



The classifier of defects of seamless hot-rolled pipes, enclosing description of defects, character of formation, and also all the necessary measures on defect prevention of both tubes and tube billet, is developed and implemented.

Е. П. БАРАДЫНЦЕВА, Н. А. ГЛАЗУНОВА, О. В. РОЖКОВА, РУП «БМЗ»

УДК 669.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ДЕФЕКТОВ МАКРОСТРУКТУРЫ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕСШОВНЫХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ НА РУП «БМЗ»

В себестоимости бесшовной горячекатаной трубы стоимость металла составляет порядка 75–80%, поэтому выбор исходной заготовки – одна из значимых задач в трубном производстве.

В мировой практике в качестве исходной заготовки используют слитки для производства труб большого диаметра (>140 мм) на пилигримовых станах; полые гильзы, полученные методом центробежной отливки в основном для труб из высоколегированных сталей; непрерывнолитые; горячекатаные и кованные заготовки.

Наиболее эффективно и экономически выгодно использовать для производства труб непрерывнолитую заготовку. Выход годного при этом на 10–12% выше по сравнению с использованием слитка.

Качество исходной заготовки напрямую определяет качество конечного продукта – трубы. Дефекты исходной заготовки сохраняются на трубе и зачастую усугубляются [1]. Поэтому к макроструктуре, поверхностным дефектам, дефектам формы исходной заготовки предъявляются достаточно высокие требования. Несмотря на более высокий процент отбраковки по дефектам, способ производства труб из непрерывнолитых заготовок менее дорогостоящий, чем производство из горячекатаных заготовок.

Поступательно-вращательное движение заготовки при изготовлении труб вскрывает и развивает малейшие несплошности металла с образованием дефектов поверхности в виде плен или расслоений по толщине стенки.

На этапе освоения технологии производства труб на РУП «БМЗ» проведена работа по изучению трансформации дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки. В ходе эксперимента для производства труб использовали непрерыв-

нолитую заготовку с внутренними дефектами сталеплавильного происхождения (центральная пористость, ликвационные полосы и трещины, краевое точечное загрязнение, подкорковые пузыри) [2].

При получении гильзы на прошивном стане рабочие валки оказывают сжимающее действие на заготовку. При этом заготовка вращается, за счет чего испытывает знакопеременные нагрузки, в зоне носка оправки она несколько деформирована и имеет овальную форму. В осевой зоне заготовки всегда присутствуют значительные растягивающие напряжения, которые могут привести к разрушению центральной зоны при встрече заготовки с носком оправки [3]. Если при этом центральная зона заготовки ослаблена такими дефектами, как центральная пористость и осевая ликвация более 2 баллов согласно шкалам ОСТ 14-1-235-91, вероятность разрушения возрастает. На внутренней поверхности гильзы образуются плены металлургического происхождения. Зачастую они мелкие,

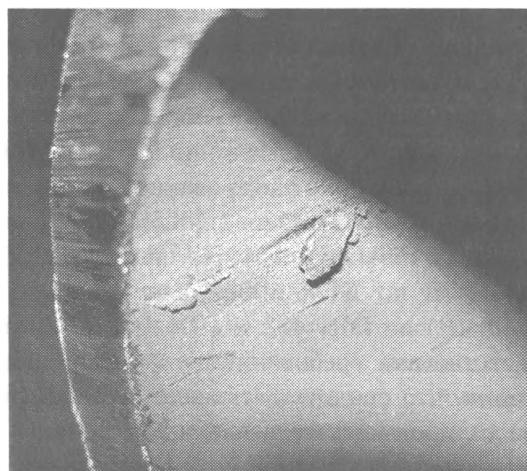


Рис. 1. Сталеплавильная пленка на внутренней поверхности трубы

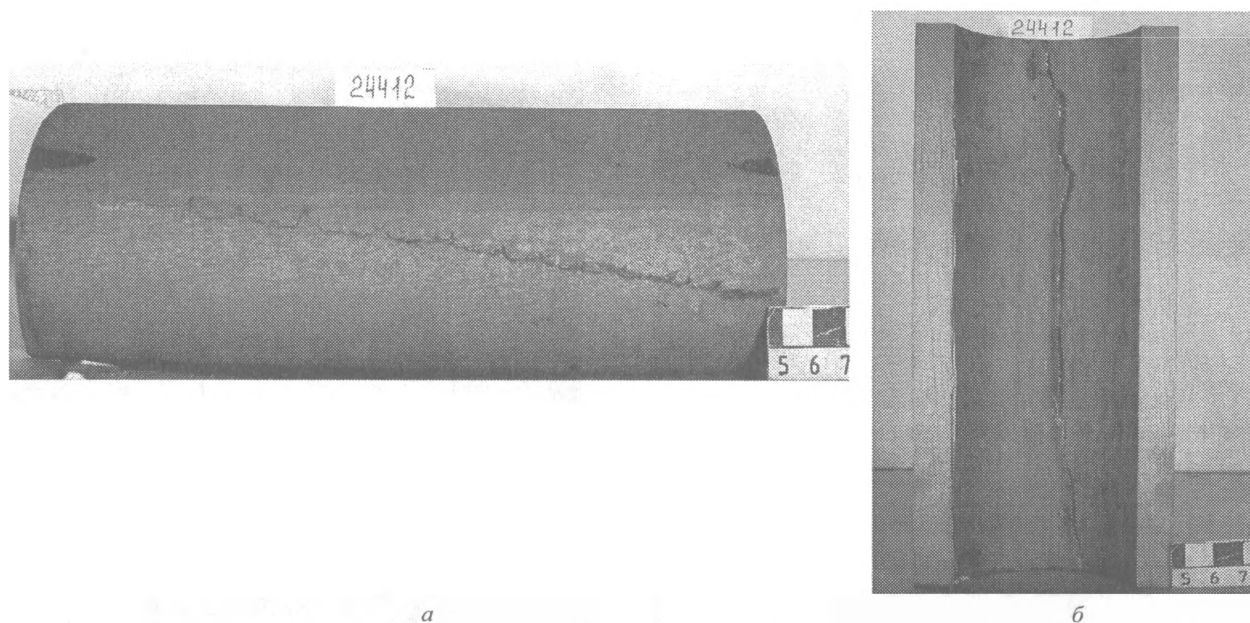


Рис. 2. Плена по осевой трещине: *а* – на наружной поверхности трубы; *б* – на внутренней поверхности трубы

плотно прижаты к внутренней поверхности гильзы [4]. Но на последующих переделах при калибровании и особенно при редуцировании такие плены вскрываются (рис. 1). Это обусловлено условиями деформации металла по внутренней поверхности трубы при ведении процесса без оправки.

Ликвационные полосы и трещины образуются при нарушении температурно-скоростного режима разливки. Внутренние трещины представляют собой надрывы, распространяющиеся по межосновным пространствам дендритной структуры, обогащенные ликватами и сопровождающиеся скоплениями сульфидов и ликвацией фосфора [5]. Такие дефекты однозначно приведут к разрушению металла в процессе прошивки.

При прошивке дефектных заготовок с ликвационными полосками более 2 баллов на наружной и внутренней поверхности образуются грубые плены и раскатанные трещины (рис. 2).

Подкорковые пузыри – дефект макроструктуры поверхностной и подповерхностной зон, характерный для недораскисленного металла [5]. В зависимости от степени развития дефекта (глубины залегания, размера и количества пузырей) на поверхности гильзы образуются плены по раскатанным пузырям [1]. Подкорковые пузыри с непрерывнолитой заготовки более 1 балла трансформируются в недопустимые для трубы дефекты поверхности (сталеплавивная плена по раскатанному пузырю) и дефекты макроструктуры (рис. 3).

Наиболее опасный дефект металлургического происхождения – неметаллические шлаковые включения, которые очень сложно трансформировать в приемлемые по форме и распределению даже

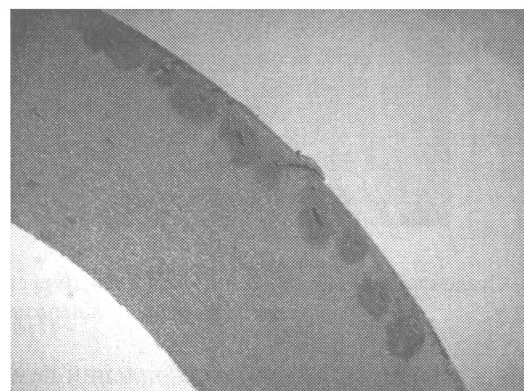


Рис. 3. Подкорковые и раскатанные пузыри в макроструктуре поперечного сечения трубы

интенсивной пластической деформацией. Скопление неметаллических включений эндогенного и экзогенного происхождения приводит к образованию такого дефекта макроструктуры, как красное точечное загрязнение (рис. 4). Загрязненность металла неметаллическими включениями может быть различной по ручьям и неодинакова по периметру, неметаллические включения могут скапливаться у малого радиуса или распределяться по всему сечению, что приводит к образованию дефектов как на наружной, так и внутренней поверхности трубы. Шлаковые включения потенциально опасны как концентраторы напряжений, которые приводят к возникновению трещин и плен при пластической деформации.

Включения в теле трубы снижают ее эксплуатационные свойства (рис. 5). При прошивке заготовки по скоплениям неметаллических включений образуются сталеплавивные вздутия и плены продольной ориентации (рис. 6). Степень грубо-

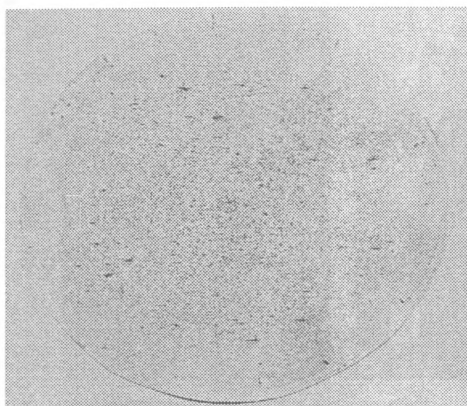


Рис. 4. Серый отпечаток с заготовки с краевым точечным загрязнением 3,5 балла

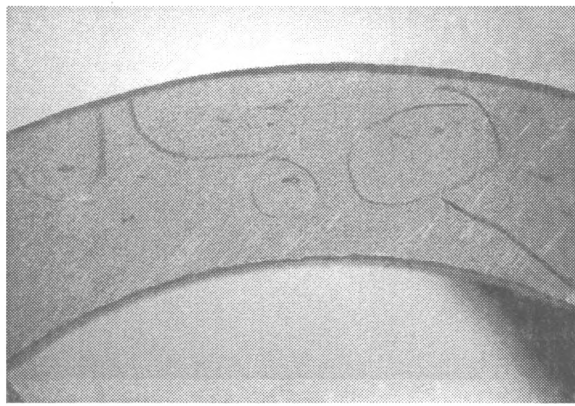


Рис. 5. Макровключения в поперечном сечении трубы



а



б

Рис. 6. Сталеплавильные вздутия и плены на внутренней поверхности труб, образовавшиеся по раскатынным экзогенным включениям: *а* – сталеплавильная плена; *б* – сталеплавильное вздутие

сти плен зависит от величины скоплений неметаллических включений. Форма полости плен зависит от вида неметаллических включений [1].

По результатам проведенных исследований на РУП «БМЗ» разработан и внедрен классификатор

дефектов бесшовных горячекатаных труб, включающий в себя описание дефектов, природу образования, а также необходимые мероприятия по предупреждению дефектов как труб, так и трубной заготовки.

Литература

1. Правосудович В. В., Сокуренок В. П., Данченко В. Н. и др. Дефекты стальных слитков и проката. М.: Интермет Инжиниринг, 2006.
2. ОСТ 14-21-77. Заготовка трубная из углеродистых, низколегированных и легированных сталей. Технические требования.
3. Данченко В. Н., Коликов А. П. и др. Технология трубного производства. М.: Интермет Инжиниринг, 2002.
4. ОСТ 14-82-82. Отраслевая система управления качеством продукции черной металлургии. Ведомственный контроль качества продукции. Трубы стальные бесшовные катаные. Дефекты поверхности. Термины и определения.
5. Новокшенова С. М., Виноград М. И. и др. Дефекты стали. М.: Металлургия, 1984.