

## 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 металлосведения 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.

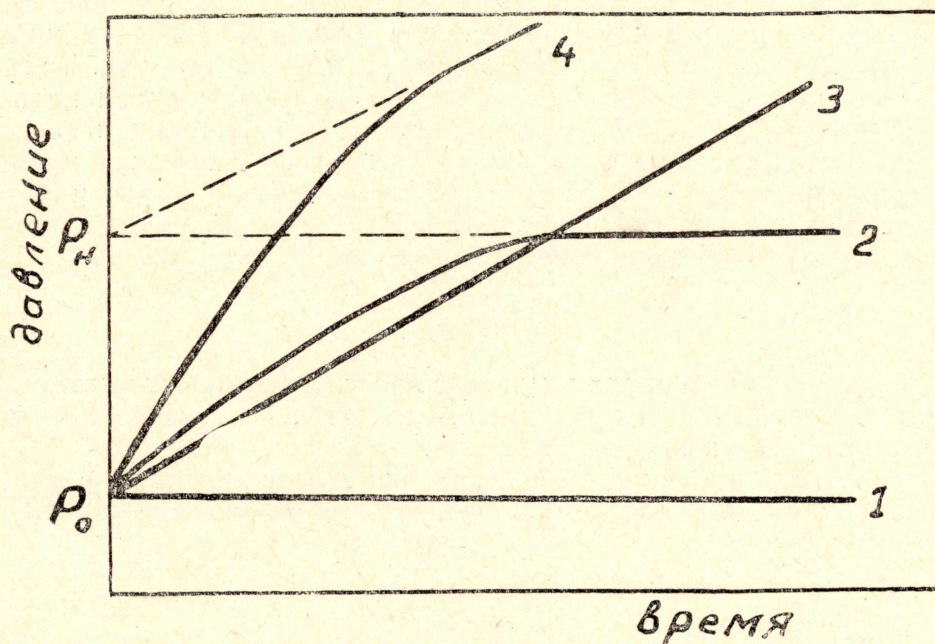


Рис. 1.

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.

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-

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

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. Инкинс, Н. Е. Стоун. I. Iron and Steel Inst. 168(4), стр. 377—383, 1951.