



УДК 620.19:621.778
DOI: 10.21122/1683-6065-2018-92-3-71-75

Поступила 13.08.2018
Received 13.08.2018

ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОВОЛОКИ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ОБРЫВЫ ВО ВРЕМЯ ВОЛОЧЕНИЯ

Е. С. СЕРЕГИНА, Т. Н. АЮПОВА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: nmg.czl@bmz.gomel.by

На основании опыта исследования обрывов проволоки, проведения исследовательских работ со сварными соединениями систематизированы виды дефектов сварных швов, выполненных на этапе грубосреднего волочения, бронзирования. Перечислены дефекты, по которым наиболее часто происходят обрывы проволоки, и требования к сварным швам.

Ключевые слова. Волооченая проволока, бортовая бронзированная проволока, обрыв проволоки, сварка, этапы процесса сварки, дефекты сварок, дефекты формы и размера, дефекты микроструктуры, дефекты некачественной обработки, несоосность, несоответствие диаметра, некачественная зачистка, перегрев, пережог, недогрев, искрение.

Для цитирования. Серегина Е. С. Дефекты сварных соединений проволоки, вызывающие обрывы во время волочения / Е. С. Серегина, Т. Н. Аюпова // Литье и металлургия. 2018. Т. 92. № 3. С. 71–75. DOI: 10.21122/1683-6065-2018-92-3-71-75.

DEFECTS OF WELDED JOINTS OF THE WIRE, CAUSING BREAKAGES DURING DRAWING

E. S. SEREGINA, T. N. AYUPOVA, OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC», Zhlobin city, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: nmg.czl@bmz.gomel.by

Based on the research experience of the wire raptures all weld defects are systematized. These studies were done during the rough-the middle wire drawing and bronzing. The defects which most often occur breakages of wire were listed and requirements to the weld seam were established.

Keywords. Drawn wire, side bronzed wire, wire rupture, welding, phases in the welding process, welding defects, shape and size defects, defects of the microstructure, defects of substandard treatment, misalignment, mismatch of the diameter, poor trimming, overheat, burnout, underheating, sparking.

For citation. Seregina E. S., Ayupova T. N. Defects of welded joints of the wire, causing breakages during drawing. Foundry production and metallurgy, 2018, vol. 92, no. 3, pp. 71–75. DOI: 10.21122/1683-6065-2018-92-3-71-75.

Соединение сваркой применяется при задаче катанки (холоднотянутой проволоки) в стан для волочения, при возникающих в процессе волочения обрывах, при необходимости соединения маломерных мотков проволоки. Технологические участки оснащены сварочными аппаратами для стыковой электроконтактной сварки с автоматическим устройством, обеспечивающим контролируемый во времени процесс сварки и отпуска сварного шва, а также острильным устройством, механическими ножницами и наждачным кругом для зачистки сварного шва. Сварка, выполненная по технологии, должна обеспечить прохождение заготовки через оставшиеся технологические переделы без обрыва.

Процесс сварки проволоки проводится соединением встык проволок, разогревом их электроконтактным способом и состоит из следующих технологических операций:

- подготовка торцов проволоки к сварке (отрезается специальными ножницами, чтобы поверхность резки была перпендикулярна оси проволоки);
- установка свариваемых концов проволоки в зажимы сварочного аппарата и их центровка между собой;
- выбор режима сварки и настройки сварочного аппарата;
- процесс сварки;

- отпуск сварной зоны (нагрев до 500–600 °С);
- зачистка сварного шва абразивом с помощью шлифовальной машины или плоского напильника;
- отжиг сварной зоны (нагрев до 900–1000 °С);
- зачистка сварного шва с помощью наждачной бумаги от налета оксидов;
- измерение микрометром или шаблоном-калибром диаметра сварного шва, который должен соответствовать установленным требованиям.

Сварные швы с необходимой периодичностью проверяются в лаборатории на соответствие физико-механических свойств. Разрывное усилие и значение диаметра сварного шва должны соответствовать установленным требованиям. Для сварных швов, выполненных на проволоке диаметром 0,85–5,5 мм, разрывное усилие должно быть не менее 40–50% (соответственно для бортовой бронзированной проволоки и волооченой) от разрывного усилия без сварного соединения. Диаметр сварного шва регламентируется для сварок бортовой бронзированной проволоки и не должен превышать номинальный диаметр более чем 0–4% в зависимости от требований потребителя. Некачественно выполненная сварка влияет на качество продукции, приводит к обрывам на всех стадиях изготовления проволоки, в том числе у потребителя, значительно снижает производительность процесса, повышает отходы металла.

На ОАО «БМЗ» проводятся исследование каждого обрыва проволоки, который происходит в текущем производстве и анализ причин обрывности. Анализ причин обрывности показывает, что более 60% обрывов проволоки на этапе грубосреднего волочения, бронзирования, латунирования составляют обрывы по причине некачественно выполненных сварок. На основании опыта исследования обрывов проволоки, проведения исследовательских работ с выполнением и исследованием сварных соединений в данной статье систематизированы виды дефектов сварных швов, представлена характеристика дефектов сварных швов и обрывов по причине некачественных сварных соединений, выполненных на этапе грубосреднего волочения, бронзирования, латунирования.

Основные виды дефектов сварных швов можно разделить на дефекты формы и размера, дефекты из-за некачественной обработки зоны сварного шва абразивным инструментом и дефекты микроструктуры. К дефектам формы и размера относятся несоосность, несоответствие диаметра сварного шва. Дефект обработки сварного шва – некачественная зачистка. К дефектам микроструктуры относятся искрение, недогрев, перегрев, пережог. Далее представлены виды дефектов сварных швов, наиболее часто выявляемые при исследовании обрывов проволоки, условия и причины их возникновения.

Несоосность проволок сварного шва – нарушение прямолинейности проволоки в зоне соединения сваркой (рис. 1, *а*). Несоосность образуется на этапе установки свариваемых концов проволоки в зажимы сварочной машины. Причина образования дефекта – не произведена центровка свариваемых концов проволоки в зажимах сварочной машины при выполнении стыка. Внешний вид обрыва по причине несоосного сварного соединения показан на рис. 1, *б*.

Несоответствие диаметра сварного шва – значение диаметра проволоки в зоне сварки не соответствует установленному требованиям (рис. 2). Возможны отклонения от установленных норм как в сторону превышения (рис. 2, *а*), так и меньшего значения (переточка) диаметра сварного соединения (рис. 2, *б*). Дефект возникает на этапе зачистки зоны сварного шва абразивным инструментом после процесса отпуска. Причина образования – неправильное выполнение стыка торцов проволоки при сварке; отсутствие либо некачественная зачистка поверхности сварного шва; не проведен контроль диаметра сварки микрометром и путем протягивания сварного шва через отверстие специального шаблона-калибра.

Некачественная зачистка – дефект сварного соединения, при котором в зоне сварки на поверхности проволоки присутствуют грубые, продолжительные по длине следы зачистки абразивным инструментом либо остатки окалины (рис. 3). При чрезмерной зачистке на поверхности проволоки невооружен-

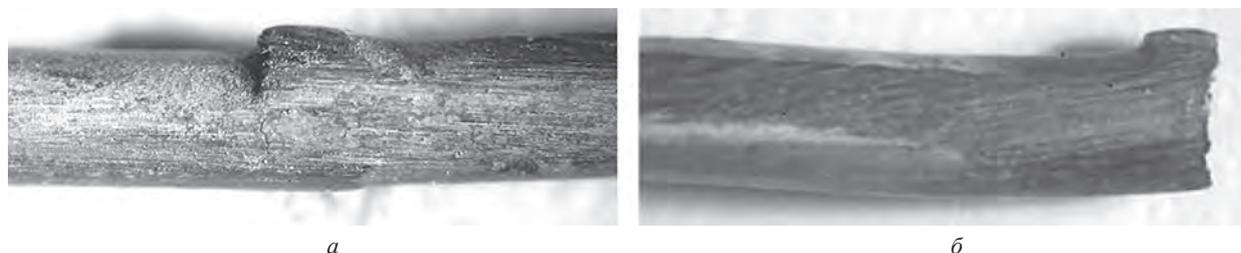


Рис. 1. Внешний вид сварного шва на проволоке с дефектом «несоосность» (*а*) и вид обрыва проволоки (*б*) по причине несоосности сварного соединения

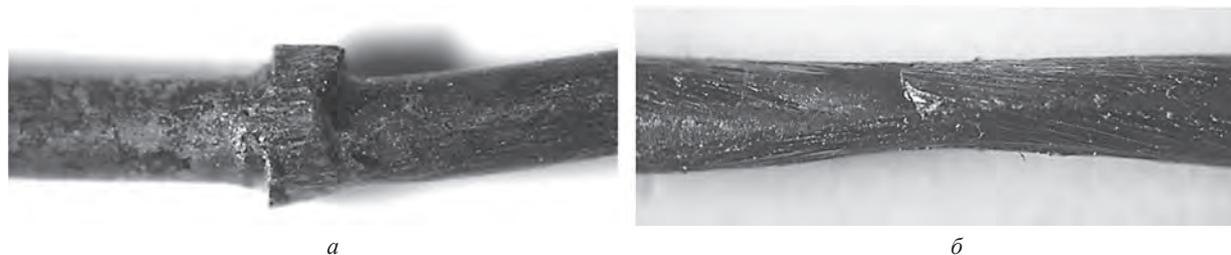


Рис. 2. Внешний вид сварного шва на проволоке с дефектом «несоответствие диаметра»: *a* – превышение диаметра сварного соединения; *б* – переточка диаметра сварного соединения

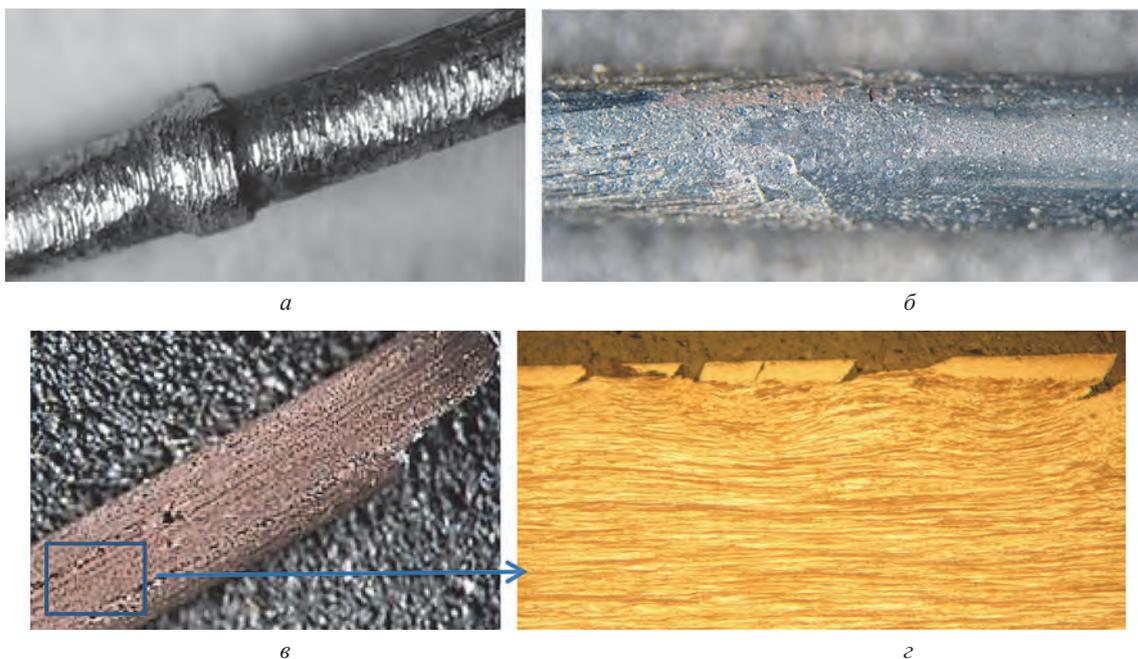


Рис. 3. Внешний вид проволоки с некачественной зачисткой сварного шва (*a*, *б*), вид и микроструктура обрыва проволоки по причине некачественной зачистки сварного шва (*в*, *г*): *a* – чрезмерная зачистка; *б* – недостаточно зачищена, остатки окалины; *в* – разволоченные поверхностные трещины; *г* – поверхностные трещины по структуре мартенсита истирания (травление в реактиве «Нитал»)

ным глазом видны грубые следы зачистки, блеск (рис. 3, *a*), в некоторых случаях изменение формы проволоки. В микроструктуре поверхностного слоя в зоне дефекта выявляются трещины и структура мартенсита. Если проволока недостаточно зачищена, на поверхности имеется большое количество окалины (рис. 3, *б*). Возникают дефекты на этапе зачистки зоны сварного шва абразивным инструментом после процесса отпуска или отжига. Причина образования – некачественная, чрезмерная механическая обработка зоны сварного шва, несоответствующая зернистость абразивного инструмента в случае грубой зачистки; в случае наличия окалины на поверхности – отсутствие зачистки после термообработки, недостаточная степень зачистки.

Во время волочения проволоки в зоне сварного шва с некачественной зачисткой образуются поверхностные трещины (рис. 3, *в*), которые приводят к хрупким изломам. При исследовании микроструктуры в поверхностной зоне трещин выявляется мартенсит (рис. 3, *г*).

Искрение – дефект сварного соединения, при котором на поверхности проволоки образуются локальные прожоги в месте контакта с зажимами сварочного аппарата (рис. 4, *a*). В зоне прожогов образуется структура мартенсита (рис. 4, *б*). Возникает дефект на этапе нагрева проволоки под сварку. Причина образования дефекта – искрение в зажимах сварочного аппарата.

Обрыв проволоки по причине искрения представляет собой хрупкое разрушение по разволоченным поверхностным трещинам (рис. 5, *a*). Исследование микроструктуры обрывов показывает, что трещины при волочении образуются в локальных участках со структурой мартенсита из-за ее высокой твердости и неоднородности структуры. Характерной особенностью обрывов по причине искрения, отличающей данный вид от других поверхностных дефектов, является образование переходного слоя с большим количеством зернистого цементита на границе мартенсит-перлит (рис. 5, *в*).

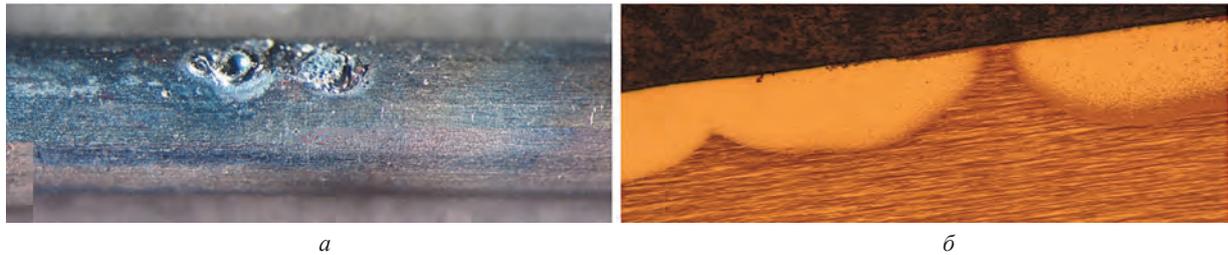


Рис. 4. Внешний вид (а) и микроструктура (б) проволоки с дефектом сварного шва «искрение» (травление в реактиве «Нитал»)

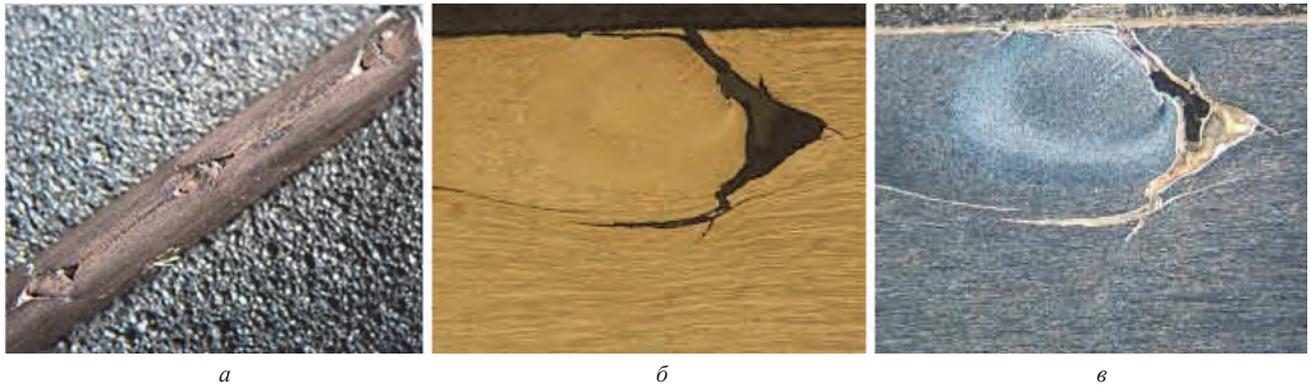


Рис. 5. Внешний вид (а) и микроструктура (б, в) обрыва проволоки по причине искрения в процессе нагрева под сварку: б – продольное сечение проволоки в зоне искрения, трещины по структуре мартенсита, светлое поле, травление в реактиве «Нитал»; в – зернистый цементит в переходном слое на границе мартенсит-перлит, темное поле, травление в реактиве «Нитал»

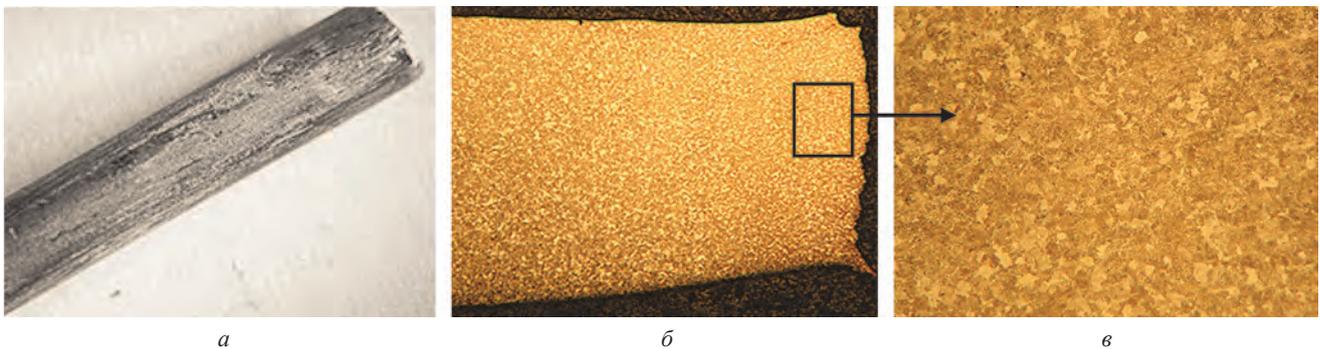


Рис. 6. Внешний вид (а) и микроструктура (б, в) обрыва проволоки по причине недогрева при выполнении сварного шва

Недогрев – дефект сварного соединения, при котором в структуре зоны сварного шва образуется мелкозернистая структура перлита с большим количеством зернистого цементита. Возникает дефект на этапе термической обработки сварного шва. Причина образования дефекта – низкая температура или малая длительность отжига. Обрыв проволоки по причине недогрева сварного шва представляет собой хрупкое разрушение. Внешний вид и микроструктура обрыва показаны на рис. 6.

Перегрев – дефект сварного соединения, при котором в структуре зоны сварного шва образуется крупнозернистый равноосный перлит. Возникает дефект на этапе термической обработки сварного шва. Причина образования дефекта – превышение температуры или длительности отжига после сварки. Обрыв проволоки по причине перегрева сварного шва представляет собой хрупкое разрушение, на поверхности наблюдается повышенная шероховатость от зачистки сварного шва абразивным инструментом (рис. 7, а), в микроструктуре – крупное зерно перлита (рис. 7, б, в).

Пережог – дефект сварного соединения, при котором в структуре зоны сварного шва образуются глубокие многочисленные трещины, заполненные окалиной. Возникает дефект на этапе сварки и термической обработки сварного шва. Причина образования дефекта – превышение температуры и длительности сварки или отжига. Обрыв проволоки по причине пережога сварного шва представляет собой хрупкое разрушение, на поверхности наблюдаются глубокие трещины (рис. 8, а). В микроструктуре наблюдаются крупное зерно перлита, трещины по границам зерен перлита, заполненные окалиной (рис. 8, б, в).

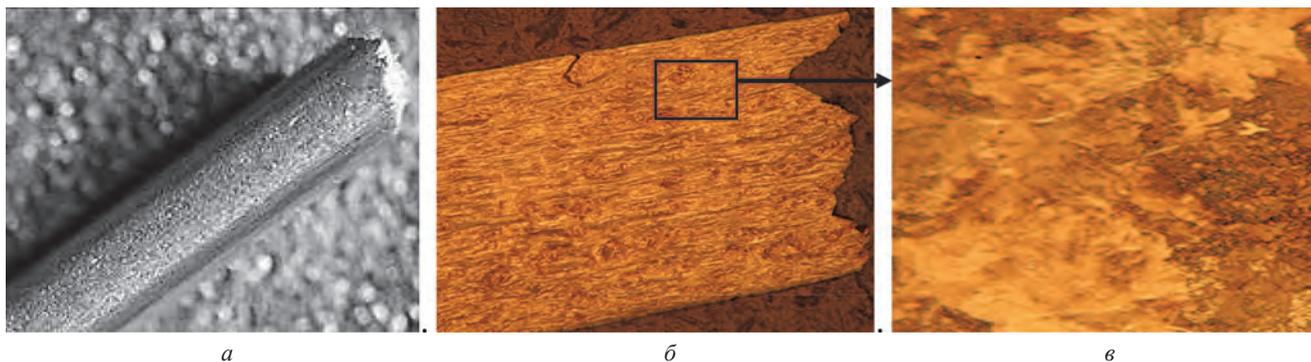


Рис. 7. Внешний вид (а) и микроструктура (б, в) обрыва проволоки по причине перегрева при выполнении сварного шва: б, в – крупнозернистый перлит в микроструктуре, травление в реактиве «Нитал»

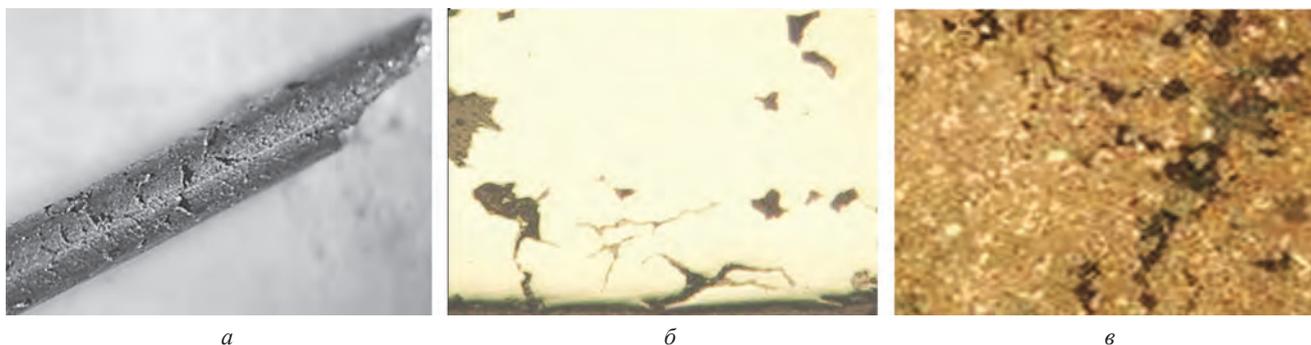


Рис. 8. Внешний вид (а) и микроструктура (б, в) обрыва проволоки по причине пережога при выполнении сварного шва: б – трещины в микроструктуре, шлиф полирован; в – трещины в микроструктуре, травление в реактиве «Нитал»

В большинстве случаев дефекты сварных соединений образуются из-за нарушения персоналом требований технологических инструкций по выполнению процесса сварки, настройки сварочных аппаратов, в некоторых случаях из-за неисправности сварочного оборудования. Для улучшения качества сварных швов необходимо проводить регулярное обучение персонала, регулярную настройку и проверку сварочных аппаратов, контроль сварных соединений на соответствие требуемых параметров.