

НАТЕКАНИЕ ПРИ ВЫПЛАВКЕ МЕТАЛЛА В ВАКУУМНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ

М. И. СЛОСМАН

(Представлено профессором доктором А. Н. Добровидовым)

Одной из наиболее важных характеристик вакуумной печи является величина остаточного давления, указываемая обычно в паспорте печи. Однако существует еще одна характеристика вакуумной печи, не менее важная, от которой, собственно, и зависят свойства выплавляемого металла — это величина натекания. Дело в том, что вакуумная печь практически никогда не может быть герметична. В ней, как и в других вакуумных системах, при всей тщательности выполнения их, невозможно достигнуть полного отсутствия натекания. Можно лишь добиться того, чтобы натекание было минимальным.

В связи с тем, что натекание весьма существенно влияет на качество выплавляемого металла, необходимо количественно оценить герметичность вакуумной печи, т. е. измерить скорость натекания.

В данной работе приводится измерение скорости натекания в вакуумной индукционной печи ИВ-52, установленной на кафедре металлургии для проведения научно-исследовательских работ по проблеме вакуумной стали.

Давление в вакуумной печи может повышаться за счет двух источников: а) за счет натекания газов извне через различные неплотности; б) за счет выделения газов из металла и огнеупорных материалов печи. Если достигнуть в печи минимального давления (P_0) и отключить насос от печи, то возможные варианты изменения давления, в зависимости от вышеуказанных источников натекания, можно представить на следующем рисунке.

В идеальном случае, когда отсутствует натекание извне и газовыделение в печи, давление практически не должно изменяться в течение достаточно длительного времени (линия 1). При наличии газовыделения в печи и отсутствии течи извне давление в печи изменяется по кривой 2. (P_H — давление насыщенных паров). При наличии течи извне и отсутствии газовыделения в печи давление изменяется по линии 3. И, наконец, при наличии и натекания извне и газовыделения одновременно (что обычно и имеет место на практике) давление изменяется по кривой 4. Тангенс угла наклона прямолинейного участка этой кривой указывает на величину натекания извне. Разность же между измеренной скоростью натекания и рассчитанной по углу наклона определяет величину газовыделения.

Так как газы, попавшие в печь за счет натекания, и газы, десорбируемые из тигля и стенок печи, могут взаимодействовать с расплавленным металлом, необходимо учитывать влияние обоих этих источников.

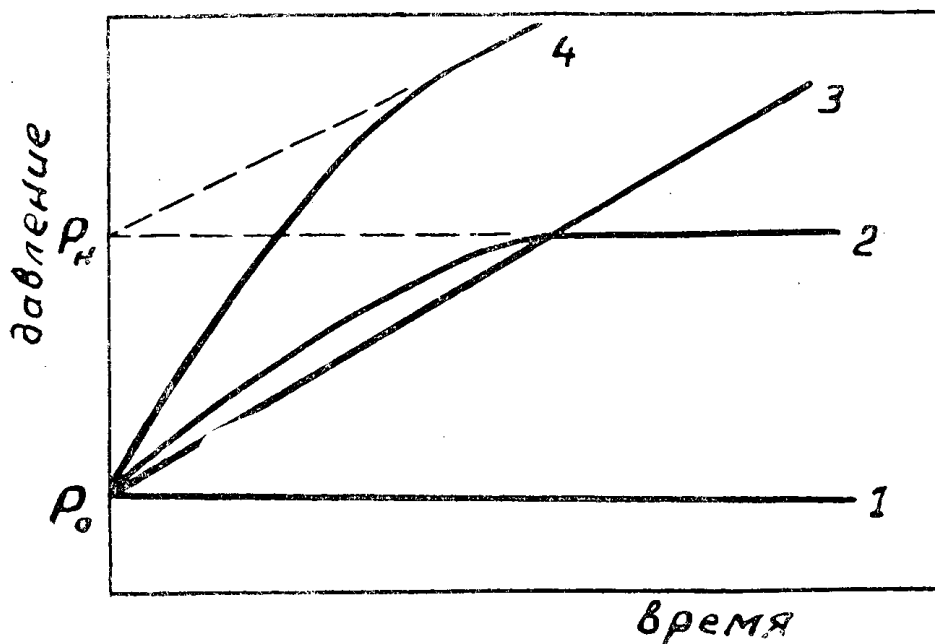


Рис. 1.

Количественно оценить возможность насыщения металла кислородом и азотом за счет натекания можно следующим образом. Условия работы исследуемой вакуумной индукционной печи такие: 1) объем откачиваемого пространства — 500 литров; 2) остаточное давление в печи — $5 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст., 3) время плавки — 1 час; 4) вес плавки — 10 кг; 5) измеренная скорость натекания — 500 мл/сек. Предположим, что весь кислород и азот из газовой фазы перейдет в металл. При скорости натекания 500 мл/сек за время плавки 1 час натечет 1800 литров воздуха. В этом количестве воздуха при давлении $5 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст. содержится 0,0335 г кислорода и 0,114 г азота, что составляет на плавку весом 10 кг 0,004% кислорода и 0,012% азота.

Измерение скорости натекания в зависимости от температуры и состояния печи

Состояние печи	Температура, °С	Скорость натекания
Без тигля	20	20
С тиглем из MgO	20	20
С тиглем из MgO	1500	500

Величина скорости натекания, измеренная на «холодной» печи, не является окончательной. При работе печи тигель разогревается и начинается довольно интенсивное выделение газов за счет их десорбции. Измерение скорости натекания на работающей печи показало, что основным источником натекания являются газы и пары, адсорбированные огнеупорными материалами.

Из приведенной таблицы видно, что в условиях плавки при незначительном натекании извне натекание за счет десорбции из огнеупорной футеровки значительно превосходит натекание за счет неплотностей вакуумной системы. Опыт работы на указанной печи показал, что отно-

сительно удовлетворительная дегазация тигля наступает лишь после значительного числа вакуумных плавов.

При откачке печи в течение трех дней натекание изменялось следующим образом: если в первый день натекание на холодной печи было в пределах 20—30 *мл/сек*, то при откачке печи на следующий день (печь на ночь не открывалась) натекание составляло 10—15 *мл/сек*, а на третий день снизилось до 4 *мл/сек* через два часа откачки. Так как на практике нет возможности откачивать печь перед каждой плавкой в течение нескольких суток, можно считать, что вакуумная плавка в индукционных печах с огнеупорной футеровкой является плавкой в атмосфере некоторого количества десорбированных газов и паров. Это положение подтверждается рядом работ, которые указывают на большое газовыделение огнеупорного материала [2].

Выводы

1. Содержание кислорода в металле зависит от скорости натекания. Следовательно, от скорости натекания зависит и количество оксидных включений, а также и качество металла.

2. Основным источником поступления газов в металл в период расплавления его являются газы и пары, адсорбированные огнеупорной футеровкой тигля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. И. Королев. Основы вакуумной техники. Госэнергоиздат, 1950.
2. В. Е. Норкунс, С. Н. Jenkins, Н. Е. Stone. I. Iron and Steel Inst. 168(4), стр. 377—383, 1951.