

## РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ДЕФЕКТОВ ДЛЯ СВАРНЫХ ТРУБ

*Ю.И. Пашков, В.А. Лупин, М.А. Иванов*

## DEVELOPMENT OF CLASSIFIER OF DEFECTS FOR WELDED PIPES

*Yu.I. Pashkov, V.A. Lupin, M.A. Ivanov*

Представлены материалы по обоснованию и необходимости разработки межотраслевого классификатора дефектов сварных труб. Установлены единые термины и определения дефектов в основном металле и сварном соединении труб. Осуществлена классификация дефектов в зависимости от способа изготовления, технологии сварных труб, характера расположения дефектов. Определены нормативные требования на дефекты сварных труб и их ремонт.

*Ключевые слова: дефекты, сварка, сварное соединение, труба.*

Materials on justification and necessity for the development of intersectoral classifier of defects for welded pipes are presented. The uniform terms and definitions of defects in base metal and welded joint of pipes are set up. Classification of defects depending on the method of manufacture, technology of welded pipes and location of defects is carried out. Regulatory requirements for the defects of welded pipes and repair of them are defined.

*Keywords: defects, welding, welded joint, pipe.*

Создание единого межотраслевого классификатора дефектов для сварных труб обусловлено, во-первых, требованиями ФЗ «О техническом регулировании», касающегося непрерывного повышения качества и надежности выпускаемой продукции и ее конкурентоспособности на мировом рынке, а также формированием научно обоснованных требований качества современных сварных труб для сооружения и эксплуатации сверхмощных магистральных газонефтепроводов и других трубопроводных систем.

В начале XXI столетия намечалось разработать такой классификатор дефектов для сварных труб. Однако по субъективным причинам некоторых технических органов данная работа не была завершена. Поэтому считаем целесообразным разработать единый классификатор дефектов для сварных труб.

Межотраслевой классификатор дефектов сварных труб предназначен для изготовления сварных труб, используемых для строительства и эксплуатации различных техногенноопасных трубопроводов. Возможно использование данного документа и для других трубопроводов с меньшими рабочими параметрами эксплуатации. Классификатор может быть использован в качестве рекомендательного документа с последующим переводом в национальный стандарт.

Для обеспечения информационной совместимости в сфере производства и потребления труб должны быть установлены единые термины и оп-

ределения дефектов, носящие общий или частный характер. Для каждого понятия должен быть установлен один термин.

Устанавливаемые термины и определения дефектов в классификаторе должны быть гармонизированы с учетом требований отечественных и международных стандартов (ГОСТ 21014, ГОСТ 26877, ГОСТ 2.601, ГОСТ 3.1109, ГОСТ 1.1–2002, DIN EN ISO 8785 и другие). Термины и определения дефектов в сварных трубах представлены ниже.

Дефекты сварного соединения трубы:

– трещина сварного соединения трубы – дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве или прилегающих к нему зонах;

– продольная или поперечная трещина сварного соединения – трещина сварного соединения, ориентированная вдоль или поперек оси сварного шва соответственно;

– микротрещина сварного соединения – трещина сварного соединения, обнаруженная при пятидесятикратном увеличении;

– свищ в сварном шве – дефект в виде воронкообразного углубления в сварном шве;

– пора в сварном шве – дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом;

– цепочка пор в сварном шве – группа пор в сварном шве, расположенных в линию;

– непровар – дефект в виде несплавления кромок в сварном соединении вследствие их неполного расплавления или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва;

– прожог сварного шва – дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны;

– шлаковое включение сварного шва – дефект в виде вкрапления шлака в сварном шве;

– подрез зоны сплавления – дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом;

– смещение сваренных кромок – неправильное положение сваренных кромок относительно друг друга;

– смещение шва – дефект в виде смещения (увод) наружного или внутреннего швов относительно друг друга;

– утонение стенки в зоне сварного соединения – уменьшение толщины стенки основного металла в зоне сварного соединения после удаления наружного и внутреннего грата;

– нарушение формы шва – наружный дефект сварного шва в виде неравномерности его высоты, неполноты заполнения.

Высота грата – величина выступа (грата) сварного шва относительно образующей поверхности трубы.

Высота остатка грата – величина остатка (грата) сварного шва относительно образующей поверхности трубы после удаления наружного и внутреннего грата.

Дефекты основного металла трубы:

– трещина – дефект в виде узкого разрыва металла, идущего в глубь стенки. Различают сквозную, внутреннюю и наружную трещины с различной ориентацией относительно оси трубы;

– расслоение – дефект в виде щелевидного разрыва внутренних слоев металла, не выходящих на поверхность трубы;

– закат – дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза и глубоких рисок;

– неметаллические включения – дефект металлургического происхождения внутри стенки трубы различной формы в виде неметаллических включений (оксиды, сульфиды, графит, шлак и т. п.);

– вмятина – дефект в виде углубления произвольной формы на поверхности трубы вследствие наличия дефектов на валках или инструменте;

– риска – дефект в виде углубления различной протяженности и ориентации, образовавшейся от царапанья поверхности металла изношенными валками;

– рванина – дефект технологического происхождения в виде раскрытого разрыва, расположенного перпендикулярно или под углом к кромкам заготовки;

– плена – дефект языкообразной формы в виде отслоения металла от основного тела трубы.

Классификация способов изготовления сварных труб, их сортамент, используемые стали и виды термообработки представлены в табл. 1.

Дефекты сварных труб в зависимости от технологических факторов предлагается разбить на три группы, которые представлены в табл. 2.

Дефекты в виде газовых пор или шлаковых включений могут быть: одиночные, цепочки или скопления.

К одиночным дефектам относят дефекты, которые по своему расположению не образуют цепочку или скопление.

К цепочке дефектов относят дефекты, которые расположены по одной линии в количестве не менее двух.

К скоплению дефектов относят дефекты с кучным расположением не менее трех.

Такая классификация дефектов сварных труб наиболее полезна изготовителям труб. При этом дефект может рассматриваться как индикатор несовершенства технологии производства труб или как результат внутреннего несоблюдения разработанной технологии. Предложенная классификация дефектов по технологическим признакам позволяет точнее устанавливать причины их возникновения и разрабатывать мероприятия по улучшению качества труб.

В отечественных стандартах ГОСТ 10705, ГОСТ 10706 и ГОСТ 20295 на сварные трубы отсутствуют нормативные требования на поверхностные и внутренние дефекты. Только в 2003 году введены эти требования в национальный стандарт на сварные трубы ГОСТ Р 52079, который гармонизирован с международными стандартами API 5L и ISO 3183. Кроме того, эти требования на допустимые и недопустимые дефекты в сварных трубах введены в национальный стандарт ГОСТ Р ISO 3183–2005 модифицированному по отношению к стандарту ISO 3183.

Размеры дефектов в сварных трубах необходимо устанавливать с учетом следующих рабочих параметров:

– уровень окружных напряжений в стенке трубы при эксплуатации должен быть не более 0,75 нормативного предела текучести основного металла;

– число циклов изменения внутреннего давления в трубопроводе ниже заданного на 30 % и более не должно превышать  $3 \cdot 10^3$  (статический режим нагружения);

Нормы дефектов при других режимах эксплуатации труб должны устанавливаться по согласованию между изготовителем и потребителем труб.

Недопустимые дефекты в основном металле труб:

– сквозные и несквозные трещины любых размеров;

– плены, рванины, расслоения и закаты, выходящие на поверхность, торцовые участки тру-

Таблица 1

Способы изготовления сварных труб

Тип трубы	Способ изготовления	Стандарт изготовления	Диаметр, мм	Толщина, мм	Класс прочности	Термообработка
I	Сварная труба прямошовная (с одним или двумя швами), сваренная дуговой сваркой	ГОСТ 10704, ГОСТ 10705, ГОСТ 10706, ГОСТ 20295, ГОСТ Р 52076 ГОСТ Р ISO 3183, ТУ, СТО	159–1420	4–50	К38–К80	Не т/о
II	Сварная труба спирально-шовная, сваренная дуговой сваркой	ГОСТ 8696, ГОСТ 20295, ГОСТ Р 52079 ГОСТ Р ISO 3183, ТУ, СТО	159–1420	3–25	К34–К60	Не т/о, локальная, объемная т/о
III	Сварная труба прямошовная (с одним швом), сваренная контактно-стыковой сваркой ТВЧ	ГОСТ 10704, ГОСТ 10705, ГОСТ 20295, ГОСТ Р 52079, ГОСТ Р ISO 3183, ТУ, СТО	10–630	1,2–22	К38–К60	Не т/о, локальная, объемная т/о
IV	Сварная высокопрочная труба прямошовная и спирально-шовная, сваренные дуговой сваркой	СТТ-08.00- 60.30.00- КТН- 035-1-05	1067, 1220	15–32	К56–К70	Не т/о

Таблица 2

Классификация дефектов сварных труб

№ групп	Классификация дефектов	Дефекты в основном металле сварных труб	Дефекты в сварном соединении труб
1	Поверхностные	Трещина, вмятина, закат, ужим, плена, окалина, подрез, риска, надрыв, задира, царапина	Подрез, задира, прожог, кратер, трещина, смещение валиков шва, наплывы, поры, остаток грата, смещение кромок, царапина, утяжина
2	Внутренние	Трещина, расслой, включения	Трещина, непровар, флокены, шлаковые включения, поры, механическая неоднородность
3	Геометрические	Кривизна, овальность, ужим, утонение, отклонение диаметра, разнотолщинность	Неравномерность ширины и высоты шва, неравномерность высоты грата, утонение стенки в сварном соединении при удалении грата

бы или зоны, примыкающие к линии сплавления шва;

– внутренние одиночные расслоения или цепочка расслоений металла размером, в любом направлении превышающим 80 мм, и площадью более 5000 мм<sup>2</sup>;

– внутренние расслоения шириной 10 мм и площадью более 100 мм<sup>2</sup>, примыкающие к линии сплавления шва, и в зонах, расположенных на длине 25 мм и менее от торца трубы;

– цепочка расслоений, если ее суммарная длина превышает 80 мм;

– забоины с плавными очертаниями и окалина при условии, если они выводят толщину стенки за пределы допустимых значений;

– одиночные наружные дефекты (плены, закаты, риски, неметаллические включения и прочие), глубина которых после зачистки выводит толщину стенки трубы за минусовые отклонения.

Недопустимые дефекты в сварном соединении труб:

– трещины, непровары, шлаковые включения, газовые поры, выходящие на наружную и внутреннюю поверхности шва;

---

– прожоги, поджоги, нарушения формы шва, раздвоения на неудаленной части наружного и внутреннего грата;

– совпадение подрезов в одном сечении по наружному и внутреннему швам;

– кратеры в сварных швах на концевых участках труб;

– высота усиления наружных швов должна быть не более 3 мм, а внутренних – не более 3,5 мм;

– смещение свариваемых кромок более 3 мм;

– подрезы глубиной более 0,5 мм.

В действующих отечественных стандартах на сварные трубы отсутствует единая система ремонта дефектов. В некоторых стандартах (ГОСТ 10705) вообще отсутствуют требования на ремонт дефектов, в ГОСТ 20295 запрещен ремонт поверхностных дефектов основного металла сваркой, в ГОСТ 10706 разрешается ремонт труб с дефектами без конкретизации участков трубы (основной ме-

талл или сварное соединение), а в ГОСТ Р 52076 допущено ремонтировать дефекты труб только сваренные дуговой сваркой, нет требований на ремонт дефектов в трубах ТВЧ. Такая бессистемная ситуация сформулированных требований в нормативных актах по ремонту дефектов в сварных трубах не может гарантировать и обеспечить их высокое качество и надежность при эксплуатации.

Поэтому предлагается использовать нормативные требования по ремонту дефектов в сварных трубах, сформулированные в американском стандарте API 5L (приложения В и С) и в европейском стандарте ISO 3183 (приложения В и G). Эти требования абсолютно идентичны и могут быть успешно использованы при ремонте дефектов в отечественных сварных трубах. Данное положение нашло отражение в национальном стандарте ГОСТ Р ISO 3183–2005.

*Поступила в редакцию 8 декабря 2011 г.*