



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-35-39>
УДК 621.74

Поступила 31.05.2021
Received 31.05.2021

УСТАНОВЛЕНИЕ ИСТИННЫХ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ И ГОРЯЧЕКАТАНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ВСЕХ СТАДИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

А. В. ТЕРЕЩЕНКО, И. А. КОВАЛЕВА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: nl.icm@bmz.gomel.by

Установление истинных причин возникновения дефектов является одной из основных предпосылок повышения качества металлопродукции. Одним из нежелательных явлений при производстве непрерывнолитой заготовки, горячекатаной продукции является окисление горячего металла в окружающей среде с образованием на его поверхности окалины. Дефекты, представляющие собой нарушения сплошности металла и отклонения от нормальной заданной макро- и микроструктуры, существенно снижают технологическую пластичность металла в условиях его обработки и эксплуатационную стойкость.

После горячей прокатки круга диаметром 95 мм марки стали 30MnB4 в линии адьюстажа обнаружены поверхностные дефекты. Для исследования и установления характера поверхностных дефектов из горячекатаных заготовок, а также непрерывнолитой заготовки отобраны пробы.

Анализируя металлографические исследования дефектов и технологию производства исследуемой марки стали 30MnB4, установлено, что дефекты образованы в результате механического повреждения непрерывнолитой заготовки в районе тянуще-правильного агрегата. Причина образования дефекта – попадание окалины на направляющие ролики.

Ключевые слова. *Металлографические исследования, горячекатаная заготовка, поверхностные дефекты, негативная роль окалины, магнитопорошок, непрерывнолитая заготовка, металлографический микроскоп, цифровая система изображений, дефект «риска».*

Для цитирования. *Терещенко, А. В. Установление истинных причин возникновения дефектов для обеспечения качества непрерывнолитой заготовки и горячекатаной продукции на всех стадиях технологической цепочки ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» / А. В. Терещенко, И. А. Ковалева // Литье и металлургия. 2021. № 3. С. 35–39. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-35-39>.*

ESTABLISHING THE TRUE CAUSES OF DEFECTS TO ENSURE THE QUALITY OF CONTINUOUSLY CAST BILLETS AND HOT-ROLLED PRODUCTS AT ALL STAGES OF THE PROCESS CHAIN AT OJSC “BSW – MANAGEMENT COMPANY OF THE HOLDING “BMC”

A. V. TERESHCHENKO, I. A. KOVALEVA, OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC”, Zhlobin, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: nl.icm@bmz.gomel.by

Establishing the true causes of defects is one of the main prerequisites for improving the quality of metal products. One of the undesirable phenomena in the production of continuously cast billets, hot-rolled products is the oxidation of hot metal in the environment with the formation of scale on its surface. Defects, which are violations of the continuity of the metal and deviations from the normal specified macro- and microstructure, significantly reduce the technological plasticity of the metal in the conditions of its processing and operational stability.

After hot rolling of a circle of 95 mm steel grade 30MnV4, surface defects were found in the finishing line. To study and establish the nature of surface defects from hot-rolled blanks, as well as continuously cast blanks, samples were taken.

Analyzing metallographic studies of defects and the production technology of the studied steel grade 30MnB4, it was found that the defects were formed as a result of mechanical damage to the continuously cast billet in the area of the pulling-correct unit. The reason for the formation of the defect is the ingress of scale on the guide rollers.

Keywords. *Metallographic studies, hot-rolled billet, surface defects, negative role of scale, magnetic powder, continuous cast billet, metallographic microscope, digital image system, “risk” defect.*

For citation. *Tereshchenko A. V., Kovaleva I. A. Establishing the true causes of defects to ensure the quality of continuously cast billets and hot-rolled products at all stages of the process chain at OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC”. Foundry production and metallurgy, 2021, no. 3, pp. 35–39. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-35-39>.*

На сегодняшний день определить природу дефекта можно только после металлографического исследования, результаты которого анализируются совместно с информацией о нарушениях технологических процессов производства стали и проката.

Возрастающая конкуренция в условиях глобализации рынка регламентирует жесткие требования к качеству непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) и горячекатаной продукции, которые должны обеспечиваться на всех стадиях технологической цепочки. Особенно жесткие требования предъявляются на начальных стадиях технологической цепочки, поскольку вследствие технологической наследственности дефекты, образовавшиеся на стадии производства НЛЗ, впоследствии, проходя стадии горячекатаного передела, часто комбинируются и усиливают друг друга и исправление их является затруднительным, а иногда невозможным [1].

Установление истинных причин возникновения дефектов – одна из основных предпосылок решения вопроса повышения качества металлопродукции [2].

Дефекты, представляющие собой нарушения сплошности металла и отклонения от нормальной заданной макро- и микроструктуры, существенно снижают технологическую пластичность металла в условиях его обработки и эксплуатационную стойкость. Наличие пороков (дефектов), их вид и количество определяются не только совершенством технологий производства, но и степенью их соблюдения на заводах-изготовителях. В связи с этим в задачи установления причин неудовлетворительного качества металлопродукции входит не только выявление дефектов, но и установление их природы и причин возникновения [3].

Одним из нежелательных явлений при производстве НЛЗ и горячекатаной продукции является окисление горячего металла в окружающей среде с образованием на его поверхности окалина.

Негативная роль окалины прослеживается на всех стадиях металлургического передела. На стадии производства непрерывнолитой заготовки окалина, образовавшаяся вследствие агрессивного воздействия воды и пара на металл при высоких температурах, налипает на поддерживающие ролики или вдавливаются в поверхность НЛЗ. Налипшая окалина формирует выступы на поверхности роликов машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), которые оставляют вмятины на поверхности НЛЗ и усугубляют вдавливание фрагментов окалины в глубь металла [1].

На прокатном стане 850 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» после горячей прокатки круга диаметром 95 мм марки стали 30МпВ4 в линии адьюстажа обнаружены поверхностные дефекты. Данная марка стали разлита в одну серию из трех плавов в НЛЗ сечением 250x300 мм на четырехручьева криволинейной МНЛЗ. Из данной серии были прокатаны две плавки № 1 и 2, на которых обнаружены дефекты на поверхности горячекатаных заготовок в количестве 19 и 22 т соответственно.

Визуально дефект не виден. При магнитопорошковом определении дефект высвечивается (рис. 1) и представляет собой тонкое продольное углубление по всей длине горячекатаной заготовки.

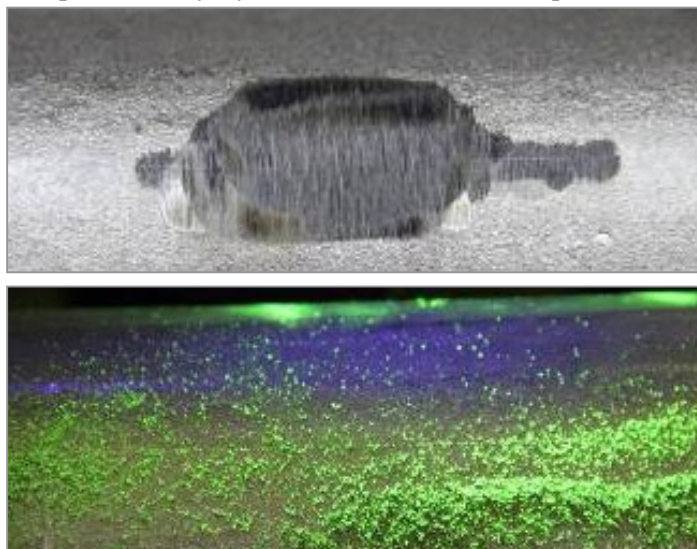


Рис. 1. Вид дефектов на поверхности горячекатаной заготовки на плавках № 1, 2

Для исследования и установления характера поверхностных дефектов из плавов № 1, 2 отобраны пробы и замаркированы под номерами 1, 2. В месте расположения дефектов вырезаны поперечные микрошлифы для проведения металлографического исследования.

При микроструктурном исследовании в светлом поле зрения с помощью инвертированного металлографического микроскопа отраженного света «OLYMPUS GX-51» с цифровой системой изображений поперечных микрошлифов № 1, 2 выявлено, что дефекты расположены под углом к поверхности. Полости дефектов заполнены окалиной, в продолжение их выявлены дорожки диффузионных оксидов. После травления в реактиве «Nital» обнаружено обезуглероживание. После травления в реактиве «Обергоффера» участков белого цвета, которые указывают на имеющуюся в металле ликвацию (интенсивность окраски зависит от степени сегрегации), не выявлено (рис. 2, а, б). Глубина дефектов составила: в образце плавки № 1 – 0,8 мм; № 2 – 1,9 мм.

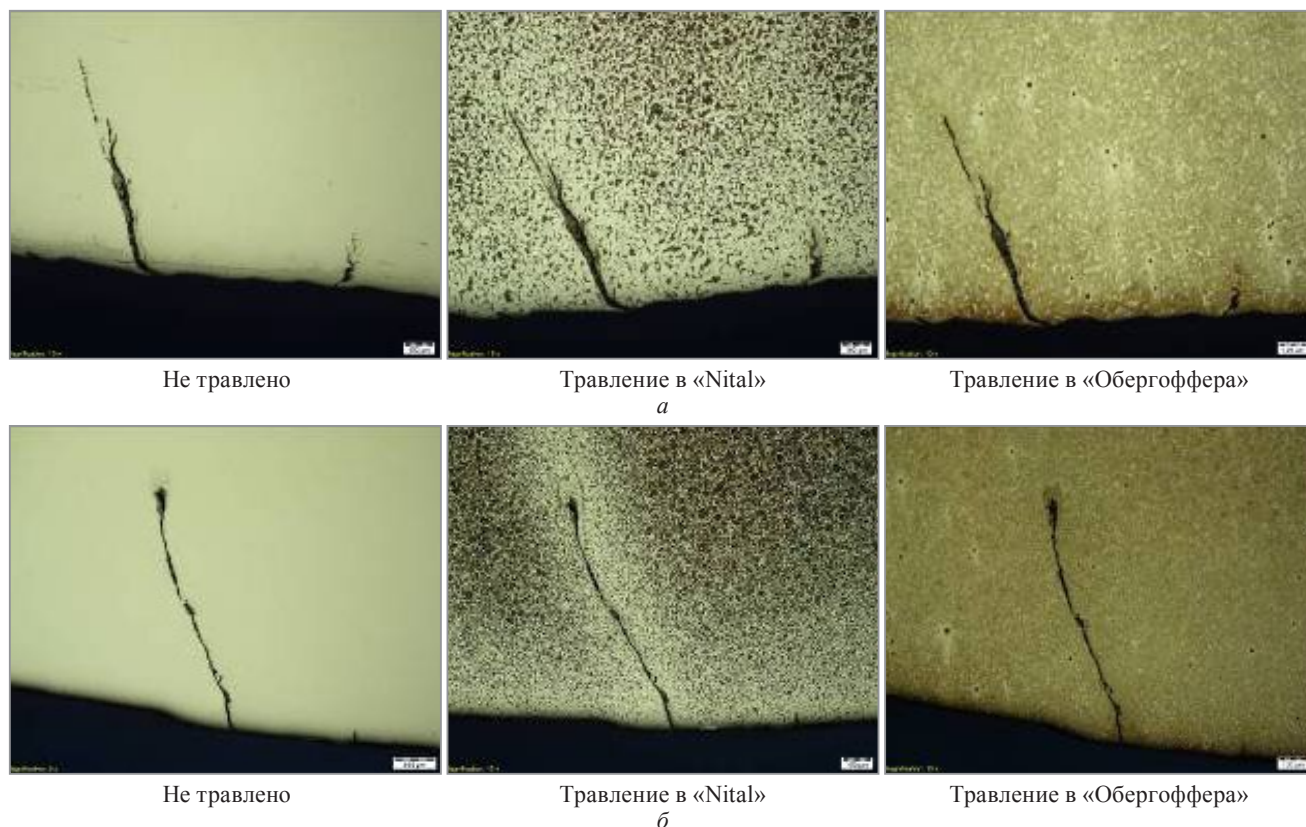


Рис. 2. Вид дефектов в поперечных микрошлифах горячекатаной заготовки: а – плавка № 1; б – плавка № 2

На сегодняшний день определить природу дефекта можно только после металлографического исследования, результаты которого анализируются совместно с информацией о нарушениях технологических процессов производства стали и проката.

Проанализировав технологию производства исследуемой марки стали, мнение специалистов о природе образования данных дефектов разделилось. Некоторые специалисты считают, что подобные дефекты образуются в процессе непрерывной разливки стали и наследуются при прокатном переделе. Другое мнение специалистов состоит в том, что образование дефектов происходит непосредственно при горячей прокатке.

По состоянию во время исследования двух прокатанных плавки № 3 марки стали 30MnB4 из этой же серии была не прокатана. С целью установления возможных причин образования поверхностных дефектов на прокате отобрана проба непрерывнолитой заготовки сечением 250x300 мм плавки № 3 для исследования.

При осмотре пробы непрерывнолитой заготовки плавки № 3 выявлены грубые дефекты на большой грани (рис. 3).

Проба непрерывнолитой заготовки была порезана и приготовлен макротемплет для исследования поверхности.

Исследуя приготовленный макротемплет, визуально видно, что риски достаточно широкие – глубиной около 4,0 мм и шириной около 30,0 мм (рис. 4). По расположению зон кристаллизации в макроструктуре определены соответственно малый и большой радиусы (r и R) заготовки. Установлено, что дефекты располагаются на грани большого радиуса заготовки.



Рис. 3. Внешний вид дефектов на непрерывнолитейной заготовке плавки № 3

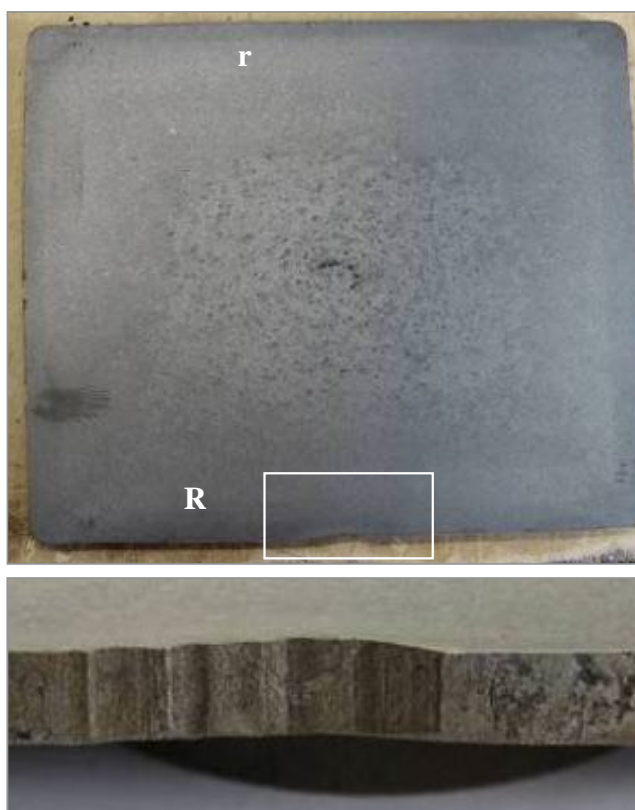


Рис. 4. Внешний вид дефекта на макротемплете непрерывнолитейной заготовки плавки № 3

Проведенные исследования поверхности горячекатаных, непрерывнолитейных заготовок показали, что качество поверхности проката не связано с кристаллизацией металла (у дефектов отсутствуют ликвационные признаки). Исследуемый дефект на горячекатаных заготовках круга диаметром 95,0 мм марки стали 30MnB4 классифицирован как прикатанная риска, унаследованная с непрерывнолитейной заготовки сечением 250x300 мм.

Установлено, что дефекты образованы в результате механического повреждения непрерывнолитейной заготовки в районе тянуще-правильного агрегата (ТПА). Причины образования дефекта – попадание окалины на направляющие ролики.

Образовавшаяся на поверхности НЛЗ окалина вследствие окисления раскаленного металла под действием окружающей среды принимает непосредственное участие в формировании качественных показателей поверхности НЛЗ, поскольку является промежуточным слоем между затвердевшей частью НЛЗ и поддерживающими ее роликами МНЛЗ. Как правило, деформации (вмятины) на широких гранях сляба появляются вследствие интенсивного процесса окалинообразования и вдавливания фрагментов окалины в его поверхность.

Образовавшаяся окалина совершенно по-разному ведет себя при контакте с роликами МНЛЗ. Например, окалина может налипать на ролик и наматываться. Явление наматывания окислов на поддерживающие ролики МНЛЗ связано как с физическими процессами, так и с химическими и устранение этого явления достаточно трудоемко.

Установление природы зарождения исследуемых дефектов способствовало проведению ряда мероприятий, направленных на повышение качества непрерывнолитой заготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Совершенствование способов и устройств для интенсифицирования удаления окислов на основе моделирования процессов в технологической системе непрерывнолитая заготовка – горячекатаная полоса <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-sposobov-i-ustroystv-dlya-intensifitsirovaniya-udaleniya-okaliny-na-osnov>
2. Буялковский Г. А., Минизон Р. Д. Поверхностные дефекты легированных сталей. М.: Metallurgija, 1987.
3. Прогнозирование дефектов при производстве литых заготовок. <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-defektov-pri-proizvodstve-lityh-zagotovok/viewer>

REFERENCES

1. *Sovershenstvovanie sposobov i ustrojstv dlja intensificirovanija udalenija okaliny na osnove modelirovanija processov v tehnologicheskoj sisteme nepreryvnolitaja zagotovka – gorjachekatanaja poloska* [Improvement of methods and devices for intensifying the descaling based on the modeling of processes in the technological system continuously cast billet – hot-rolled strip]. <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-sposobov-i-ustroystv-dlya-intensifitsirovaniya-udaleniya-okaliny-na-osnov>.
2. Буялковский Г. А., Минизон Р. Д. *Poverhnostnye defekty legirovannyh stalej* [Surface defects of alloy steels]. Moscow, Metallurgija Publ., 1987.
3. *Prognozirovanie defektov pri proizvodstve lityh zagotovok* [Predicting defects in the production of cast billets]. <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-defektov-pri-proizvodstve-lityh-zagotovok/viewer>.