

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДЕФЕКТА «ПРОДИР» ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

О. В. Рожкова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель М. Н. Верещагин

В трубопрокатном цехе ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» в процессе освоения производства труб нефтегазового сортамента наблюдалась массовая отбраковка труб по дефектам на внутренней поверхности. В результате проведенных исследований дефект был классифицирован как «продир» [1].

Для определения технологических факторов, влияющих на образование дефекта «продир», полученные в процессе производства полуфабрикаты гильзы с прошивного стана и черновой трубы, а также реверсионной трубы с непрерывного стана раскрыли, не повреждая их внутренней поверхности, при помощи механического оборудования. После раскрытия каждого полуфабриката был произведен визуальный осмотр поверхности.

При осмотре внутренней поверхности гильзы был выявлен четкий винтовой след (рис. 1). Толщина стенки по винтовому следу была неравномерна и по длине гильзы составила 13,0–14,7 мм.



Рис. 1. Винтовой след на внутренней поверхности гильзы

Причиной образования дефекта «винтовой след» могли явиться несоосность прошиваемой заготовки и стержня, на котором находилась оправка, или искривление стержня.

При визуальном осмотре внутренней поверхности черновой трубы наблюдались многочисленные налипания графитовой смазки, находящиеся в спекшемся со-

стоянии, с трудом поддающиеся отсоединению от поверхности. Это свидетельствует о том, что смазка находилась в условиях сильного давления между гильзой и раскатной оправкой, что является недопустимым. Также на внутренней поверхности черновой трубы наблюдался дефект «продир», усугубляющийся к заднему концу. Дефект носил массовый характер (рис. 2).



Рис. 2. Внутренняя поверхность черновой трубы

При визуальном осмотре внутренней поверхности реверсионной трубы, начиная с заднего конца, было отмечено наличие ярко выраженных линий среза раскатной оправкой металла с внутренней поверхности реверсионной трубы по верхним точкам на винтовой линии (рис. 3). Зарождение дефекта «продир» происходило именно на этих участках. Далее по длине трубы наблюдались грубые «вырывы» металла в местах, где труба имеет овальную форму, т. е. в зазорах между валками клетей, что свидетельствует о том, что в данном месте был избыток металла, перегибаемого под действием давящего усилия валков клетей в межвалковое расстояние.



Рис. 3. Внутренняя поверхность реверсионной трубы

В результате проведенной работы было установлено, что на образование дефекта «продир» на внутренней поверхности труб оказывает влияние качество нанесения графитовой смазки на раскатную оправку, качество самой смазки и распределение обжатий между прошивным станом и непрерывным станом (размер получаемой гильзы и выбор оптимальных скоростных режимов на непрерывном стане).

Рассмотрим эти факторы. 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. Это условие необходимо для обеспечения нормальных условий работы графитовой смазки.

Учитывая тот факт, что при прошивке заготовки диаметром 160 мм на прошивном стане внешний диаметр гильзы получали 208–209 мм, а не требуемый 215 мм, и то, что на внутренней поверхности гильзы наблюдался ярко выраженный винтовой

след с перепадом в толщине стенки, можно сделать вывод, что вышеуказанное условие для обеспечения нормальной работы графитовой смазки не выполнялось и просвет гильзы составлял намного меньшие значения. Это означает, что графитовая смазка на оправке при прокате находилась в сильно нагруженном состоянии.

Существенным фактором является качество нанесения смазки на поверхность оправки. При нанесении смазки с низкой вязкостью уменьшается толщина ее слоя и ухудшается адгезия смазки с рабочей поверхностью раскатной оправки.

Немаловажным параметром является соосность гильзы и оправки. При несоблюдении данного условия оправка движется не плавно вдоль оси прокатки, а испытывает колебания во время движения, что будет приводить к выдавливанию графитовой смазки из просвета гильзы и работе смазки в сильно нагруженном состоянии.

Все вышеперечисленные факторы способствуют возникновению прямого контакта относительно холодной поверхности раскатной оправки с внутренней поверхностью гильзы без участия графитовой смазки и вследствие этого образованию дефекта «продир».

При внешнем осмотре отдельных труб было отмечено, что дефекты, расположенные на внутренней поверхности, повторяют контуры дефектов на рабочей поверхности выработанных раскатных оправок.

Причинами же износа поверхности оправок являются относительное смещение трубы по оправке, недостаток технологической смазки на контакте и критический разогрев поверхности оправки [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.

При исследовании проб труб с дефектами была установлена взаимосвязь между возникновением дефектов на наружной и внутренней поверхности – на некоторых пробах четко видно, что при наличии таких дефектов, как «ужим» и «морщины» на наружной поверхности, в том же месте на внутренней поверхности наблюдается дефект «продир». Изменение скоростных режимов работы непрерывного стана позволяет уменьшить количество дефектов на наружной поверхности труб, а на внутренней – нет.

Если в непрерывный стан задавать гильзу с толщиной стенки больше оптимальной для данного скоростного режима работы стана и калибра валков клетей (еще и учитывая факт наличия винтового следа на внутренней и наружной поверхности гильзы), то металл гильзы в клетях непрерывного стана будет испытывать большие обжатия, т. е. находится в сложнапряженном состоянии под действием сил давления со стороны валков клетей и раскатной оправки. При этом внешние слои металла под давлением валков клетей будут стремиться перейти во внутренние, на которые, в свою очередь, воздействует раскатная оправка. При этом усиливаются процессы полигонизации – движение дислокаций кристаллической решетки металла и скоплению их в определенных местах – барьерах, препятствующих их дальнейшему движению. Таким образом, в данных условиях внутренние слои металла будут находиться в сильно нагруженном сложнапряженном состоянии.

Дальнейшие исследования технологического процесса позволили выявить следующие факторы, влияющие на образование дефекта «продир».

После окончания процесса прошивки внутренняя поверхность гильзы интенсивно окисляется, особенно в первые 10–100 с. Использование некачественного анти-

окислительного порошка, неудовлетворительное (неравномерное, недостаточное или избыточное) нанесение его на внутреннюю поверхность гильзы в связи с определенным технологическим временем перемещения гильзы (от прошивки заготовки до прокатки в раскатном стане) и на ее внутренней поверхности успевают образоваться окалина в количестве до 120–160 г/м². Попадание остатков неудаленной окалины в очаг деформации на контакт металла с раскатанной оправкой может послужить причиной образования дефекта «продир» на внутренней поверхности труб при раскатке [2].

Образование грубого дефекта «продир» на внутренней поверхности труб связано с образованием на заднем конце гильзы дефекта в виде тонкой металлической кромки.

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

Л и т е р а т у р а

1. Дефекты стальных слитков и проката / В. В. Правосудович [и др.]. – М. : Интермет Инжиниринг, 2006. – С. 142–143.
2. Данченко, В. Н. Непрерывная прокатка / В. Н. Данченко. – 2002. – С. 450.