

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Шегельман Илья Романович*

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

*Богданов Дмитрий Михайлович*

студент

ФГБУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

### **ЗАЛИВКА КРУПНОТОННАЖНЫХ ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА С ШАРОВИДНОЙ ФОРМОЙ ГРАФИТА (ВЧШГ)**

*Аннотация:* в статье рассмотрен опыт заливки крупнотоннажных отливок из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита (ВЧШГ) ООО Литейным заводом «Петрозаводскмаш» при изготовлении корпусов крупногабаритных контейнеров.

*Ключевые слова:* крупнотоннажные отливки, заливка, чугун.

В рамках НИОКР, выполненных ОАО «Петрозаводскмаш» и Петрозаводским университетом при поддержке Минобрнауки РФ по реализации гранта согласно Постановлению Правительства РФ №218 совместно со специалистами ОАО НПО «ЦНИТМАШ» была изготовлена отливка корпуса контейнера ТУК 146 из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита (ВЧШГ). Отливка имела форму стакана: наружный диаметр 2190 мм, внутренний – 1520 мм, высота 6038 мм, толщина дна 420 мм, масса 80 тонн. Заливка производилась с расположением отливки донной частью верх. Отливка выполнена на ООО Литейный завод «Петрозаводскмаш».

Основные технологические операции изготовления отливки: плавка металла и заливка его в литейную форму – чугунный кокиль из четырех секций.

Литейная форма включает сборочный металлический поддон, чугунные кокили, формирующие наружную боковую поверхность отливки, центральный

стержень, формирующий внутреннюю полость отливки, верхнюю полуформу с выжигаемой моделью шаровой прибыли, надставку для приемки избыточного жидкого чугуна и подпитки прибыли, литниковую систему, заливочную чашу, вмещающую необходимый объём заливаемого чугуна, и стопора, перекрывающие отверстия стояков.

При заливке формы определяющей операцией влияющей на качество отливки, особенно из ВЧШГ, является модифицирование. Все модификаторы подвержены эффекту «старения», которое начинается с первой же минуты после модифицирования. Модификаторы утрачивают способность формировать зародыши графита, если модифицированный металл длительное время выдерживается перед заливкой в форму. Для увеличения времени эффективной работы модификатора, особенно при изготовлении тяжелых отливок из ВЧШГ, ввод его производится в две стадии. Первичное модифицирование заключается в введении кремний магниевый модификатора на дно заливочного ковша («сэндвич» процесс) и вторичное модифицирование – вводом кремний содержащего материала в заливочную чашу или внутрь литниковой системы. Контролируемым временем модифицирования считается период от начала заливки металла в ковш, в котором содержится модификатор, до начала заливки формы. Теоретически допустимое время до предельного «старения» эффективных модификаторов для масс металла более 80 т. не должно превышать 30 мин. *Выплавка чугуна* производилась одновременно в четырёх индукционных тигельных печах с емкостью тигля 25 тонн жидкого чугуна. Общая масса выплавляемого металла 95 т. В качестве шихты использовались: чушковый чугун нодулярный ЛН – 85%, стальной лом – 15%, карбюризатор сверх 100%.

Расчет состава шихты производится, исходя из требуемого химического состава высокопрочного чугуна с учетом того, что после модифицирования увеличится содержание в чугуне кремния на 0,8...1,0%. После расплавления шихты и достижения температуры жидкого чугуна 1380...1400°C производился отбор проб для проведения экспресс анализа.

Сфероидизирующая присадка (первичное модифицирование) в виде кремний магниевой лигатуры VL63(0) фракции 5...30 мм в количестве 1,6% от массы обрабатываемого чугуна размещалась в «карманах» дна 75 т. и 17 т. разливочных ковшей и сверху покрывалась равномерным слоем сухой чугунной стружки толщиной 60...80 мм. Затем в 75-тонный ковш последовательно из первой и второй 25-тонной печей сливалось 50 т. жидкого чугуна при температуре 1420°C, после чего в него доливалось еще 25 т. жидкого чугуна из третьей 25-тонной печи при температуре 1400°C. После наполнения металлом ковш транспортировался к литейной форме. Из четвертой 25-тонной печи производилось заполнение жидким чугуном 17-тонного ковша при температуре 1420°C. После наполнения ковш отправляется к литейной форме.

*Заливка литейной формы* производилась из одной заливочной чаши, вмещающей весь объем жидкого чугуна, необходимый для отливки. Первым сливался в чашу металл из 75-ти тонного ковша и с минимальным перерывом металл из 17-тонного ковша. В чаше происходило графитизирующее модифицирование (вторичное модифицирование) с помощью размещенных на дне чаши модифицирующих вставок из кремний содержащего сплава Germalloy в количестве 0,3% от общей массы жидкого чугуна (270 кг). Температура жидкого чугуна в чаше перед заливкой в литейную форму составила 1320°C. После отбора проб из чаши для маркировочного химического анализа производился подъем стопоров и заполнение литейной формы металлом.

Отливка корпуса контейнера ТУК 146 соответствует по химическому составу, механическим свойствам, микроструктуре, ультразвуковому контролю техническим требованиям, предъявляемым к отливкам для транспортно упаковочных комплектов для отработавшего ядерного топлива.

Авторы благодарят за консультации при выполнении работы и подготовке статьи Капилевича А.Н. и Андреева В.В. (ЦНИИТМАШ).