

- определить скорость литья, зная высоту кристаллизатора и толщину затвердевшей корки;
- определить толщину затвердевшей корки при заданной скорости литья и высоте кристаллизатора;
- выбрать температуру заливаемого металла.

Как показали исследования и производственная отработка процесса непрерывного литья, для практики чаще всего решается задача по определению скорости литья. Лимитирующим фактором для скорости литья является толщина затвердевшей корки на выходе из кристаллизатора, которую находим, используя экспериментальные данные [3]. Выбирая температуру заливаемого металла, оптимальную для получения требуемого качества данной заготовки, и соответствующие ей теплофизические характеристики, считая, что в начале процесса $t_0 = 0$ и $\xi_0 = 0$, подставляем все известные параметры в уравнение (2) и находим время затвердевания в кристаллизаторе заданной толщины корки. Зная высоту кристаллизатора и время нахождения в нем заготовки, определяем среднюю скорость литья. По предлагаемой методике можно определить и другие параметры процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейник А.И. Теория особых видов литья. – М.: Машгиз, 1958. – 300 с. 2. Туттов В.И. Расчет затвердевания непрерывной отливки. – Докл. АН БССР, 1981, т. XXV, № 2, с. 147–150. 3. Столярова Г.И., Гринберг В.А., Крутилин А.Н. Вертикальное непрерывное литье с использованием разрушаемых стержней. – В кн.: Металлургия, 1984, вып. 18, с. 50–51.

УДК 621.74.04

Г.А. ГАРАНИН,
Е.Б. ДЕМЧЕНКО;
А.Н. КРУТИЛИН,
Б.В. ВОЙТЮК (БПИ)

РАСЧЕТ КИНЕТИКИ РАЗОГРЕВА ОТЛИВКИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ КРИСТАЛЛИЗАТОРА

Определение максимальной температуры разогрева затвердевшей корки имеет большое значение при выборе технологических параметров процесса (скорость литья, длина кристаллизатора).

Максимальную температуру поверхности отливки после разогрева рассчитываем по формуле

$$C \left[\left(\frac{T_{п. max}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_c}{100} \right)^4 + \alpha_k (T_{п. max} - T_c) \right] = \frac{\lambda}{\xi_k} (T_{кр} - T_{п. max}),$$

где $T_{п. max}$ – максимальная температура поверхности отливки; T_c – температура окружающей среды; $T_{кр}$ – температура кристаллизации; C – коэффициент лучеиспускания отливки; α_k – коэффициент теплоотдачи конвекцией;

Т а б л и ц а 1. Параметры отливки на выходе из кристаллизатора

Диаметр отливки, мм	50	100	150	200	250
$T_{п\ max}, ^\circ C$	1095	1078	1069	1051	1029
$\xi_k, мм$	9,2	13,3	15,6	20,7	27,5
$t_k, с$	9	20	30	50	83

λ — коэффициент теплопроводности материала отливки; ξ_k — толщина корки отливки на выходе из кристаллизатора.

Для отливки диаметром 100 мм при $T_{зал} = 1230^\circ C$ методом подбора определяем $T_{п\ max} = 1078^\circ C$. При $T_{зал} = 1270^\circ C$ максимальная температура поверхности увеличивается до $1088^\circ C$, т.е. увеличение незначительно. Поэтому в дальнейшем влияние степени перегрева на максимальную температуру поверхности не рассматривали.

В табл. 1 приведены значения максимальной температуры поверхности $T_{п\ max}$ и толщины затвердевшей в кристаллизаторе корки ξ_k для отливок различных диаметров при заданном времени формирования отливки в кристаллизаторе t_k .

Анализ данных таблицы показывает, что с уменьшением времени формирования отливки в кристаллизаторе уменьшается толщина корки и возрастает ее максимальная температура.

Для расчета времени разогрева составляем уравнение теплового баланса, в котором тепло, аккумулированное отливкой на участке разогрева, определяется как разность между теплом, переданным теплопроводностью через затвердевшую корку отливки в выходном сечении кристаллизатора, и теплом, отданным в окружающую среду с поверхности отливки на участке разогрева, и решаем это уравнение относительно времени разогрева. Время разогрева для отливки диаметром 100 мм равно 8,6 с.

Рассчитанное аналогично время для отливки диаметром 200 мм составило 20,6 с.

Действительные значения температуры поверхности в точке максимального разогрева, замеренные при помощи контактной термопары ниже на $20-25^\circ C$ (кривая 2 на рис. 1).

Значения максимальной температуры поверхности ($T_{п\ max}$), рассчитанные методом интегрального теплового баланса, близки к экспериментальным замерам (точки на кривой 2, рис. 1). При учете осевой теплопередачи расчетные значения температуры разогрева практически совпадают с экспериментальными.

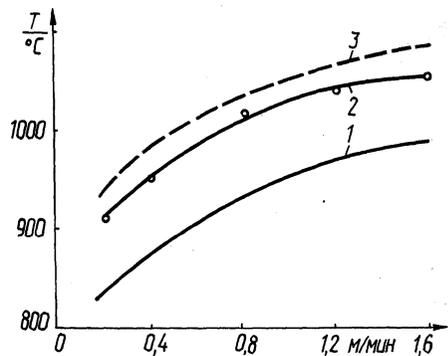


Рис. 1. Зависимость температуры поверхности от скорости литья

ми замерами. Цифрой 1 (рис. 1) обозначена кривая, показывающая зависимость температуры поверхности отливки от скорости литья, которая асимптотически приближается к температуре, равной 900–1000 °С.

Из графических зависимостей (рис. 1) видно, что кривые 2 и 3 эквидистантны по отношению к кривой 1, т.е. подъем температуры поверхности слабо зависит от скорости литья. Поэтому для уменьшения безвозвратных потерь, связанных с прорывом корки, увеличения производительности и улучшения качества заготовок (особенно при получении сложных массивных профилей) необходимо применять устройства вторичного водовоздушного охлаждения, а также устройства не только охлаждающие корку после ее выхода из кристаллизатора, но и препятствующие ее прогибу.

УДК 669.14.018.292

Н.И. БЕСТУЖЕВ,
В.А. РОЗУМ,
В.А. ЧАЙКИН,
А.К. СТРЕЛЬЧИК (БПИ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАФИНИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ЧУГУНА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ МЕТАЛЛАМИ*

В настоящей работе рассмотрены пути оптимизации предварительной обработки расплава РЗМ.

Расчеты, выполненные в работе [1], показывают, что реакция десульфурации происходит только после достаточно глубокого раскисления чугуна. Отсюда следует возможность повышения десульфурующей способности РЗМ за счет ввода совместно с ним либо раздельно более дешевых и эффективных раскислителей чугуна, например алюминия:



Особенностью раскисления чугуна алюминием по сравнению со сталью является значительное влияние углерода и кремния на активность алюминия и кислорода в расплаве. С учетом параметров взаимодействия первого рода [2] и константы реакции (1) рассчитаны равновесные значения активности кислорода в чугуне, содержащем 3,6 % углерода и 2,0 % кремния. При увеличении содержания остаточного алюминия в чугуне от 0,01 до 0,1 % при 1673 К активность кислорода должна уменьшиться с $8,3 \cdot 10^{-5}$ до $4 \cdot 10^{-6}$.

Измерение активности кислорода в чугуне, раскисленном алюминием, производили методом термо-эдс датчиками окисленности (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Влияние алюминия на активность кислорода в чугуне

Добавка алюминия, %	Исх.	0,05	0,1	0,15	0,2
Активность кислорода	$3 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$

* Работа выполнена под руководством д-ра техн.наук Д.Н. Худокормова и канд.техн. наук С.Н. Лекаха.