



УДК 669.74

Поступила 17.01.2014

Н. А. ГЛАЗУНОВА, О. В. РОЖКОВА,
И. А. КОВАЛЕВА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ВИДАМ ДЕФЕКТА «ПРОДИР» НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ

Предложена классификация продигов по видам дефекта, которая позволяет своевременно определять и устранять причины образования продигов, в результате чего наблюдается снижение количества несоответствующей продукции по этому дефекту на внутренней поверхности труб.

Classification of guide scratches according to the types of defect which allows to define and eliminate in proper time the reasons of the guide scratches formation is offered, consequently the decrease in quantity of inappropriate production by this defect on internal surface of pipes is observed.

Требования к качеству труб зависят от их назначения и условий эксплуатации. Наиболее жесткие требования предъявляются к трубам, применяемым в нефтяной и газовой промышленности. На таких трубах допустимы мелкие трубопрокатные дефекты (морщины, рябизна, продиры, риски) глубиной не более 5% от номинальной толщины стенки.

В трубопрокатном цехе ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» при освоении производства труб нефтегазового сортамента при визуальном и ультразвуковом контроле наблюдалась массовая отбраковка труб по дефектам на внутренней поверхности, превышающих предельные (не более %) отклонения от номинальной толщины стенки трубы.

Для определения причины образования и классификации дефектов трубопрокатного происхождения на внутренней поверхности трубы в лаборатории металловедения исследовали пробы отбракованных труб. При визуальном осмотре внутренней поверхности разрезанных вдоль проб труб – «лодочек», протравленных в горячем 50%-ном

растворе соляной кислоты, выявлены дефекты, представляющие собой разной ширины и протяженности углубления произвольного расположения с неровным дном (рис. 1).

При микроструктурном анализе обнаружены полости дефектов, перпендикулярные поверхности труб, с тупым, скругленным или прямоугольным дном. У части дефектов стенки плотно сжаты, концы тонкие, зачастую раздвоенные [1]. Также наблюдали дефекты, полости которых заполнены раздробленной окалиной, мелкими металлическими частицами и включениями темного цвета (рис. 2), химический состав которых определяли на электронном микроскопе.

Металлические частицы по химическому составу соответствуют марки прокатываемого металла. Участки окалина – Fe_2O_3 . Темные участки – бура и графитовая смазка (рис. 3). В области дефектов присутствует текстура деформации. Изменений в микроструктуре нет, обезуглероженный слой отсутствует. Дефекты на представленных пробах труб классифицировали как «продиры» [1].

Для внутренней поверхности труб, полученных непрерывной горячей прокаткой на подвиж-

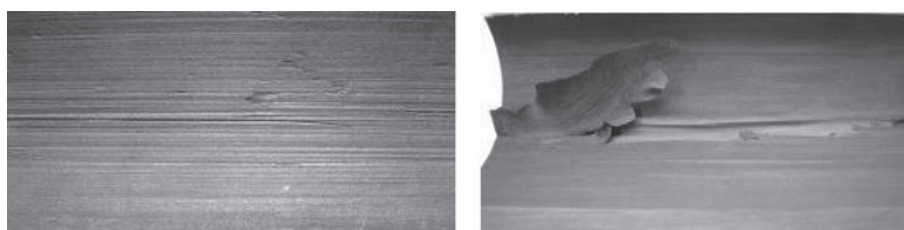


Рис. 1. Внешний вид дефектов на внутренней поверхности труб

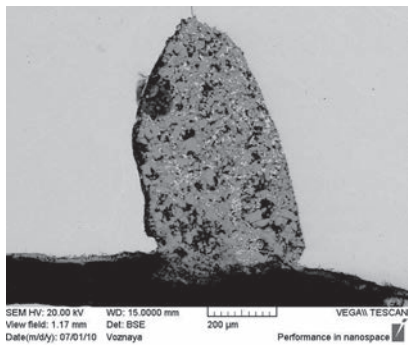


Рис. 2. Включения в полости дефекта

ной удерживаемой оправке, характерно наличие дефекта «продир», но глубина не должна выводить толщину стенки за пределы допустимых минусовых отклонений и приводить к отбраковке труб.

В результате исследования замечено, что дефект «продир» на разных пробах отличается как по внешнему виду, так и при исследовании микрошлифов по ширине, глубине, расположению, что свидетельствует о влиянии различных факторов, способствующих образованию дефекта. Рассмотрим эти факторы.

1. В процессе прошивки заготовок формируется внутренняя поверхность гильзы. При высокой температуре (1150–1250 °С) она интенсивно окисляется, особенно в первые 10–100 с. Использование некачественного антиокислительного порошка, неудовлетворительное (неравномерное, недостаточное или избыточное) нанесение его на внутрен-

нюю поверхность гильзы в связи с определенным технологическим временем перемещения гильзы (от прошивки заготовки до прокатки в раскатном стане) на ее внутренней поверхности успевает образоваться окалина в количестве до 120–160 г/м².

Попадание остатков не удаленной окалины в очаг деформации на контакт металла с раскатанной оправкой может послужить причиной образования дефекта «продир» на внутренней поверхности труб при раскатке [3].

2. Немаловажную роль на образование дефекта «продир» оказывает выбор оптимальных обжатий на участке прошивной стан – непрерывный стан, т. е. получение гильзы определенных размеров на прошивном стане и подбор оптимальных скоростных режимов работы непрерывного стана.

В соответствии с данными фирмы SMS Meer просвет гильзы (расстояние между внутренней поверхностью гильзы и раскатной оправкой) должен находиться в диапазоне от 13 до 17 мм в зависимости от калибра непрерывного стана. Это условие необходимо для обеспечения нормальных условий работы графитовой смазки.

При прошивке заготовки диаметром 160 мм получали внешний диаметр гильзы 208–209 мм, а не требуемый 215 мм. На внутренней поверхности гильзы наблюдали ярко выраженный винтовой след с перепадом в толщине стенки (рис. 4), из чего можно сделать вывод, что указанное выше условие для обеспечения нормальных условий работы гра-

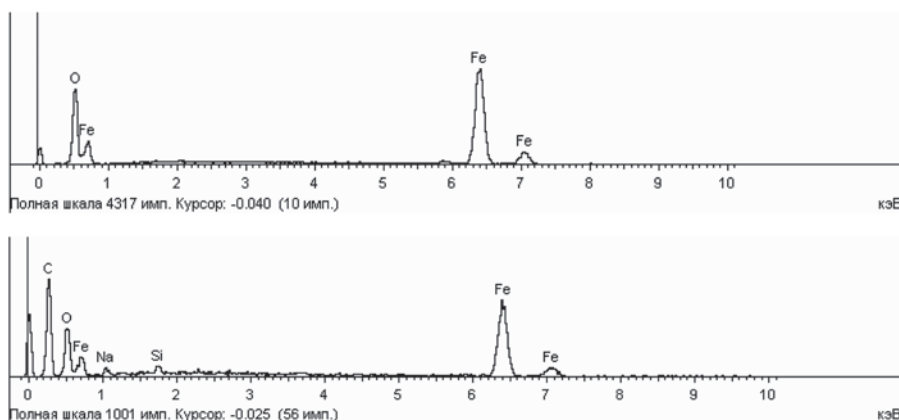


Рис. 3. Спектры химических элементов

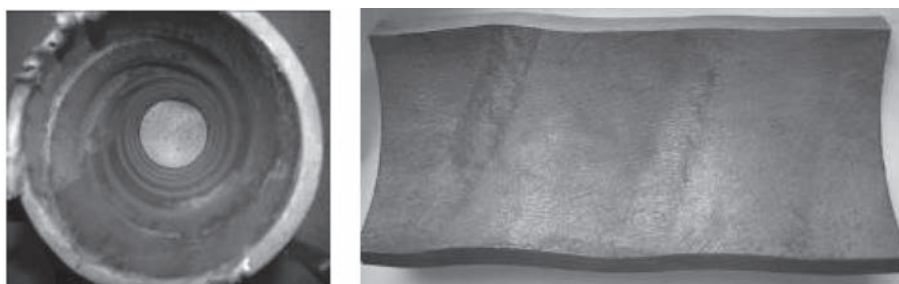


Рис. 4. Винтовой след на внутренней поверхности гильзы

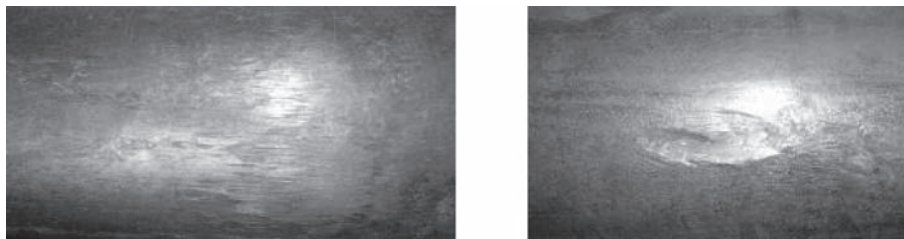


Рис. 5. Дефекты на рабочей поверхности раскатных оправок



Рис. 6. Дефект на заднем конце гильзы

фитовой смазки не выполнялось и просвет гильзы составлял намного меньшие значения. Это означает, что графитовая смазка на оправке при прокате находится в сильно нагруженном состоянии.

3. Несоосность гильзы и раскатной оправки приводит к неравномерности деформации по периметру, графитовая смазка работает в сильно нагруженном состоянии, что приводит к образованию дефектов «продир».

4. Значительными факторами, связанными с применением технологической смазки, влияющими на возникновение внутренних дефектов в горячедеформированных трубах, являются толщина исходного слоя смазки на оправке, температура прокатываемого металла и свойства применяемой смазки.

Увеличение скорости скольжения металла по оправке сопровождается ростом толщины слоя жидкой смазки, захватываемой в очаг деформации, и соответствующим уменьшением коэффициента трения. С ростом обжатия стенки трубы увеличивается доля участков внедрения микровыступов

поверхности оправки в деформируемый металл, «пропахивая» слой смазки, разделяющий поверхности трения, что и обуславливает увеличение коэффициента трения [3].

5. Износ, повреждение поверхности оправок, налипание на нее частиц металла и окалины при горячей прокатке связаны в основном с качеством материала оправки, уровнем разогрева поверхности оправок, цикличностью их теплового нагружения, антифрикционными и теплоизоляционными свойствами технологической смазки, а также ее недостатком на контакте с гильзой [3].

При внешнем осмотре труб видно, что дефекты, расположенные на внутренней поверхности, повторяют контуры дефектов на рабочей поверхности выработанных раскатных оправок (рис. 5).

6. Образование грубого дефекта «продир» на внутренней поверхности труб также можно связывать с образованием на заднем конце гильзы дефекта в виде тонкой металлической кромки (рис. 6).

При передаче гильзы от прошивного стана к раскатному достаточно тонкая металлическая кромка успевает охладиться и при вводе раскатной оправки происходит захват и вовлечение металла в просвет гильзы.

В результате проведенной в лаборатории металловедения работы было предложено дефект «продир» на внутренней поверхности труб классифицировать по видам, что дает возможность определить и устранить причины образования каждого из видов дефектов. Были выделены четыре основные группы дефектов.

К продирам первого вида относятся дефекты в виде углублений неправильной формы с неровным дном, вытянутые вдоль направления прокат-

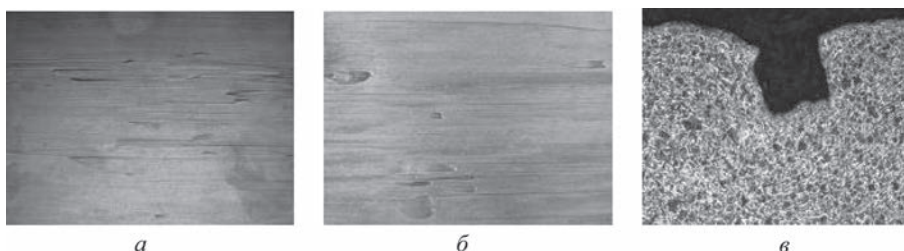


Рис. 7. Продир первого вида на внутренней поверхности проб труб: а, б – внешний вид; в – микроструктура в районе продира. $\times 50$; образец травлен в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты

ки, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга (рис. 7).

Возможными причинами повреждения внутренней поверхности труб и появления на ней продиры первого вида являются неполная защита от окисления внутренней поверхности гильзы; недостаточное или избыточное нанесение смазки; несоответствие свойств смазки требуемым параметрам (вязкость, концентрация); налипание на оправку частиц металла и окалины при горячей прокатке.

Продеры второго вида представляют собой прикатанные продольные углубления незначительной длины (рис. 8), причиной образования которых является неполная защита от окисления внутренней поверхности гильзы.

Продеры третьего вида – несплошности металла, расположенные на внутренней поверхности трубы, имеющие различную протяженность. По краям дефектов могут наблюдаться прикатанные выступы кромок металла (рис. 9).

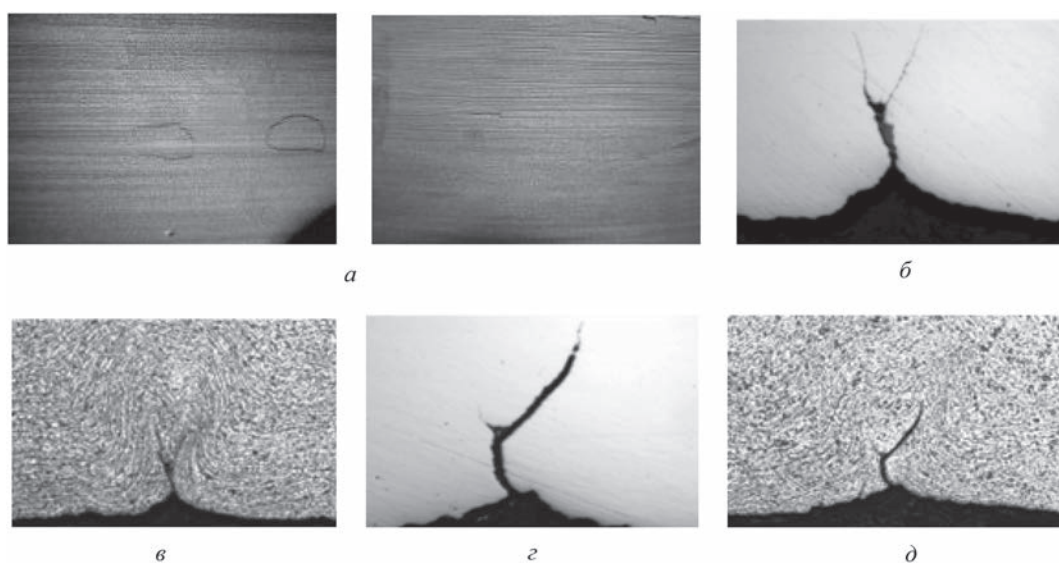


Рис. 8. Продеры второго вида на внутренней поверхности проб труб: *а* – внешний вид; *б, в* – поперечное сечение микрошлифа, не травлено. $\times 100$; *г, д* – микроструктура в районе продира (образец травлен в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты). $\times 50$

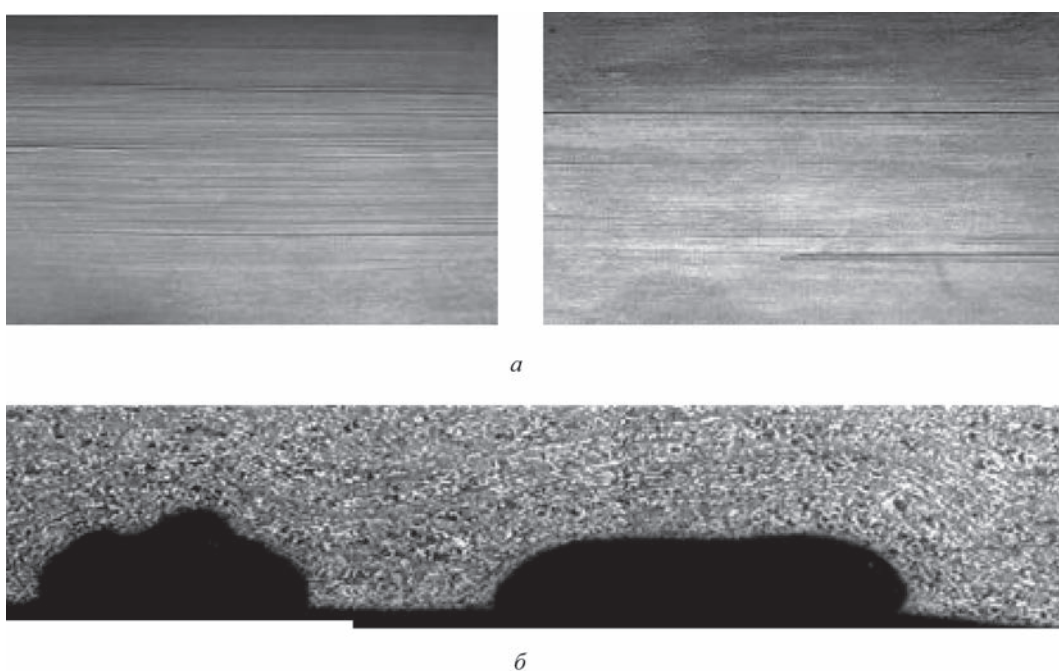


Рис. 9. Продеры третьего вида на внутренней поверхности проб труб: *а* – внешний вид; *б* – микроструктура в районе продира (образец травлен в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты). $\times 50$



Рис. 10. Продирь четвертого вида на внутренней поверхности проб труб: *а* – внешний вид; *б* – поперечное сечение

К причинам образования продиры третьего вида относятся износ поверхности раскатных оправок; несоосность гильзы и раскатной оправки; недостаточное или избыточное нанесение смазки; несоответствие свойств смазки требуемым параметрам (вязкость, концентрация).

Продирь четвертого вида представляют собой продольные углубления с тупым чашеобразным дном. Дефект периодически сопровождается пленой (рис. 10).

Причины образования продиры четвертого вида следующие: несоблюдение таблиц прокатки (несоответствие диаметра раскатной оправки внутреннему диаметру гильзы); вовлечение металла

в просвет гильзы с дефектного заднего конца при вводе раскатной оправки.

Часто встречаются трубы с дефектом «продир» двух видов одновременно. Это говорит о совокупности нескольких факторов, способствующих их образованию.

Предложенная методика классификации продиры по видам в настоящее время широко используется специалистами трубопрокатного цеха, ОТК и ЦЗЛ завода и позволяет своевременно определять и устранять причины образования продиры, в результате чего наблюдается снижение количества несоответствующей продукции по этому дефекту на внутренней поверхности труб.

Литература

1. Правосудович В. В., Сокуренок В. П. и др. Дефекты стальных слитков и проката. М.: «Интермет Инжиниринг», 2006.
2. ОСТ 14–82–82 «Отраслевая система управления качеством продукции черной металлургии. Ведомственный контроль качества продукции. Трубы стальные бесшовные катаные. Дефекты поверхности. Термины и определения».
3. Данченко В. Н. Непрерывная прокатка. М.: Металлургия, 2002.
4. Атлас дефектов стали / Под ред. М. Л. Бернштейна. М.: Металлургия, 1979.
5. ДСТУ 2680–94 «Трубы бесшовные катаные из сталей и сплавов. Термины и определения дефектов поверхности».