

УДК 669.184.244.66'14

Н.А.Акиншин (асп., каф. СиС), А.М.Сизов, д.т.н., проф.

ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ ДУТЬЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ

В основе применения продувки ванны нестационарными газовыми струями лежит концепция о том, что ряд процессов, протекающих в сталеплавильной ванне при продувке, можно ускорить или изменить их течение в желательном направлении, применив для продувки металла один из вариантов нестационарного дутья – пульсирующие газовые потоки. Поскольку каждый из этих процессов, как основанных на взаимодействии компонентов металлического расплава (чугуна или полупродукта) с кислородом, так и жидкой стали с аргоном (дегазация и удаление докристаллизационных неметаллических включений), имеет колебательную природу и характеризуется собственной резонансной частотой.

Существует несколько способов создания пульсаций – это геометрический, расходный, тепловой и акустический. Под геометрическим воздействием понимается воздействие на поток стенками канала, под расходным – вдув или отсос газа из пограничного слоя на стенках канала, варьирование расходом газа, под акустическим – возбуждение струй акустическим полем в газовых трактах и на срезе канала, под тепловым – подвод или отвод тепла от газового потока [1]. Электромеханические пульсаторы являются расходным способом создания пульсаций. Они сложны по конструкции, трудоемки в изготовлении и эксплуатации [2]. Кроме того, необходимость подвода к кислородной фурме электропитания и инертного газа для защиты электропривода от попадания в него кислорода делает весьма проблематичным внедрение их в конвертерах с верхним дутьем.

Главным недостатком акустических фурм является низкая стойкость резонаторов, вызванная эрозионным воздействием на них капель расплавленного металла и незащищенностью их от налипания металла, приводящего к снижению эффективности работы фурмы и выходу резонаторов из строя.

Газодинамические пульсаторы создают пульсации за счет энергии самого газового потока и отличаются простотой конструкции. Принцип работы данных пульсаторов заключается в том, что при прохождении газового потока по каналу с переменным сечением, при определенных условиях, имеют место газодинамические процессы, приводящие к пульсации потока. Частота этих пульсаций зависит от типа конструкции, геометрических

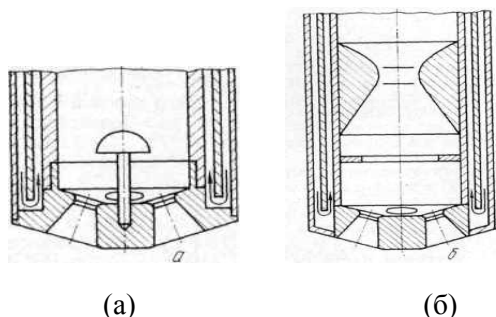


Рис. 1. Фурмы с газодинамическим пульсатором типа грибок (а) и диафрагмированный канал (б)

размеров газопроводящего канала. Газодинамические пульсаторы устанавливаются в сопловой коробке кислородных фурм и не могут непосредственно контактировать с расплавом, в чем заключается их основное преимущество. К недостаткам газодинамических пульсаторов следует отнести то, что в отличие от электромеханических они не позволяют изменять частоту прерывания потока кислорода во время продувки [3]. На рис. 1 приведены два типа газодинамических пульсаторов [4].

Геометрические размеры и конструкция пульсаторов подбираются таким образом, чтобы обеспечить заданную частоту его пульсаций.

Было установлено, что применительно к кислородно-конвертерному производству, внедрение пульсирующей продувки ванны пульсирующим потоком кислорода воздействует на ряд процессов, протекающих в сталеплавильной ванне, а именно [7,8]:

1. Диспергирование расплавленного металла на капли в "первичной" реакционной зоне, определяющее их фракционный состав: эффективное дробление металла на капли диаметром $2\text{-}3\cdot 10^{-4}$ м обеспечивается при частотах пульсаций 700-800 Гц.

2. Взаимодействие компонентов металлического расплава (в особенности углерода) с кислородом в "первичной" реакционной зоне: интенсификация этого процесса возможна за счет сведения к минимуму сопротивления (разрыхления) пограничного газового слоя, для чего необходимы пульсации дутья с частотами 900-1000 Гц.

3. Развитие поверхности контакта расплав-газ во "вторичной" (подкратерной) реакционной зоне, состоящей из газовых пузырьков, образующихся при дроблении внедрившейся в расплав газовой струи: оптимальное для процессов рафинирования пузырьки диаметром 10^{-4} м формируются при пульсациях дутья с частотами в диапазоне 500-800 Гц.

4. Перемешивание металла во "вторичной" реакционной зоне: максимальная интенсивность перемешивания в подкратерной зоне достигается при пульсациях дутья диапазоне 200-400 Гц.

5. Перемешивание в объеме ванны, т.е. за пределами реакционной зоны: установлено, что наибольшее ускорение массообменных процессов достигается в области низких частот пульсаций газового потока — применительно к 180- и 350-тонным конверторам, минимально возможные резонансные частоты процессов массопередачи находятся в диапазоне 4-10 Гц.

6. Наведение шлака по ходу продувки и образование металло-шлаковой эмульсии: ассимиляция извести, лимитирующая этот процесс, максимально ускоряется при пульсациях кислородного дутья в диапазоне 250-300 Гц, одновременно в значительной степени снижается окисленность шлака, т.е. потери, связанные с железом.

7. Выбросы и выносы металла и шлака из конвертера во время продувки: резонансная частота этих процессов находится в пределах 2-5 Гц и определяется условиями продувки и геометрическими размерами конвертерной ванны.

8. Образование "бурого дыма" и пылеунос во время плавки – процессы, которые резко интенсифицируются при измельчении фракционного состава капель металла в "первичной" реакционной зоне. Резонансная частота диспергирования железоуглеродистого расплава на капли диаметром менее 10^{-4} м составляет 2,5-3,5 кГц.

Таким образом, путем изменения спектра частот пульсаций, можно интенсифицировать или замедлить различные процессы, происходящие в сталеплавильной ванне, что приведет к улучшению технологических показателей плавки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сизов А.М. Газодинамика и теплообмен газовых струй в металлургических процессах. – М.: Металлургия, 1987, 256 с.
2. Явойский В.И., Третьяков М.А., Явойский А.В. и др. Передел чугунов специального состава: Науч. Тр. // УралНИИчермет, Свердловск, 1981, № 1, с. 20-28.
3. А.В.Явойский, М.Л.Третьяков, Л.А.Куличев, Н.Е.Хисамутдинов и др. // Сталь, 1985, № 2, с. 24-26.
4. Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Егоров А.В. Никольский Л.Е. Конструкция и проектирование агрегатов сталеплавильного производства. – М.: МИСиС, 1995, 512 с.
5. Селянин И.Ф., Дробышев А.Н., Деев В.Б. и др. // Изв. Вузов. Черная металлургия, 2005, № 4, с. 6-7.
6. Селянин И.Ф., Дробышев А.Н., Деев В.Б. и др. // Изв. Вузов. Черная металлургия, 2005, № 9, с. 38-40.

7. Явойский А.В., Тарновский Г.А. Вопросы теории и практики сталеплавильного производства. ММИ, Научн.тр. – М.: Metallurgy, 1991, с. 126-148.
8. Явойский А.В., Тарновский Г.А., Хисамутдинов Н.Е., Шевцов И.А. // Изв. Вузов. Черная металлургия, 1995, № 5, с. 11-16.