

В. Е. Хрычиков, Е. В. Меняйло, Т. В. Семенова, Ю. А. Мушенков

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ГРАНИЦЫ ВЫЛИВАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА В КОМБИНИРОВАННОЙ КОКИЛЬНОЙ И ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМАХ

В литературе отсутствуют результаты экспериментов по выливанию жидкого остатка и одновременного замера температуры затвердевания массивных отливок из высокопрочного чугуна, охлаждающихся комбинированных кокильно-песчаных литейных формах. Поэтому исследовали процесс затвердевания и выливания жидкого остатка чугуна, модифицированного железо-кремний-магниевого лигатурой ($Mg \sim 7\%$), из 4 литейных форм, имеющих общую сифонную литниковую систему с тангенциальным подводом питателя в нижнюю песчано-глинистую форму диаметром 350 мм, высотой 330 мм. В верхней части формы устанавливали кокиль диаметром 500 мм и высотой 600 мм.

Общая масса чугуна, заливаемого в формы, составляла 5100 кг, а химический состав, масс. %: C – 3,04; Si – 2,10; Mn – 0,48; P – 0,189; S – 0,010; Cr – 0,35; Ni – 1,08; $Mg_{ост}$ – 0,03. В одной из форм устанавливали 10 хромель-алюмелевых термопар на различном расстоянии от поверхности теплоотвода. Регистрацию температуры в интервале $0...1370^{\circ}C$ обеспечивал многоточечный потенциометр КСП-4.

После заливки чугуна при температуре $1335^{\circ}C$, осуществляли последовательный подъем литейных форм из поддона с помощью мостового крана и выпускание не затвердевшего расплава через 2 мин 25с, 7 мин 40с, 23 мин и 46 мин.

Замер толщины затвердевшего слоя металла при выливании через 2 мин 25с после заливки показал, что по высоте кокильной формы толщина затвердевшего слоя увеличивается с 27 до 30 мм. Это обусловлено тем, что при сифонной заливке в верхнюю часть отливки поступает более "холодный" металл, который теряет теплоту перегрева в литниковой системе, песчаной форме и кокиле. Через 7 мин 40с толщина затвердевшего слоя по высоте кокиля практически выравнивается, а уже через 23 мин фиксируем вновь опережение продвижения фронта затвердевания в верхней части формы. Последнее вызвано повышенным теплоотводом с зеркала металла прибыли, утепление которой сло-

ем древесного угля не обеспечивает направленное затвердевание отливки.

После выливания расплава в кокильной части формы внутренняя часть отливки представляет собой неровную поверхность с многочисленными наростами металла, которые можно сравнить с "холмистой поверхностью". Высота наростов металла незначительно возрастает с течением времени: с 1...4 мм через 2 мин 25с до 1...4,4 мм через 7 мин 40с и 1,9...6 мм через 23 мин. Таким образом, уже на начальных этапах фронт затвердевания не является идеально ровным. Формирование таких макроструктурных "надрезов" может быть одной из причин образования горячих кольцевых трещин в части отливки, охлаждающейся в кокиле. Кроме того, аналогичные "надрезы" в виде не затвердевших участков металла обнаружены в зоне галтели - перехода песчано-глинистой формы к кокилю. Это происходит ввиду замедления затвердевания металла на выступающих частях формы, что также может привести к образованию продольных горячих трещин в части отливки, охлаждающейся в кокиле.

В нижней части отливки, охлаждение которой происходит в песчаной форме, через 2 мин 25с обнаружен слой металла неравномерной толщины. Внутренняя поверхность ее, как и в кокиле, напоминает "холмистую поверхность" с выступами (группами дендритов) округлой формы. Количество таких выступов достигает 900-950 шт/м² на внутренней поверхности образцов с толщиной стенки более 4...5 мм.

После выливания жидкого остатка через 7 мин 40с в нижней части отливки, охлаждающейся в песчано-глинистой форме, **не обнаружено затвердевшего слоя металла**. Его расплавление обусловлено перегревом металла в осевой зоне. Через 23 мин вновь затвердевает слой металла неравномерной толщины. Причем, толщина этого вновь затвердевшего слоя через 2 мин 25с и 23 мин практически одинакова.

Неравномерное по радиусу затвердевание металла в песчано-глинистой форме приводит к формированию на 46 мин теплового узла, который значительно смещен от геометрической оси: минимальная толщина затвердевшего слоя металла с одной из сторон составляет 88 мм, максимальная – 149 мм.

Таким образом, зафиксирована несимметричность процесса затвердевания по радиусу отливок из высокопрочного чугуна в комбинированной кокильной и песчано-глинистой литейной формах. Впервые выявлено расплавление ранее затвердевшего слоя высокопрочного чугуна толщиной 3,5...6,0 мм в песчано-глинистой форме.