Дергачев Артем Николаевич, Младший научный сотрудник ОАО НТЦ Промышленная Безопасность

Неразрушающий контроль и техническое диагностирование являются важными факторами обеспечения промышленной безопасности. Точное нахождение и идентификация дефектов лежит в основе безопасной и безаварийной работы узлов всех агрегатов, в том числе и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

Большинство технологических процессов предполагают определенные отклонения от требований технических норм. Требования к различным изделиям могут довольно сильно отличаться. Сварные соединения являются ответственными участками любой конструкции. Особое влияние на эксплуатационную надежность сварных соединений оказывают дефекты, возникающие на этапе изготовления. Главная их опасность - в снижении прочностных характеристик металла из которого изготовлена конструкция.

Испытания показывают, что поры создают наименьшую концентрацию напряжений по сравнению с другими дефектами. В то же время имеются случаи, когда именно поры становятся очагами усталостных разрушений. Механические свойства швов, содержащих поры, снижаются, в основном, за счет того, что последние уменьшают площадь поперечного сечения конструкции. Исключения составляют цепочки пор, а также поры в соединениях с протяженными швами. Здесь может произойти непредвиденное разрушение. Примерно одинаковое воздействие оказывают поры на стыковые и угловые сварные швы [16,18]. В нахлесточных соединениях поры практически не влияют на выносливость. Также важно отметить, что в сварных конструкциях места расположения пор играют большую роль, чем их размеры.

Опасность подрезов и непроваров следует рассматривать в рамках механики разрушения. С возрастанием глубины подреза выносливость соединения падает. На снижение циклической долговечности оказывают влияние также длина подреза и его острота.

Вершина непровара часто имеет достаточно острый надрыв, выявление которого методами неразрушающего контроля весьма затруднительно. Поэтому даже

небольшие непровары могут вызывать резкое снижение выносливости стыковых соединений. На долговечности соединения изменение глубины непровара сказывается в большей степени, чем изменение его длины [17].

Степень влияния смещения кромок на прочность сварных соединений зависит, главным образом, от характера нагрузок, а также чувствительности металла шва к концентраторам напряжений.

Основой любого из методов контроля является нормативно-техническая база. Она непосредственным образом влияет на результаты контроля качества конструкций. Существует множество нормативных документов, регламентирующих выбор аппаратуры, подготовку и проведение контроля, но при этом имеется значительный пробел в отношении оценки результатов контроля. После определения размеров дефекта встает новая задача: определение степени его опасности и вероятности развития. Чтобы спрогнозировать это, необходимо сделать поверочный расчет конструкции на прочность с учетом обнаруженного дефекта. Доходя до этого пункта, стандарты зачастую отсылают дефектоскописта, проводящего измерения, к нормативно-технической документации на контролируемое изделие.

Помимо этого, специалисты неразрушающего контроля в своей работе используют нормы допустимости дефектов. Нормы должны обеспечивать решение двух задач: гарантировать необходимые прочностные свойства сварных соединений и оказывать дисциплинирующее воздействие на технологию сварки [15].

Таблица 1. Различия норм допустимости пор

	ВСН-012-88	СНиП 3-42-80
Максимально допустимая суммарная площадь проекций пор на радиографическом снимке не до		
Наибольший из размеров пор в процентном отношении к толщине стенки трубы не превышает 20		
Во всех случаях максимальный размер поры не должен превышать 2,7 мм		

Документы, содержащие нормы допустимости, регламентируют нормы оценки качества сварных соединений технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на определенных опасных производственных объектах (ОПО). И зачастую для определенного типа конструкций существует по два и более стандартов. Например: для магистральных трубопроводов – ВСН-012-88 [1] и СНиП 3-42-80 [2]; для грузоподъемных машин – РД РОСЭК-001-96 [3], РД 24.090.97- 98 [4], РД 36-62-00 [5]; для резервуаров вертикальных стальных - ВСН 311-89 [6], СНиП 3.03.01-87 [7] и СНиП 3-18-75 [8], для объектов котлонадзора – ПБ-03-584-03 [9], РД-34.15.027-93 [10], ПБ-10-574- 03 [11] и ПБ-03-576-03 [12], для трубопроводов пара и горячей воды - СНиП 3.05.03-85 [13] и ПБ 10- 573-03 [14]. Порой содержащиеся в этих документах нормы допустимости дефектов (включения, поры, шлаковые включения, непровары, подрезы и др.), отличаются друг от друга в несколько раз. Различий не существует только по отношению к трещинам: их, как правило, не допускает ни один документ.

Рассмотрим документы, регламентирующие качество сварных соединений грузоподъемных машин. РД 24.090.97-98 в части проведения ультразвукового контроля ссылается на РД РОСЭК-001-96, однако отличия все же есть. Так, РД РОСЭК допускает эквивалентную площадь плоскодонного отверстия 7 мм, а РД 24.090.97-98 – 5 мм. Помимо этого, документ «Оборудование подъемно-транспортное. Требования к изготовлению, ремонту и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов» не разделяет сварные соединения на категории, как это сделано в РД РОСЭК. РД 36-62-00 также регламентирует качество изготовления грузоподъемных машин и значительно отличается от двух вышеназванных стандартов. Так, согласно РД 36-62-00, в сварных швах не допускаются непровары определенной глубины, тогда как РД 24.090.97-98 признает нерповары любого размера недопустимым дефектом. Помимо этого, только в РД- 36-62-00 подрезы и наплывы считаются недопустимыми дефектами.

Схожая ситуация и с нормативами на качество сварных соединений магистральных трубопроводов. Остановимся на двух документах: СНиП 3-42-80 и ВСН-012-88. Различия норм допустимости представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Иными словами, на участке шириной S и длиной 50 мм максимально допустимая площадь проекций пор согласно ВСН-012-88 будет составлять:

$0,05 \times 0,05 \times S = 0,0025S$

Исходя из норм СНиП 3-42-80, получим следующее:

0,2×0,2×S=0,04S. Это максимально возможная площадь одной поры. На участке длиной 30 мм таких пор может быть несколько. Получается, что нормы СНиПа в 16 раз «мягче» норм ВСН-012-88.

При максимальном размере поры, равном 10% от S, допустимая площадь одной поры равна 0,01S. То есть допускают дефект в 64 раза больший, нежели ВСН-012-88.

С другой стороны, в СНиПе оговорено, что максимальный допустимый размер поры 2,7 мм. Соответственно, площадь такой поры может составлять 7,29 мм2. В то время как другой документ допускает суммарную площадь пор от 0,11 до 0,45 мм2.

Кроме того, подрезы оговариваются только в ВСН, а СНиП никаких требований к данному виду дефектов не предъявляет.

Теперь обратимся к нормам на промысловые трубопроводы. Это все тот же ВСН-012-88 и РД 39-132-94. В отношении шлаковых включений тут нет одинаковой трактовки. Так, РД допускает длину шлаковых включений не более 1/6 от периметра стыка, а ВСН от 0,5 до 2 толщин стенки.

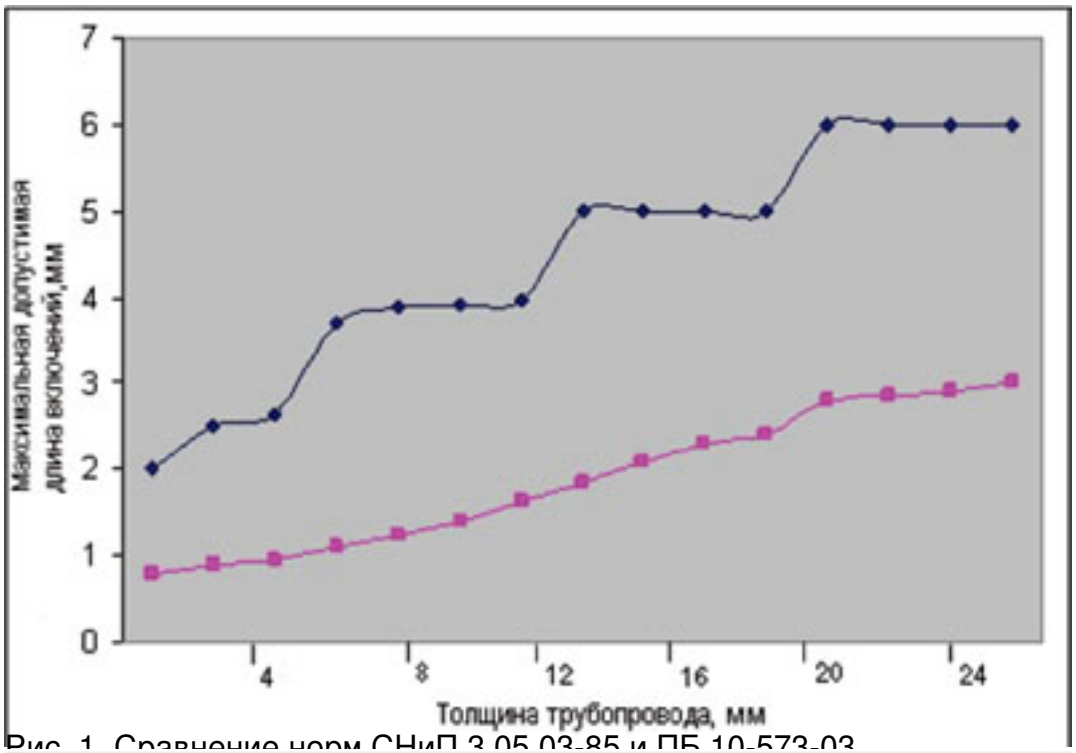


Рис. 1. Сравнение норм СНиП 3.05.03-85 и ПБ 10-573-03

