

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЕ И ПОТЕРИ МЕТАЛЛА НА УГАР ПРИ НАГРЕВЕ

А. И. Товстелева

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Верещагин

Нагрев металла перед прокаткой проводится с целью повышения его пластичности и уменьшения сопротивления деформации. Нагрев является одной из важных и основных операций в процессе прокатки. Он должен обеспечить равномерное распределение температуры по сечению прокатываемого металла, его минимальное окисление и обезуглероживание.

При окислении стали основную роль играет процесс диффузии атомов железа наружу, а не процесс диффузии атомов кислорода внутрь металла. Уже при комнатной температуре поверхность железа быстро покрывается пленкой окиси, имеющей толщину одной или нескольких элементарных ячеек кристаллической решетки этой фазы. Следующая стадия окисления, происходящая при температуре 150–700 °С, заключается в образовании пленки окалина, состоящей из наружного слоя Fe_2O_3 (гематит), среднего слоя Fe_3O_4 (магнетит) и внутреннего слоя FeO (вюстит). При этом внутренний слой из FeO образуется при температурах выше 570 °С. Слоистое строение окалина, заметное на глаз, обнаруживается уже при толщине 0,1 мм (рис. 1).

Сцепление окалина с окисляемой металлической поверхностью при прокатке играет важную роль. С одной стороны, прочное сцепление окалина уменьшает окисление стали во время нагрева заготовок в печах и при их последующей обработке, с другой стороны, затрудняет удаление окалина в процессе деформации, что приводит к ухудшению качества поверхности изделия, вызывает повышенный износ прокатного инструмента.

Было проведено исследование о влиянии химического состава стали на характер образующейся окалина и силу «прилипания» ее к металлу. Поэтому для исследования были выбраны две марки стали 32Г2 (содержание Mn около 1,40 %) и стали марки 20 (содержание Mn около 0,60 %).

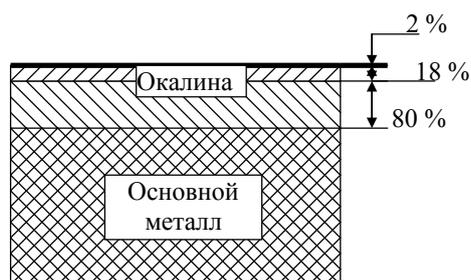


Рис. 1. Слоистое строение окалины (схематично)

Произвели опытный нагрев заготовок (температура и время нагрева – постоянные). В кольцевой нагревательной печи были нагреты непрерывно-литые заготовки диаметром 200 мм. После нагрева заготовки были выданы на возврат. При визуальном осмотре поверхности значительной разницы по распределению окалины выявлено не было. От заготовок были отобраны образцы для металлографического исследования окалины (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид отрезанных образцов непрерывнолитых заготовок диаметром 200 мм:
а – сталь марки 32Г2; б – сталь марки 20

При исследовании поперечных микрошлифов с содержанием марганца около 1,40 % (32Г2) и с содержанием марганца около 0,60 % (20) в микроструктуре окалины различий не выявлено (рис. 3).

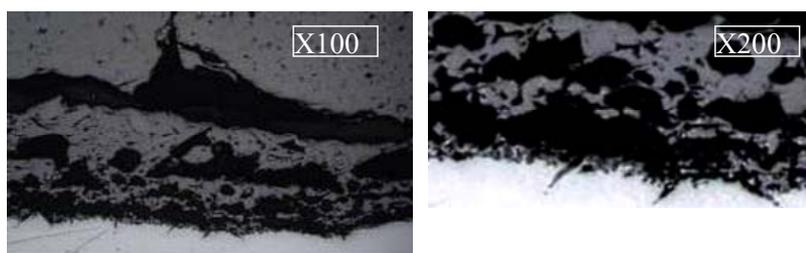
Исследуя слои окалины при увеличении $\times 200$, отмечено, что окисление происходило по границам зерен, отсутствует линия раздела «окалина–металл» (рис. 3).

Известно, что прочность сцепления окалины с металлом зависит от скорости диффузии кислорода от поверхности к внутренним слоям металла и встречной диффузии металла через слой окалины на ее наружную поверхность, концентрации кислорода на поверхности, от состава окалины, вида топлива и других причин.

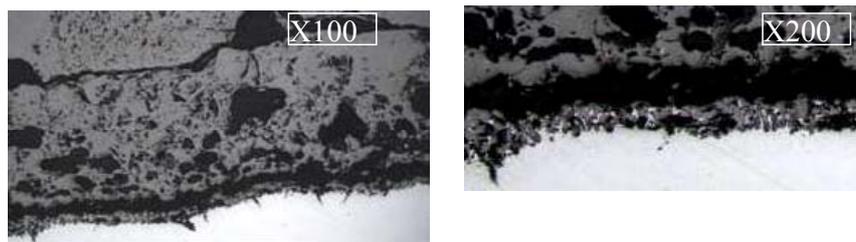
При большой концентрации кислорода на поверхности соприкосновения металла с окалиной происходит равномерное образование окалины, которая в меньшей степени сцепляется с металлом.

Малая концентрация кислорода на поверхности замедляет процессы окисления, они начинают протекать по границам зерен и образующаяся окалина плотнее прилипает к металлу.

Было проведено исследование о влиянии коэффициента расхода воздуха в кольцевой нагревательной печи на образование плотного налипания окалины. Осуществлен нагрев непрерывно-литых заготовок диаметром 200 мм при увеличенном коэффициенте избытка воздуха λ (фактическое количество воздуха/заданное количество воздуха) в кольцевой печи.



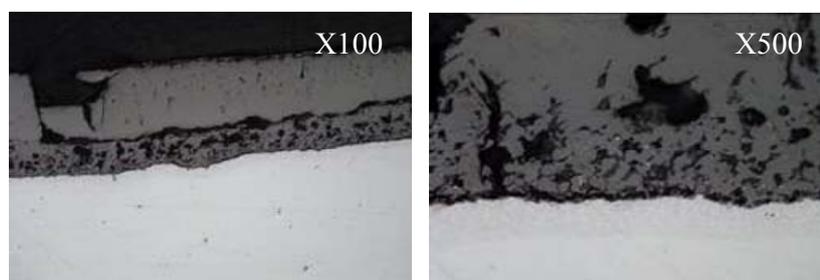
а)



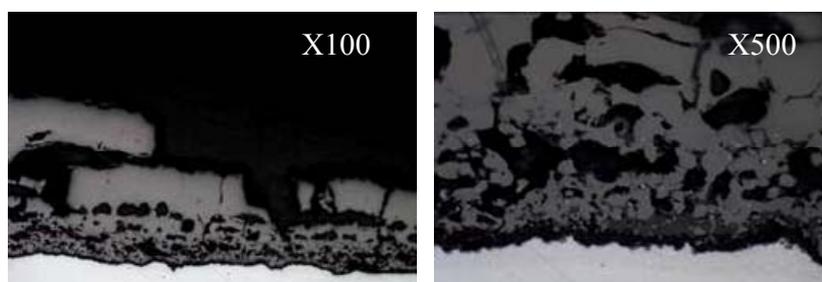
б)

Рис. 3. Окалина в поперечном сечении микрошлифов непрерывно-литой заготовки диаметром 200 мм:
а – стали марки 20; б – стали марки 32Г2

Плотных налипаний окалины на металл обнаружено не было. С заготовок были отобраны пробы для металлографического исследования. Результаты исследования приведены на рис. 4.



а)



б)

Рис. 4. Окалина в поперечном сечении микрошлифов непрерывно-литой заготовки диаметром 200 мм:
а – стали марки 20; б – стали марки 32Г2

Металлографический контроль показал, что между металлом и окалиной имеется резкая граница, по которой окалина легко удаляется, образуя сравнительно гладкую поверхность отрыва. Глубина залегания окалины составляет 0,40–0,45 мм.

Л и т е р а т у р а

1. Рентгенофлуоресцентный анализ / В. П. Афонин [и др.]. – Новосибирск : Наука, 1991.
2. Бардыбахин, А. И. О задаче нагрева металла с минимальным окислением / А. И. Бардыбахин // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 1997. – № 11. – С. 55–59.
3. Северденко, В. П. Окалина при горячей обработке металлов давлением / В. П. Северденко, Е. М. Макушок, А. Н. Раввин. – М. : Металлургия, 1977. – 208 с.