

УДК 669.18:620.192:621.746.5

В.А.Овсов (5 курс, каф. СиС), П.В.Ковалев, асп.

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАВКИ И РАЗЛИВКИ АВТОЛИСТОВОЙ СТАЛИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ДЕФЕКТА “ЧЕРНЫЕ ШТРИХИ”

В связи с возрастающими требованиями, предъявляемыми к автомобильному листу, проблема дефектов холоднокатаного листа занимает одно из ключевых мест в политике качества на ОАО “Северсталь”. Знание природы дефектов может послужить основой для совершенствования технологии получения автомобильного листа на всех этапах его производства, а также разработки системы управления качеством металлопродукции.

Поверхностные дефекты, условно называемые “черные штрихи”, исследовали на образцах холоднокатаного листа сталей марки 08Ю и 01ЮТ. Наименование дефекта “черные штрихи” весьма условно, так как в заводской практике один и тот же дефект может называться в зависимости от его размеров и как “черные мазки”, и как “черные пятна”. Внешний вид дефекта представляет собой черную полосу или пятнышко, длиной не более 10 мм. Как следует из результатов металлографических и микрорентгеноспектральных исследований, этому дефекту присуще большое морфологическое разнообразие. Дефект может иметь сложное строение, часто многослойное, состоящее из оксидов железа и остатков эмульсии на поверхности, а также неметаллических включений и мелких металлических фрагментов в виде стружки между отдельными слоями.

Для детального исследования поверхностного слоя в области дефекта, использовали специальную методику приготовления шлифа с его двухстадийной заливкой и шлифовкой без использования абразивных материалов. Такой способ препарирования позволил исследовать приповерхностный слой, не нарушая его целостности и выявить все составляющие данного дефекта. При исследовании образцов в поляризованном свете в углублениях и на поверхности листа обнаружены включения карбида кремния в оболочке  $\text{SiO}_2$ . В несплошностях рельефа видны темные участки, обогащенные углеродом, которые представляют собой остатки невыгоревшей эмульсии, используемой в процессе холодной прокатки.

Для поиска причин образования этого дефекта были исследованы технологические параметры плавок, пораженных дефектом “черные штрихи” (табл. 1).

Из анализа этих данных следует, что в пяти из семи исследованных плавок, пораженных этим дефектом, использовался погружной стакан из кварца; также, в пяти случаях отмечено введение в сталь-ковш карбида кремния в количестве от 77 до 202 кг. Таким образом, во всех исследованных образцах жидкая сталь сосуществовала с кремнеземом или карбидом кремния, что может быть одним из источников присутствия  $\text{SiC}$  в дефекте “черные штрихи”. Присутствие карбида кремния в дефекте “черные штрихи” может быть связано с реакцией взаимодействия углерода, входящего в состав шлакообразующих смесей, с кварцем погружного стакана или защитной трубой, защищающей металл от вторичного окисления при разливке.

Таблица 1. Технологические параметры плавов, пораженных дефектом “черные штрихи”.

| № плавки | Марка стали | Тип погружного стакана | SiC в сталь-ковш, кг |
|----------|-------------|------------------------|----------------------|
| 234226   | 08Ю         | кварц/кварц            | 200                  |
| 334095   | 08ПС        | кварц/кварц            | 77                   |
| 334471   | 08Ю         | кварц/кварц            | -                    |
| 134297   | DC03        | кварц/кварц            | -                    |
| 234165   | 08Ю         | кварц/кварц            | 202                  |
| 131661   | 08Ю         | кор.гр /кор.гр         | 200                  |
| 334238   | 08ПС        | кор.гр /кор.гр         | 200                  |

Термодинамическое моделирование процессов взаимодействия в этой системе, проведенное с использованием оригинального программного обеспечения и баз термодинамических данных SGTE, показало, что, начиная с 1510°C и выше, кварц взаимодействует с углеродом с образованием карбида кремния. Принимая во внимание температуру разливки, равную 1550-1580°C, можно заключить, что шлак может иметь температуру, при которой идет взаимодействие кремнезема с углеродом. Таким образом, в реальных условиях разливки взаимодействие углерода шлакообразующей смеси с кварцем погружного стакана является достаточно вероятным. Более того, далее карбид кремния, обладая высокой адгезией к жидкой стали может переходить из шлака на границу с металлом. Химически неустойчивый в стали, карбид кремния снова будет взаимодействовать с кислородом, растворенным в стали, с образованием оксида кремния.

Таблица 2. Технологические параметры плавов, пораженных дефектом “черные штрихи”.

| № плавки | Температура разливки, °C | Тип погружного стакана | Тип защитной трубы |
|----------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 142417   | 1571                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 143245   | 1565                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 142378   | 1569                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 242752   | 1569                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 242855   | 1571                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 242872   | 1572                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 342464   | 1572                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 343250   | 1568                     | кварц/кварц            | кварц              |
| 343472   | 1571                     | кварц/кварц            | кварц              |

Анализ температуры разливки неисследованных плавов, проведенных в условиях ОАО “Северсталь”, показал, что в ряде случаев она значительно превышает среднее значение – 1555°C. На основе ранее полученных данных по 28 плавкам и теоретическому обоснованию причин появления дефекта “черные штрихи”, можно предположить, что из рассмотренных 50 плавов в 9 возможен данный дефект, вызванный высокотемпературным контактом кварца погружного стакана или защитной трубы с углеродом ШОС (табл. 2).

Таким образом, определив природу и причины возникновения рассмотренного дефекта, можно предложить рекомендации по минимизации дефектообразования. Для предотвращения образования дефекта “черные штрихи” следует исключить высокотемпературный контакт кремнезема с углеродом и жидкой стали с кварцем на всех этапах сталеплавильного передела.