Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LIV, вып. 3, 1973 г.

ВЕРХНЯЯ ПРОДУВКА ЖИДКОЙ ВАННЫ АССИМИЛИРУЕМЫМ ГАЗОМ

И. А. Южанинов

Верхняя продувка жидкости или расплава различными газообразными агентами связана в большинстве случаев как с физическим, так и химическим взаимодействием фаз.

В последние годы появился ряд работ, рассматривающих вопросы физического взаимодействия фаз. Работ по химическому взаимодействию фаз в условиях верхней продувки сравнительно мало. Однако они представляют интерес для ряда процессов цветной металлургии (конвертирование, рафинирование расплавов и др.).

В опытах по продувке жидкой ванны ассимилируемым газом использован метод приближенного моделирования гидроаэродинамических явлений [1, 2]. Металлосодержащую жидкую фазу имитировали раствором едкого кали различной концентрации, шлаковую — трансформаторным маслом или керосином. Кислородом дутья служил углекислый газ, азотом — воздух. Обогащение дутья «кислородом» варьировали в пределах 20—100%. Углекислый газ из баллона через ресивер и один из каналов двухканальной фурмы поступал в модель цилиндрической или клинообразной формы. Через другой канал фурмы подавали сжатый воздух. Использовали также одноканальные фурмы для подачи чисто «кислородного» дутья. Диаметр сопел изменяли от 2 до 5 *мм*. Расходы углекислого газа и воздуха в течение продувки поддерживали постоянными.

Степень усвоения (ассимиляции) «кислорода» дутья ванной определяли как отношение количества поглощенной углекислоты ко всему количеству углекислоты в дутье

$$\eta = \frac{V_{CO_2} - V'_{CO_2}}{V_{CO_2}} 100, \qquad (1)$$

где V_{CO_2} — количество углекислоты, поданной с дутьем; V'_{CO_2} — количество углекислоты, уходящей из модели (непоглощенной).

Процентное содержание активного агента в дутье (обогащенное дутье) и отходящих газах

$$CO_2 = \frac{V_{CO_2}}{V_{CO_2} + V_в} 100, \quad (2)$$

$$CO'_2 = \frac{V'_{CO_2}}{V'_{CO_2} + V_в} 100 \quad (3)$$

После преобразований

$$\eta = \frac{10000(CO_2 - CO'_2)}{(100 - CO'_2)CO_2}. \quad (4)$$

В опытах с «кислородным» дутьем в газоход после модели, но перед специальным смесителем, подавали определенное и постоянное в опыте количество воздуха $V_в$ для получения смеси.

Величину V'_{CO_2} при этом определяли по формуле

$$V'_{CO_2} = \frac{V_п(CO'_2)}{(100 - CO'_2)}. \quad (5)$$

Анализируя состав газов, выходящих из модели, ручными и автоматическими газоанализаторами, находили по формуле (4) или (5) и (1) степень усвоения дутья в зависимости от положения фурмы относительно ванны, состава ванны, степени обогащения дутья «кислородом», наличия или отсутствия на ванне шлака и др.

В ряде опытов после продувки пробы жидкой ванны титровали 0,1н раствором соляной кислоты. Результаты титрования достаточно хорошо согласовались с результатами газового анализа. При опытах измеряли размеры дутьевой воронки, выбросов жидкости из нее, фиксировали характер циркуляции, эмульгирования шлаков и др. Для сопоставления проводились опыты с теми же исходными условиями, но для неассимилируемого дутья. В этом случае металлосодержащую жидкую фазу имитировали дистиллированной водой.

Методически опыт организовывали следующим образом. После заливки фиксированных объемов жидкостей модель герметизировали, проверяли герметизацию всей установки, устанавливали требуемые расходы воздуха на фурму или на поддувку в газоход, углекислого газа на фурму. Первые не-

сколько минут всю систему промывали, а затем начинали отбор проб газа после смесителя на анализ.

Время «представительной» продувки составляло 20—30 *мин.*

Результаты всех наблюдений и измерений по опытам с ассимилируемым и неассимилируемым газами показали, что при прочих равных условиях характер поведения ванны (размеры дутьевых воронок и выбросов из них жидкости, циркуляционные потоки, поведение шлакового слоя на ванне и т. п.)

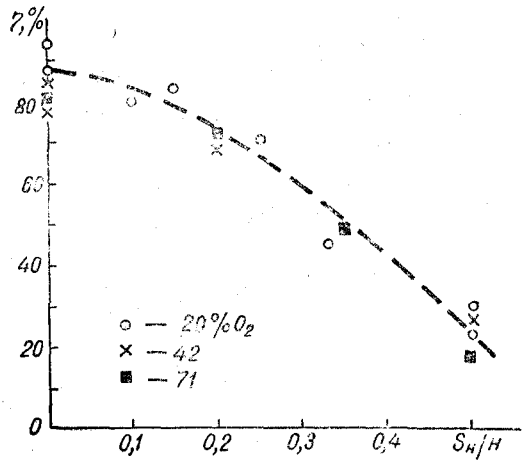


Рис. 1. Влияние толщины слоя шлака на степень усвоения ванной «кислорода» дутья при 50% КОН в растворе

в обоих случаях практически идентичен. Наибольшее влияние на степень усвоения дутья ванной оказывала величина шлакового слоя на ней. На рис. 1 характерно хорошее совпадение значений степени усвоения дутья для одних и тех же отношений начального слоя шлака $S_н$ (до подачи дутья) и глубины проникновения дутьевой струи в ванну H независимо от прочих начальных условий опытов, в частности, степени обогащения дутья «кислородом».

При росте толщины шлакового слоя степень усвоения дутья быстро падала, особенно после $S_н = 0{,}1 \div 0{,}15$. В некоторых опытах уже при $S_н = (0{,}4 \div 0{,}5)\ H$ она была близкой к нулю, снижаясь в общем случае в 3—4 раза по сравнению с ванной «без шлака».

Таким образом, по условию эффективного использования дутья необходимо ограничивать значение толщины шлакового слоя на ванне в зависимости от параметров дутья и положе-

ния фурмы, определяющих величину проникновения дутьевой струи в расплав [3],

$$S_н < \frac{1}{3}H. \qquad (6)$$

Заметно влияние положения фурмы на величину η. Особенно важно располагать фурму под некоторым углом к ванне *. Это обеспечивает достаточно интенсивную циркуляцию

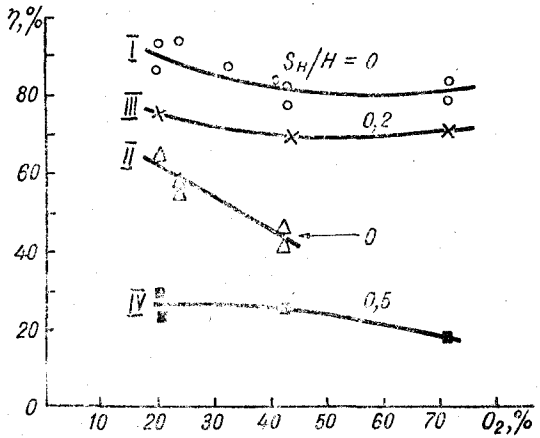


Рис. 2. Влияние степени обогащения дутья на величину степени его усвоения ванной

жидкости по длине ванны и соответственно улучшает массообмен локальной зоны дутьевой воронки с остальной частью ванны.

В наших опытах на бесшлаковой ванне и «кислородном» дутье η была максимальной (близкой к 100%) при расположении фурмы под углом 75° к ванне. Влияние высоты расположения фурмы над ванной (до 10 калибров сопла и даже больше) было незначительным.

Вполне определенным образом влияет на степень усвоения дутья «активность» ванны — концентрация реагирующего с газом компонента ванны. Снижение «активности» ванны ведет к существенному падению η. Так, уменьшение концентрации агента в ванне, химически взаимодействующего с дутьем, с 50 до 10% уменьшает степень усвоения «кислорода» дутья почти в два раза.

Влияние степени обогащения дутья на показатель η более сложно (рис. 2). Отмечена тенденция к некоторому снижe-

* Ванны со значительными размерами по горизонтали.

нию степени усвоения дутья ванной с ростом содержания активного агента (кислорода) в дутье. Но заметное снижение η наблюдали лишь на ванне «малой активности» (рис. 2, кривая *II*). При высокой «активности» ванны, если не накладывалось более сильное влияние других факторов, значение η сначала несколько падало, а затем (кривые *I, III, IV*) оставалось примерно постоянным.

Выводы

1. В условиях продувки двухслойной ванны решающее влияние на степень усвоения ванной активного компонента дутья оказывает толщина шлакового слоя.

2. Во всех случаях существенна роль концентрации «активного» компонента ванны в зоне продувки.

3. Следует большое внимание уделять правильному расположению сопла и выбору параметров дутья, при которых обеспечивается необходимое соотношение размеров дутьевой воронки и шлакового слоя, а также активный массообмен зоны дутьевой воронки с остальным объемом ванны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баптизманский В. И. Механизм и кинетика процессов в конвертерной ванне. Металлургиздат, 1960.

2. Марков Б. Л., Кирсанов А. А. Условия подобия при продувке жидкости газовой струей. Изв. вузов. Черная металлургия, 1966, № 9.

3. Южанинов И. А. Продувка жидкой ванны газообразными агентами через сопла, расположенные под углом к поверхности ванны. Зап. ЛГИ, 1970, т. L, вып. 3.