разования: материалы 68-й межрегион. науч.-техн. конф. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. Т. 1. С. 43-45.

УДК 621.771
Р.В. Файзулина
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
О.Н. Молева, А.Ф. Вакильев, Ю.А. Кашникова
ОАО «ММК»
Л.П. Судакова
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЗАЩИТНОЙ АТМОСФЕРЫ ПРИ КОЛПАКОВОМ ОТЖИГЕ ЖЕСТИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДЕФЕКТА «КРОМОЧНАЯ САЖА»

Изучение фазового состава поверхностного дефекта «сажистая кромка» на черной жести колпакового отжига с использованием рентгеновской установки УРС-0,02 показало, что основными соединениями на участках углеродсодержащих загрязнений являются: $Fe(OH)_2$, $Fe3O_4$, $Fe_2O_3xH_2O$-ß-гидрогематит.

Исследование технологических параметров, таких как влияние прокатного масла, остаточная загрязненность после обезжиривания, не показали ожидаемых результатов. Опыт применения прокатных масел различных производителей «Gerolub», «Tinnol», «Lubro» на пятиклетевом стане «1200» показал, что выбор масла не повлиял на возникновение дефекта поверхности жести «сажистая кромка». Величина остаточной загрязненности на поверхности жести в настоящее время в среднем составляет 12,8 мг/м^2.

На рис. 1, 2 представлен уровень остаточной загрязненности и частота распределения дефекта в различные периоды производства жести толщинами 0,22 и 0,20 мм.

При следующей технологической операции (рекристаллизационный отжиг) возможно образование гидроокислов железа при условии нахождения металла в метастабильной атмосфере защитного газа [1].

Анализ загрузки колпаковых печей показал, что количество рулонов с «сажистой кромкой» связано с массой садки.

На рис. 3, 4 представлено влияние неравномерной загрузки колпаковых печей на появление дефекта «сажистая кромка».

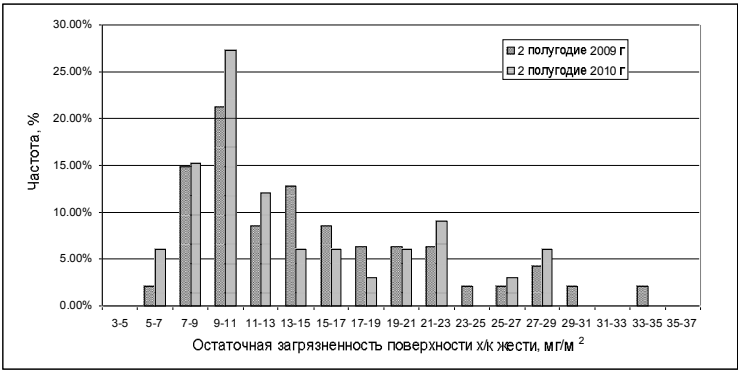


Рис. 1. Уровень остаточной загрязненности поверхности жести толщиной 0,22 мм

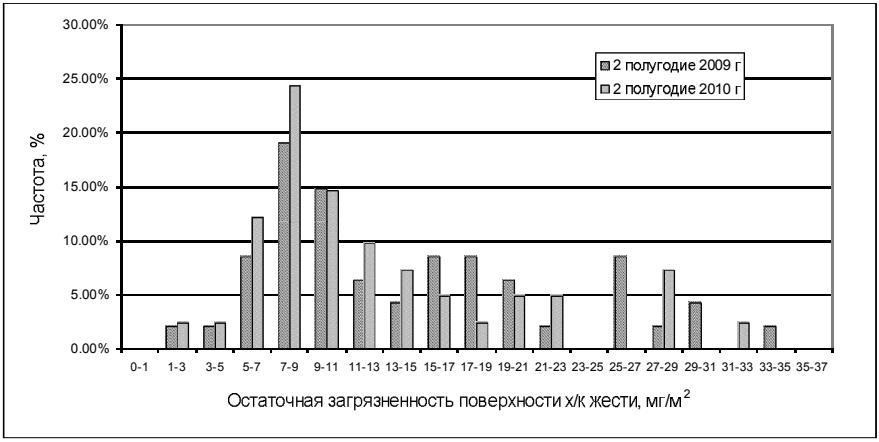


Рис. 2. Уровень остаточной загрязненности поверхности жести толщиной 0,20 мм

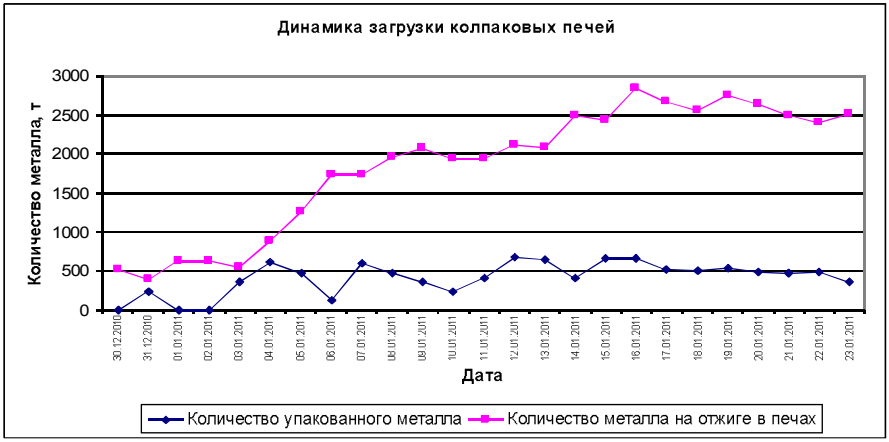


Рис. 3. Динамика загрузки колпаковых печей

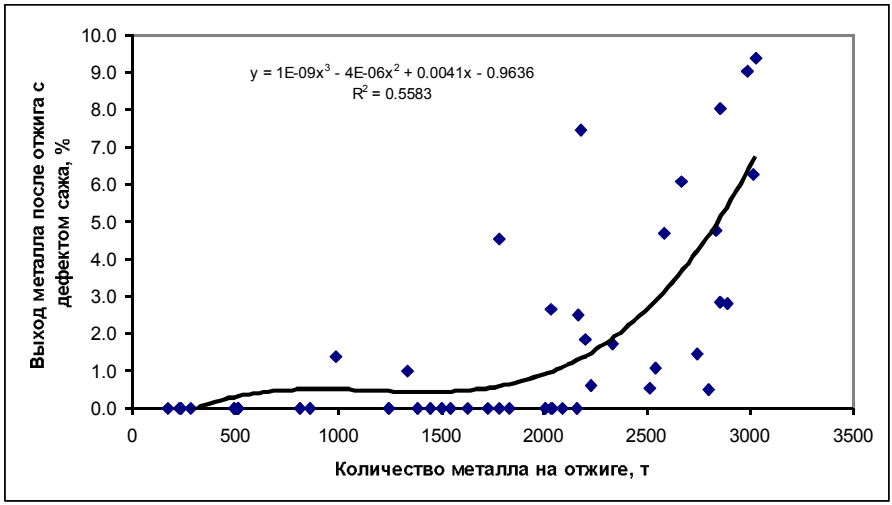


Рис. 4. Влияние загрузки колпаковых печей на количество черной жести с дефектом «сажистая кромка»

Из рис. 3, 4 следует, что количество жести с дефектом возрастает при увеличении загрузки колпаковых печей более 1700 т металла. При этом происходит изменение давления защитного газа в общем коллекторе подачи (по диаграммам самопишущего дифманометра). Иными словами,

при полной загрузке печей происходит неравномерное распределение газового потока в определенные промежутки времени. Схема подачи защитного газа обусловлена его количеством, требуемого для отжига металла. Тем не менее, инерция процесса предполагает изменение давления в процессе отжига.

В ЛПЦ-3 защитный газ получают из природного путем его конверсии с использованием низкотемпературных катализаторов. Состав защитной атмосферы определяется состоянием катализатора: качеством и температурными режимами конверсии. По мере эксплуатации активность катализатора снижается. Катализаторы разной степени активности имеют в своем составе фазы железа со структурами гетита и/или гидрогематита [2]. Исследования показали, что фазовый состав поверхности образцов жести с дефектом совпадает с составляющими катализатора.

Процесс паровоздушной конверсии окиси углерода, заключающийся в попеременном восстановлении и окислении мономолекулярного слоя катализатора, обеспечивает снижение содержания CO в газовой смеси и протекает только при достаточном соотношении компонентов водяной пар - окись углерода. Если в защитном газе при температуре отжига недостаточно водяного пара для обеспечения равновесия компонентов, то он образуется как продукт горения по реакции:

$$CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O. \qquad (1)$$

Сталь в данном случае действует как катализатор, ее поверхность становится шероховатой под воздействием водяного пара [3]. Увеличение количества окиси углерода по реакции (1) в газовой атмосфере приводит к образованию дефекта «сажа» вокруг шероховатого участка металла:

$$2CO = CO_2 + C. \qquad (2)$$

Ввиду того, что атмосфера под муфелем имеет низкую влажность в сравнении с влажностью стандартной реакции конверсии и, соответственно, низкое соотношение компонентов водяной пар - окись углерода, можно предположить, что при определенных температурных градиентах на поверхности жести создаются благоприятные условия для осаждения сажи.

Таким образом, состав защитной атмосферы: CO не более 0,1 % и CO_2 не более 0,2 %, не гарантирует получение поверхности отожженной жести без сажистых загрязнений. На рис. 5 приведены результаты измерений количества окиси углерода в общем коллекторе подачи защитного газа с интервалом 3 часа в 2011 году.

.

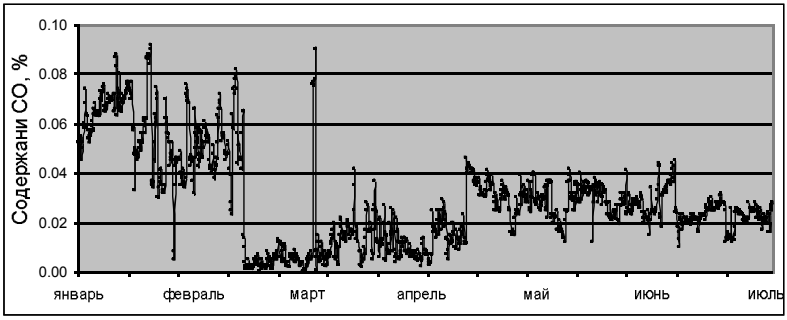


Рис. 5. Содержание CO в защитном газе в 2011 году

Анализ измерений количества окиси углерода в общем коллекторе подачи защитного газа показал, что его содержание находится в интервале от 0,001 до 0,092 %. При увеличении количества окиси углерода в защитной атмосфере до 0,079 % (пик на графике) увеличилось количество жести с «сажистой кромкой» после отжига до 11,36 %. Многолетними исследованиями авторы [4] доказали, что дефект появляется при отжиге в интервале температур 370…510° С на некотором расстоянии от кромки полосы. Змеевидный внешний вид дефекта авторами [4] объясняется следующим образом: прокатанная полоса имеет утонение по кромкам и при этом может иметь волнистую кромку. Независимо от плотности смотки зазор между витками имеется всегда. На рис. 6 показано, как при подаче защитного газа во время отжига кромки полосы омываются циркулирующим защитным газом, при этом образующиеся окислы железа легко удаляются дальнейшим нагревом металла - восстанавливаются. В зонах, расположенных глубже кромки, происходит застой защитного газа, и идут необратимые процессы. Электронный и рентгеноструктурный анализы показали, что сама кромка состоит из легковосстановимых окислов железа типа FeO и Fe_2O_3, а участки металла, расположенные в зоне застоя, имеют на поверхности углерод (C), Fe_3O_4, γ-Fe_2O_3, карбиды железа Fe_2C, Fe_3C, FeC, и различные оксигидраты: α-FeO·OH и γ-Fe_2O·OH.

Авторы [4] доказали, что появлению дефекта способствует наличие окиси углерода в защитном газе, который в интервале температур 370…510° С разлагается по реакции $CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$. Углерод, диффундируя в металл, образует с железом ряд карбидов.

В связи с приведенными результатами актуальным становится высокотемпературный отжиг жести 650…680° С с промежуточной выдержкой при температуре 550° С. Высокотемпературный отжиг предполагает использование обезжиривающих средств, содержащих в своем составе

присадки, препятствующие межвитковому свариванию в колпаковых печах.

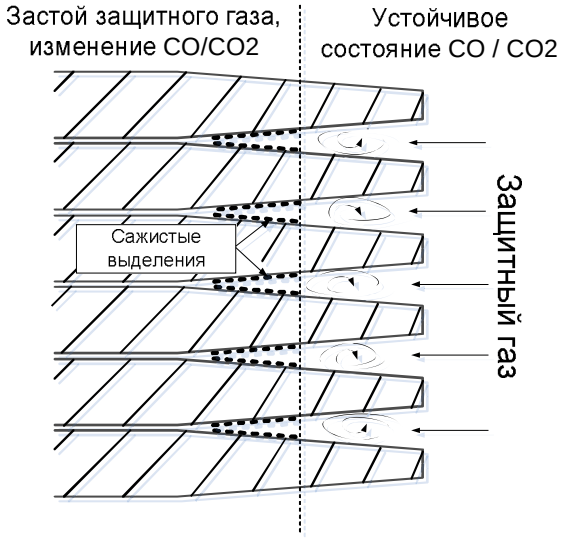


Рис. 6. Взаимодействие защитного газа с поверхностью металла в газовых зазорах

При таком отжиге происходит возгонка загрязнений с полосы, пленка присадки, нанесенная на поверхность полосы в процессе обезжиривания, защищает не только от межвиткового сваривания, но и от окисления поверхности кислородом воздуха при температурах менее 300° С, от обезуглероживания поверхности, а также от графитизации.

Выводы

1. Присутствующие в защитной атмосфере реакционно-способные компоненты в количестве CO не более 0,1 % и CO_2 не более 0,2 % вступают в реакцию как между собой, так и с поверхностью отжигаемого металла, что не позволяет обеспечить качество поверхности отожженной черной жести;

2. При снижении количества окиси углерода в общем коллекторе подачи защитного газа до величины не более 0,03 % уменьшилась отсортировка черной жести по дефекту «кромочная сажа» с 3,1 % в 2010 году до 0,65 % - в 2012 году.

Библиографический список

1. Днепренко К.В., Порядченко Н.Е., Баскаков Е.С. Исследование причин загрязнения металла при отжиге в защитных атмосферах // Сталь. 1974. № 11. С. 1031-1034.

2. Юрьева Т.М. и др. Катализатор паровой конверсии моноксида углерода, способ его приготовления и способ его использования. Патент № 2314870.

3. Отжиг полосы из низкоуглеродистых сталей в защитной атмосфере. Экспресс-информация. Прокатка и прокатное оборудование. 1959. Вып. 6. С. 30.

4. Лилье К.Р., Левинзон Д.В. и др. Изучение факторов, влияющих на дефекты поверхности листовой стали // Iron and Steel Engineer. May, 1957. № 5.

УДК 658.562

И.Г. Шубин, Е.А. Бурмистрова
ФГБОУ ВПО «МГТУ»

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННО СОЗДАННЫХ ДЕФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ В УСЛОВИЯХ ШСГП 2000 «ОАО ММК».

В настоящее время в металлургической отрасли актуальным является вопрос о производстве высококачественной листовой стали для труб большого диаметра, используемых при строительстве нефте- и газопроводов.

Конкурентоспособность металлургических предприятий напрямую зависит от качества листового проката и технологических возможностей производства данного вида продукции.

При строительстве газо- нефтепроводов одним из главных критериев отбраковки труб является отсутствие поверхностных дефектов, т.к. трубы эксплуатируются при больших давлениях и их разрушение может привести к большим экономическим и социальным потерям.

Для производства труб одной из используемых марок стали является 17Г1С-У. На ШСГП 2000 «ОАО ММК» при производстве горячекатаного листового проката из данной марки стали одним из распространенных дефектов поверхности является трещина. С целью выявления причин возникновения данного дефекта был произведен промышленный эксперимент, целью которого было проследить динамику формоизменения искусственной трещины в процессе прокатки.