно, что общий процесс заливки жидкого металла занимает незначительное время, и составляет для рассматриваемого варианта не более 20 секунд. Скорость заливки, т.е. прирост жидкого металла в форму, и скорость вращения центробежной машины являются определяющими на этих этапах процесса. Прирост жидкого металла в форму не должен быть слишком малым ввиду возможного застывания и образования настыли, и наоборот, при большом приросте возможно появление горячих трещин в отливках. Поэтому принятая порционность по этапам 2, 3 и 4 (рисунок 2) составляет для Ду200 соответственно 20, 15 и 7 кг жидкой стали. Скорость вращения центробежной машины также прямо влияет на качество изделия, определяя толщину шлакового гарнисажа и чистоту внешней поверхности отливки. При меньших оборотах не происходит полного заполнения литейной формы, поверхность фланца получается неровной и

волнистой. При больших угловых скоростях может произойти разрыв отливки по наружному диаметру. Поэтому обороты, обеспечивающие наилучшее заполнение формы, приняты в пределах, показанных на рисунке 2 (этапы 2, 3 и 4).

Последний, пятый этап (рисунок 2), предусматривает вращение центробежной машины после окончательной заливки жидкого металла в форму. Оптимальная скорость вращения на данном этапе принята равной 550 об/мин. Это необходимо для того, чтобы окончательная кристаллизация жидкого металла и затвердевание жидкого флюса происходили под действием центробежных сил. Длительность пятого этапа составляет 120 сек. После пятого этапа скорости вращения центробежной машины снижается до 300 об/мин; при этом завершается окончательное затвердевание шлака и происходит остывание отливки в форме. От этого этапа качество отливки практически не зависит; длительность цикла на этом этапе выбирается в пределах от 240 до 420 сек. После остывания отливки в форме центробежная машина выключается, отливка извлекается из формы, и процесс повторяется.

Внешний вид фланцев, полученных ЦЭСЛ с регулированием параметров процесса, приведен на рисунке 3. Принятое изменение угловых скоростей литейной формы с одновременным изменением скорости подачи жидкого металла в форму привело к получению более точных отливок фланцев и снижению припусков на механическую обработку в 1,5...2,0 раза.

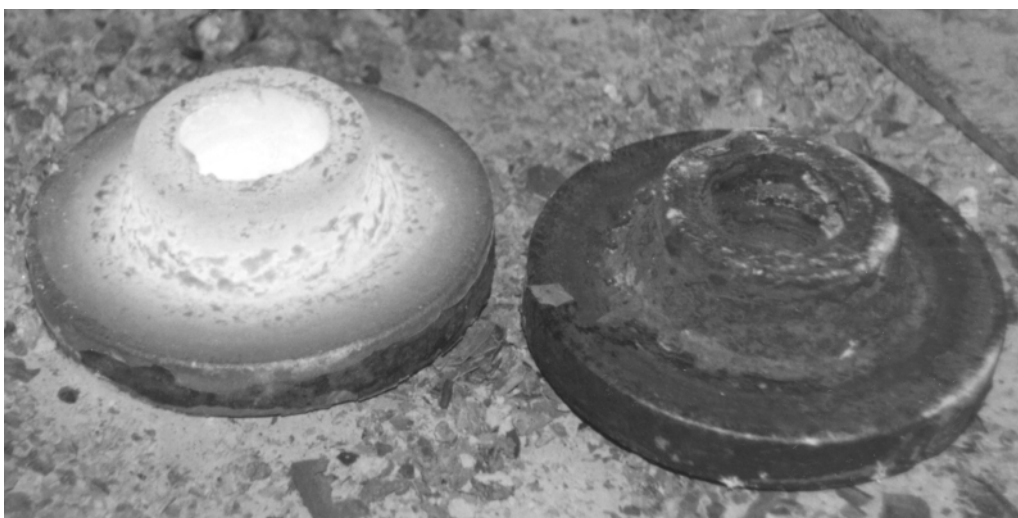


Рисунок 3 – Внешний вид отливок фланцев Ду200

Фланцы, отлитые по данной технологии, были подвергнуты исследованиям химического состава и механических свойств. Как показали исследования, химический состав получаемых отливок соответствует требованиям ГОСТа на сталь 09Г2С, ликвация элементов по объему не обнаружена. Механические свойства электрошлаковой отливки фланца из стали 09Г2С не уступают ковальному металлу и также соответствуют требованиям ГОСТа.

Литература:

1. Жеребцов С.Н., Галлер В.В., Кривошапкин А.В. и др. Исследование механических свойств металла центробежного электрошлакового литья фланцевых заготовок. Проблемы и перспективы развития литейного производства. Сб. научн. трудов / Под ред. проф. В. А. Маркова – Вып. 2. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000, с. 64 – 67.
2. Жеребцов С.Н., Галлер В.В., Радченко В.Г. и др. Перспективы использования электрошлакового литья для деталей, работающих под давлением. Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-7-2001): Доклады 7-й Международной научно-практической конференции. – Барнаул, 17-19 сентября 2001 г., в 2 ч. Ч.1 / Отв. ред. В. Н. Масленников. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2001, с. 154 – 157.
3. Еремин Е.Н., С.Н. Жеребцов, Радченко В.Г. и др. Структура и свойства литых сталей 09Г2С и 10Г2 электрошлакового переплава. Проблемы и перспективы развития литейного, сварочного и кузнечно-штампового производств: Сб. научн. трудов / Под ред. д.т.н., проф. В. А. Маркова и д.т.н., проф. А. М. Гурьева. – Вып. 4. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002, с. 207 – 209.
4. Медовар Б.И., Маринский Г.С., Шевцов В.Л. Центробежное электрошлаковое литье. - К.: О-во "Знание" УССР, 1983. – 48 с.