

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЯ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПЕРЕДЕЛЕ

А. И. Товстелева

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

Научный руководитель М. Н. Верещагин

Обычные продукты сгорания окисляют сталь при ее нагреве в печах. Есть расчетные методы оценки количественного значения угара. Способ определения количества образующейся окалины непосредственно взвешиванием металла до и после нагрева его наиболее надежен, но его не всегда применяют из-за того, что в ряде случаев трудно бывает обеспечить необходимую точность при взвешивании.

Легче определить величину угара, пользуясь специально изготовленными металлургическими образцами-спутниками малого размера, уложенными на продвигающийся в печи металл. В этом случае образцы до и после нагрева взвешивают на лабораторных весах.

Потерянную массу образца-спутника от окисления относят к единице его поверхности, омываемой продуктами сгорания (например,  $\text{г/см}^2$ ), и считают, что такой же угар происходил на поверхности заготовок, омываемой продуктами сгорания.

Этому способу присущи следующие недостатки:

1. При определении поверхности заготовок, омываемой продуктами сгорания, обычно исключают их боковые грани, которыми они соприкасаются в методической печи (считая эти грани плотно закрытыми). На самом деле из-за кривизны заготовок часть поверхности этих граней также открыта для окисления и, таким образом, нет ясности в определении общей поверхности заготовок, подвергшейся окислению. Естественно, что величина связанной с этим ошибки зависит от размера заготовок (на широких заготовках она меньше).

2. Так как образцы малого размера (к тому же более открытые для омывания продуктами сгорания) при продвижении вместе с заготовками быстрее прогреваются и достигают высоких температур, то они должны больше окисляться, окалина на них может даже оплавиться и дополнительно появиться, следовательно, может быть искажено представление о величине угара заготовок.

В некоторых случаях оценивают количество угара по толщине и массе окалины, снятой со всех граней заготовок. Такой метод оценки угара сравнительно прост, однако большое разнообразие в толщине окалины, снимаемой даже с одной и той же поверхности заготовки (омываемой или неомываемой продуктами сгорания), снижает точность определения по этому методу. Естественно также, что некоторая часть окалины заготовок оплавляется и натирается на монолитную подину, что также уменьшает в какой-то мере толщину окалины и точность определения угара.

При нагреве трубных заготовок в кольцевой нагревательной печи, а также при дальнейшей прокатке происходит активное химическое взаимодействие металла с окружающими газами, в результате чего его поверхностные слои окисляются и обезуглероживаются. При нагреве стали окисленный слой представляет собой окалину, которая образуется в результате диффузионного процесса окисления железа и примесей, входящих в состав стали. Образование окалины при нагреве приводит к потере годного металла.

Экспериментальным путем было определено количество окалины, образующейся при производстве горячедеформированных бесшовных труб.

### Описание эксперимента

В кольцевую нагревательную печь были посажены четыре заготовки (№ 1–№ 4). Для проведения замеров отбирались образцы окалины с наружной поверхности:

- 1) заготовки, после ее нагрева в кольцевой нагревательной печи;
- 2) гильзы, после прошивки заготовки в прошивном стане;
- 3) черновой трубы, после непрерывного стана;
- 4) готовой трубы, после РРС, на холодильнике.

Заготовка № 1, после ее нагрева в кольцевой нагревательной печи, была отбракована перед прошивным станом. С поверхности этой заготовки был отобран образец окалины, определена его масса и площадь.

Гильза, полученная из заготовки № 2 после прошивки на стане СТР, была отбракована перед станом PQF. На наружной поверхности гильзы был размечен участок, размером  $100 \times 100 \text{ мм}^2$  (площадью  $10000 \text{ мм}^2$ ), с этого участка отобрана окалина, определена ее масса.

После прошивки на внутренней поверхности гильзы образуется тонкий слой окалины. Перед станом PQF внутрь гильзы вдувается деоксидант, который вступает в эвтектическую реакцию с образовавшейся на ее внутренней поверхности окалиной и преобразует ее в химическое соединение, препятствующее дальнейшему окислению внутренней поверхности.

Поэтому при определении фактического значения количества окалины, образующейся при производстве горячедеформированных бесшовных труб, суммируется общее количество окалины на наружной поверхности заготовки, гильзы, черновой и готовой трубы, а также количество окалины на внутренней поверхности гильзы.

Черновая труба, полученная из заготовки № 3, была отбракована перед станом РРС. На ее поверхности окалина практически отсутствовала. Это связано с тем, что перед станом PQF находится гидросбив окалины с поверхности гильзы.

Готовая труба, полученная из заготовки № 4, была выдана на холодильник. На поверхности готовой трубы окалина практически отсутствовала. Это объясняется тем, что во время перемещения готовой трубы по холодильнику, окалина осыпается с ее наружной поверхности.

Образцы окалины для исследований были отобраны с поверхности трубной заготовки и гильзы после полного их остывания. Во время остывания металла его поверхность продолжает окисляться, масса окалины увеличивается, что приводит к завышению реальных значений угара металла при производстве труб. Анализируя результаты первого эксперимента по определению окалинообразования, было выявлено следующее:

1) на поверхности трубной заготовки во время нагрева ее в кольцевой нагревательной печи образуется наибольшее количество окалины, что обусловлено длительным нахождением металла при высоких температурах;

2) при прошивке заготовки в гильзу, раскатке гильзы в стане PQF и получении готовой трубы в стане РРС образуется небольшое количество окалины ввиду малой продолжительности указанных технологических операций производства труб.

Так как основная масса окалины образуется на заготовке, после ее нагрева в кольцевой нагревательной печи дальнейшая работа по определению окалинообразования при производстве труб была продолжена путем сбора образцов окалины с поверхности заготовок перед станом СТР. Согласно результатам проведенных исследований, удельное содержание окалины на поверхности гильзы, черновой и готовой трубы было принято соответственно:

– 0,2 %, 0,1 %, 0,1 % (для проката труб из заготовки Ø140 мм);

– 0,3 %, 0,2 %, 0,2 % (для проката труб из заготовки Ø200 мм).

На основании полученных замеров было вычислено удельное содержание окалины и построен график зависимости удельного содержания окалины от продолжительности нагрева заготовок (представлен на рис. 1).

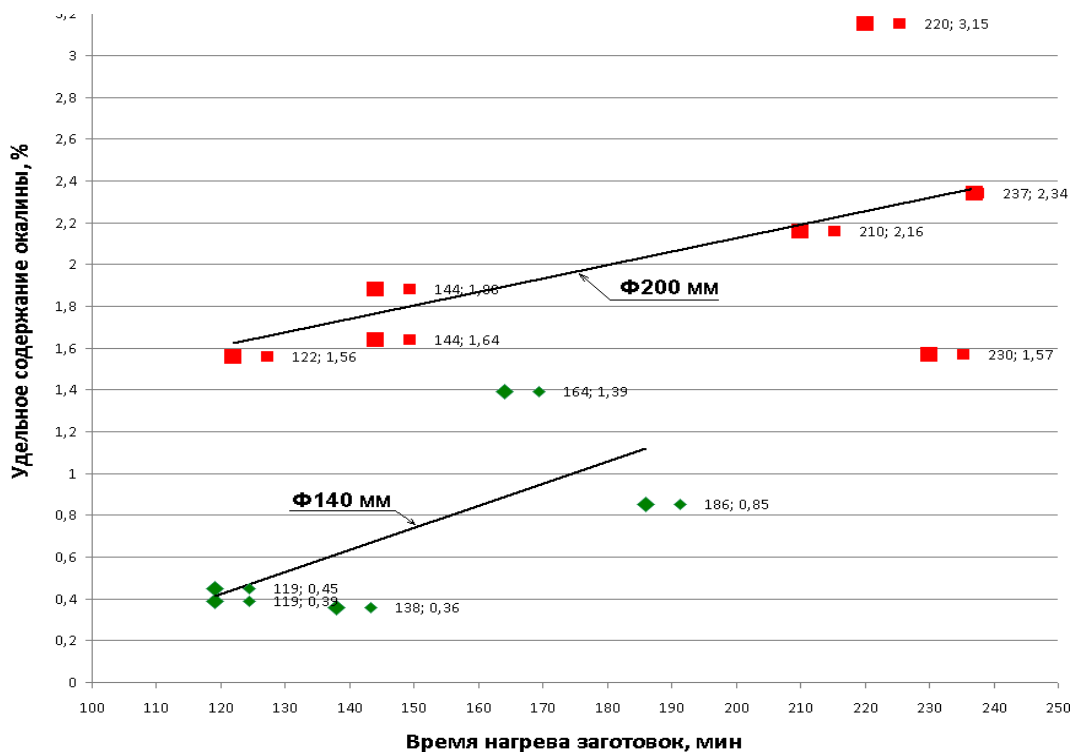


Рис. 1. График зависимости удельного содержания окалины от продолжительности нагрева заготовок

### Литература

1. Губинский, В. Н. Уменьшение окалинообразования при производстве проката / В. Н. Губинский, А. Н. Минаев, Ю. В. Гончаров. – Киев : Техника, 1981. – 130 с.
2. Данченко, В. Н. Проблемы повышения качества труб / В. Н. Данченко // Черная металлургия : бюл. – 2003. – № 6. – С. 1–11.
3. Северденко, В. П. Окалина при горячей обработке металлов давлением / В. П. Северденко, Е. М. Макушок, А. И. Раввин. – М. : Металлургия, 1977. – 208 с.