

ТЕПЛОФИЗИКА

УДК 669.017.3

Ю.А.МАЛЕВИЧ, Л.В.ШАТОН, канд-ты техн. наук,
Д.Г.СЕДЯКО, В.Н.КРАМАРЕНКО (БПИ),
В.А.РЫЛОВ, В.М.БРЫКСИН (Всесоюзный НИИ
металлургической теплотехники),
А.Д.ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук (БМЗ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СЛИТКА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ НА МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК РАДИАЛЬНОГО ТИПА*

Для успешной эксплуатации машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) необходимо решать задачи, связанные с получением качественного металла, с ее работой на максимально допустимых скоростях, сохранением теплоты, аккумулированной слитком. Перечисленные задачи могут быть решены только после разработки экспериментальной методики исследования формирования непрерывного слитка в МНЛЗ, проведения промышленных экспериментов и анализа условий его затвердевания и охлаждения.

Данная работа проводилась на установке непрерывного литья Белорусского металлургического завода. Она состоит из двух шестиручьевых машин, имеющих минимальное сечение слитка 100×100 мм и максимальное — 140×140 мм. Разливка производится из сталеразливочных ковшей емкостью 100 т жидкой стали при рабочих скоростях 0,8...2,2 м/с.

Непрерывный процесс разлива стали одновременно на шести ручьях возможен благодаря раздельному управлению каждым из них. Причем прекращение разлива на одном из ручьев не влияет на нормальную работу остальных. В машине предусмотрена трехсекционная форсуночная зона вторичного охлаждения слитка.

Экспериментальное измерение температур в стальном непрерывном слитке связано с существенными трудностями, обусловленными его перемещением в процессе разлива, усадкой при затвердевании, высокой агрессивностью расплавленной стали. Известны работы [1, 2], в которых излагается методика определения температурного поля внутри слитка с помощью блока термопар, введенных в кристаллизатор через затравку. Этот способ имеет ряд недостатков, к которым относятся, например, влияние на показания термопар концевых эффектов и необходимость регистрации температур металла при скоро-

*Работа проведена под руководством д-ра техн. наук, проф. Ю.А.Самойловича при участии аспирантки О.А.Смоляниковой.

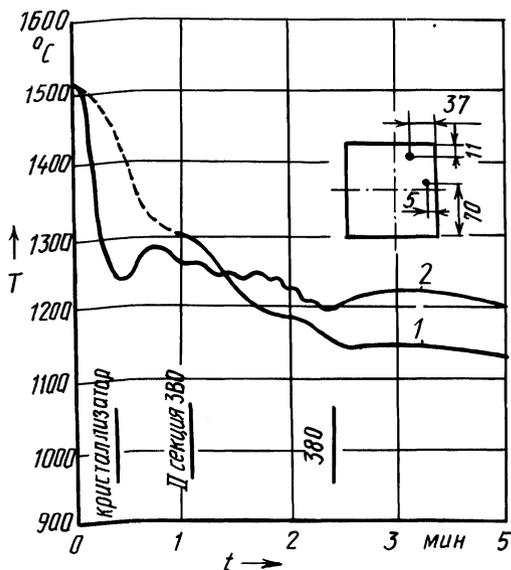
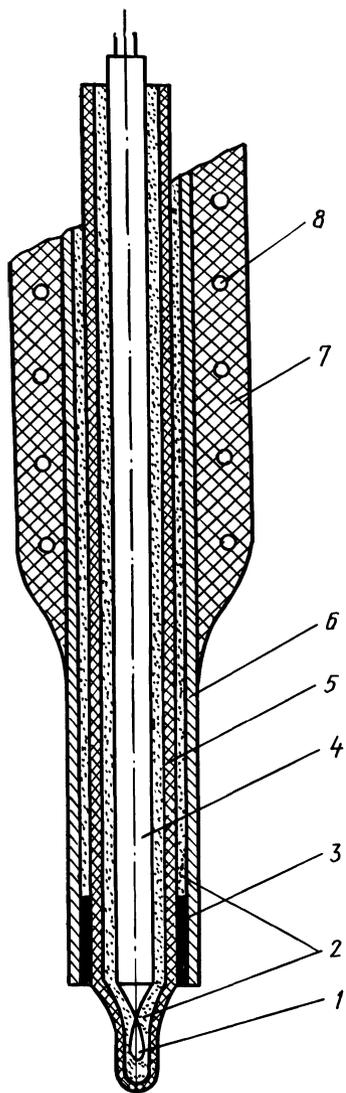


Рис. 2. Температурные кривые охлаждения.

Рис. 1. Конструкция узла измерительного блока:

1 — термоэлектроды; 2 — корундовая засыпка; 3 — каолиновое уплотнение; 4 — двухканальная алундовая соломка; 5 — кварцевый колпачок; 6 — металлический чехол; 7 — огнеупорная обмазка; 8 — арматура.

стях разгона установки до рабочих скоростей разливки. Основой эксперимента, проводимого авторами, явилась разработанная во ВНИИМТ методика определения температурного поля с помощью блока термопар, введенных в кристаллизатор и "вмороженных" в твердую корочку слитка [3].

Измерение температуры слитка проводилось в двух характерных точках его поперечного сечения. Для исследований использовались термопары 1 из вольфрам-рениевой термоэлектродной проволоки группы ВР-5/20 диаметром 0,5 мм, рабочие спаи которых защищались кварцевыми колпачками 5 (рис.1). Для изоляции металлических частей блока от расплава на наружную поверх-

ность корпуса блока 6 наносилась огнеупорная обмазка 7, армированная стальной проволокой 8. Термоэлектродная проволока изолировалась двухканальной алундовой соломкой 4 диаметром 3...4,5 мм. Уплотнение 3 выполнено в виде каолиновой втулки. Внутренние полости измерительного блока засыпались корундом 2. Концы термопар, выходящие из блока, термостатировали и изолятором защищали от доступа влаги. В качестве регистрирующего прибора использовался трехканальный электронный потенциометр SE-460.

Опыт проводился в конце разливки серии плавов в слитки сечением 125×125 мм. Измерительный блок вводился сверху в кристаллизатор и "вмораживался" в затвердевающую корку. Разливка прекращалась после отливки 1,2...1,5 м длины отливки. Слиток с замороженным в него блоком термопар вытягивался вдоль всей технологической длины МНЛЗ со скоростью, задаваемой условиями разливки. После охлаждения заготовки ее разрезали и определяли точное расположение горячих спаев термопар.

Результаты измерения температуры в слитке и условия его охлаждения представлены на рис. 2 в виде температурных кривых охлаждения. Они позволяют судить о процессе его охлаждения вдоль технологической оси МНЛЗ.

Характерно изменение температуры, зафиксированной термопарой 2. Резкое снижение температуры поверхности в зоне кристаллизатора сменяется ее разогревом в зоне вторичного охлаждения (ЗВО) (первая секция и половина второй). На входе в третью секцию ЗВО на кривой охлаждения появляются периодически сменяющиеся максимумы и минимумы. Число максимумов соответствует числу форсунок в секции, ориентированных на грань слитка, у поверхности которой расположен спай термопары 2. При проведении эксперимента каждая вторая форсунка по длине третьей секции находилась в нерабочем состоянии. Разогрев на 20° поверхностных слоев наблюдался после каждой работающей форсунки. Отметим, что знакопеременный характер изменения температуры поверхности может привести к ее растрескиванию.

После прохождения слитком ЗВО при охлаждении на воздухе термопарой 2 фиксируется некоторый разогрев его поверхности, сменяющийся в дальнейшем монотонным снижением температуры. Разогрев поверхности можно объяснить влиянием внутренних, более горячих слоев.

После прохождения третьей секции ЗВО температуры в точке 1 оказываются меньше температур в точке 2. Такой противоречивый характер изменения температур точки 1 (более удаленной от поверхности) объясняется неравномерным охлаждением граней (в частности, наличием пленочного кипения на поверхности малого радиуса). Неравномерность охлаждения поверхности обуславливает возможность образования угловых трещин и, следовательно, прорывов жидкой стали из незатвердевшей сердцевины слитка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рутес В.С., Евтеев Д.П. Непрерывная разливка стали // Тр. первой Всесоюзной конф. по непрерывной разливке стали. — М.: Изд-во АН СССР, 1956. — С. 9.
2. Теплотехническое исследование формирования стального слитка на установке полунепрерывной разливки с периодической выдачей слитка / Ю.А.Самойлович, Е.А.Коршунов, А.Г.Тарасов и др. // Сталь. — 1978. — № 5. — С. 4–25.
3. Тепловые процессы при непрерывном литье стали / Ю.А.Самойлович, С.А.Крулевецкий, В.А.Горяинов, З.К.Кабаков. — М.: Металлургия, 1982. — 152 с.