

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕПОЧЕК НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН

*Мусихин С.А., Беликов С.В.*

*Руководитель – профессор, д.т.н. Попов А.А.*

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург  
e-mail: musikhin-sergey@mail.ru

В литературе [1-3] отмечается, что поверхностные дефекты стальных изделий, имеющие сталеплавильное происхождение, сопровождаются областью металла с большим количеством мелких, глобулярных, оксидных включений. Это объясняется тем, что кислород воздуха, может свободно диффундировать через поверхность трещины вглубь металла, где взаимодействует с такими химическими элементами как Si, Al, Ti, Mn. При этом в доступной литературе нет упоминаний о том, что зона внутреннего окисления, состоящая из скопления мелких оксидов, может образовываться в стальных изделиях, не имеющих поверхностных трещин, а также иметь большую протяженность, чем сама трещина.

В настоящем исследовании было показано существование зон внутреннего окисления в области, расположенной вблизи поверхностных дефектов изделий, на широком круге сталей, содержащих различное количество углерода и разные системы легирования. Для этого была изучена микроструктура таких сталей как: сталь 20, 30ХР, 50ХГФА, ШХ15. Было показано, что зона внутреннего окисления может распространяться на расстояния, намного превышающие глубину поверхностной трещины. При этом цепочки неметаллических включений могут различным образом менять направление, ветвиться, а также располагаться в виде сетки или паутины.

Было установлено, что зона внутреннего окисления, преимущественно состоящая из комплексных оксидов, содержащих кремний, алюминий, марганец, хром, имеет в несколько раз большую протяженность, чем 200 мкм, которые упоминаются в литературных источниках. Также, было показано, что твердость зоны внутреннего окисления на 30 единиц Виккерса меньше, чем твердость основного металла. Было выявлено, что цепочки неметаллических включений преимущественно проходят по ферритным областям. При этом края зоны внутреннего окисления выделяются так называемой перлитной оторочкой, что является одним из признаков сталеплавильного происхождения дефекта.

Были изучены образцы, вырезанные из рессорных листов, изготовленных из стали марки 50ХГФА разных плавок, содержащие

дефекты типа «прокатная рванина». На образцах стали, было установлено существование цепочек оксидных включений, распространяющихся непосредственно от поверхности. Показано, что в образце, содержащем большое количество дефектов типа «прокатная рванина» имеется много зон внутреннего окисления не связанных с поверхностными дефектами, которые распространялись аналогично рванинам, т.е. от поверхности вглубь материала. В исследованных образцах, отобранных от рессорных листов, изготовленных из других плавок этой же марки стали, содержалось значительно меньше поверхностных трещин. При этом число зон внутреннего окисления также было намного меньше. Было сделано предположение о существовании корреляционной зависимости между количеством «рванин», образовавшихся на готовом прокате и числом зон внутреннего окисления. Для определения причин возникновения цепочек неметаллических включений был проведен анализ, показывающий содержание кислорода в стали. Установлено, что в стали рессорной полосы забракованной по дефекту «рванина», на 30% повышено содержание кислорода по сравнению с металлом годной рессорной полосы. Причиной этого может быть недораскисленность стали алюминием [4].

#### Список использованных источников

1. Малиночка Я.Н. Природа поверхностных трещин на слябах, блюмах и заготовках / Я.Н. Малиночка, Т.И.Макагонова //Сталь. №12. 1981. С. 62...66.
2. Рубенчик А.Е. К вопросу о природе трещин и рванин на металле первого передела / А.Е. Рубенчик, М.И. Сорокин // Сталь. №2. 1982. С. 72...75
3. Клыпин Б.А. Заключительная статья по дискуссии «Природа поверхностных дефектов» / Б.А. Клыпин, М.И. Виноград, Л.Г. Аполовникова // Сталь. №12. 1984. С. 43...47
4. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали / В.А. Кудрин. М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003. 528с.