



УДК 669.112.227

Поступила 04.04.2013

И. А. КОВАЛЕВА, Н. А. ХОДОСОВСКАЯ, И. А. ГУЗОВА,
А. В. ВЕНГУРА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

ИЗУЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕТЧАТЫХ ТРЕЩИН В БЕСШОВНЫХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБАХ

Изучена трансформация дефекта сталеплавильного происхождения «сетчатые трещины» на всех стадиях переработки от непрерывнолитой заготовки до готового изделия.

The transformation of the steel-smelting defect «netlike cracks» at all stages of processing from continuous casting to finished product was studied.

Одним из путей обеспечения высоких эксплуатационных свойств бесшовных горячекатаных труб является управление качеством металла по всем переделам производства. В связи с этим актуально исследование трансформации дефектов по схеме «непрерывнолитая заготовка → круглая горячекатаная заготовка → гильза → бесшовная горячекатаная труба».

Каждому дефекту присущи свой внешний вид и расположение на поверхности, а также во внутренних слоях металла изделия своя форма полости и расположение структурных составляющих. Каждая подгруппа дефектов имеет свои характерные морфологические и генетические признаки в микроструктуре, которые выявляют в процессе проведения металлографических исследований. К характерным морфологическим признакам дефектов относятся конфигурация на поверхности и в поперечном сечении, расположение и повторяемость по периметру и длине (высоте) металла изделия, размеры (длина, ширина, глубина), расположение структурных составляющих и неметаллических включений в сечении, т. е. их строение. К основным генетическим признакам относятся

состав структурных составляющих металла вокруг дефектов, обезуглероживание, ликвация легкоплавких компонентов (P, S, As, Mn и др.) [1].

В исследовательской лаборатории Исследовательского центра завода была проведена работа по исследованию трансформации сетчатых трещин сталеплавильного происхождения в бесшовных горячекатаных трубах на различных этапах производства.

Сетчатые трещины – межзеренное нарушение сплошности поверхности непрерывнолитой заготовки. Причина образования – усадочные, термические и адгезионные напряжения, превышающие прочность границ первичного зерна [2]. Иногда затруднительно определить характер и причину образования обнаруженных плен на наружной поверхности готовой трубы, так как в основном сетчатые трещины не сопровождаются окислением и обезуглероживанием, а также ликвацией серы (в районе трещин, на серном отпечатке, приготовленном по методу Баумана, нитевидные потемнения, свидетельствующие о ликвации, отсутствуют).

При проведении эксперимента производили осмотр и металлографические исследования про-



Рис. 1. Технологическая схема производства бесшовной трубы из непрерывнолитой заготовки

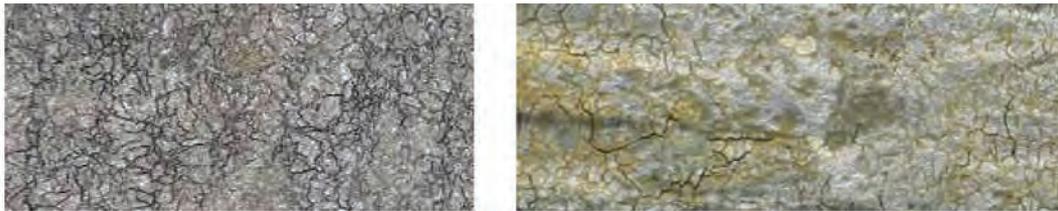


Рис. 2. Сетчатые трещины на поверхности непрерывнолитой заготовки сечением 300×400 мм



Рис. 3. Сетчатые трещины в поперечном сечении микрошлифа непрерывнолитой заготовки



Рис. 4. Внешний вид дефектов на поверхности горячекатаной заготовки

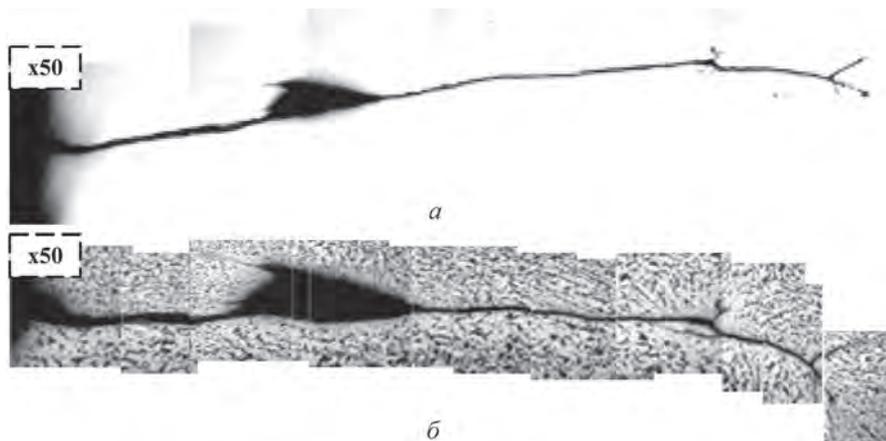


Рис. 5. Трещины в поперечном сечении микрошлифа горячекатаной заготовки: *a* – нетравленный образец; *б* – травленный в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты

дукции после каждого технологического передела. Технологическая схема производства бесшовной трубы показана на рис. 1.

В ходе работы отбирали образцы и анализировали качество поверхности на непрерывнолитой заготовке, горячекатаных кругах, гильзах, полученных после прошивного стана, на готовой трубе.

На непрерывнолитой заготовке трещины представляют собой нарушение сплошности поверхности в виде взаимно пересекающихся извилистых трещин (рис. 2).

При микроструктурном анализе выявлено, что трещины располагаются как в межосных участках, так и пересекают оси дендритов (рис. 3) [2].

При визуальном осмотре круглой горячекатаной заготовки диаметром 140 мм были выявлены поверхностные дефекты, которые представляли со-

бой разрывы металла, ориентированные вдоль оси проката, и в некоторых местах сопровождающиеся рваниной (рис. 4).

Микроисследования показали, что дефекты представляют собой поверхностные трещины, расположенные под прямым углом, малой ширины, с наличием небольших ответвлений и незначительного обезуглероживания (рис. 5, *a, б*).



Рис. 6. Наружная поверхность гильзы

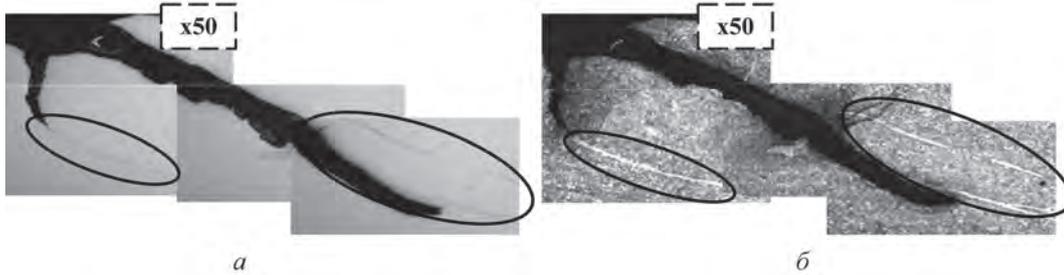


Рис. 7. Сталеплавильные плены в поперечном сечении микрошлифа гильзы: *а* – нетравленный образец; *б* – травленный в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты

При внешнем осмотре наружной поверхности гильзы, полученной после прошивного стана, были обнаружены плены, представляющие собой продольные отслоения металла, расположенные по винтовой линии (рис. 6).

Из гильзы в месте расположения дефектов был вырезан микрошлиф для металлографического анализа. В ходе исследования была выявлена плена с признаками сталеплавильного происхождения: полость плены шире у поверхности, затем суживается в глубину; стенки полости неровные; от полости в стороны отходят «хвосты» (ферритные дорожки с ликвацией легкоплавких компонентов) (рис. 7).

На наружной поверхности готовой трубы выявлены плены, расположенные по винтовой линии (рис. 8).

В месте расположения дефектов были вырезаны микрошлифы для исследования. При металлографическом анализе микрошлифа обнаружены сталеплавильные плены с небольшими цепочками диффузионных оксидов (рис. 9).

В ходе проведенной исследовательской работы изучена трансформация дефекта сталеплавильного



Рис. 8. Внешний вид дефектов, выявленных на готовой трубе

происхождения «сетчатые трещины» на всех стадиях переработки от непрерывнолитой заготовки до готового изделия.

Анализ генетических и морфологических признаков, а также классификация дефекта позволили с высокой степенью точности выявлять стадии технологического передела, обуславливающие его образование и причины возникновения. Данный дефект классифицирован как «сталеплавильные плены по горячим трещинам» и внесен в классификатор дефектов бесшовных горячекатаных труб, разрабатывающийся в настоящее время на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».

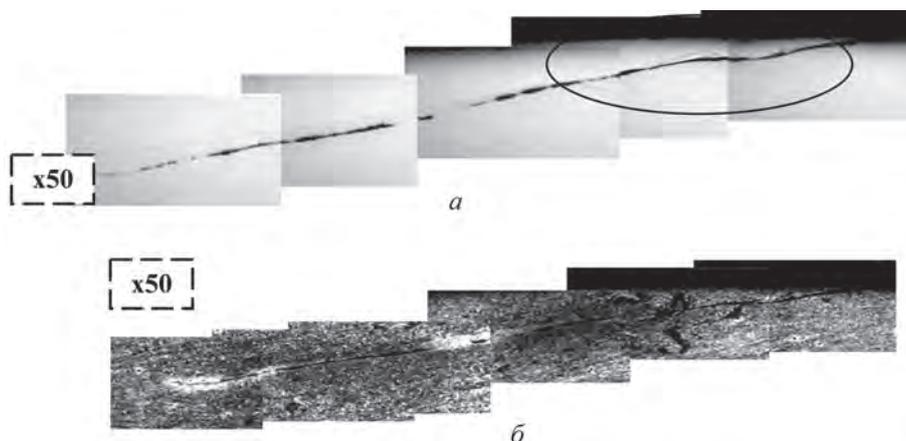


Рис. 9. Сталеплавильные плены в поперечном сечении микрошлифа бесшовной трубы: *а* – нетравленный образец; *б* – травленный в реактиве Обергоффера

Литература

1. Правосудович В. В. и др. Дефекты стальных слитков и проката: Справ. изд. М.: Интермет Инжиниринг, 2006.
2. Новокщенова С. М., Виноград М. И. Дефекты стали. Справ. М.: Металлургия, 1984.