

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ СВАРКИ ТРУБОПРОВОДОВ

Мигачева Г.Н.

*Мигачева Галина Николаевна - кандидат технических наук, доцент,
кафедра технологии машиностроения, сертификации
и методики профессионального образования,
Институт инженерно-педагогического образования,
Российский профессионально-педагогический университет высшего образования,
г. Екатеринбург*

Аннотация: в статье приведены данные по методам оценки качества сварки трубопроводов, сравнение возможностей различных методов контроля качества сварки, приведены выборки дефектов сварных швов.

Ключевые слова: сварка магистральных трубопроводов, методы неразрушающего контроля, дефекты сварных швов, контроль качества.

В настоящее время средний срок эксплуатации около 40% магистральных газопроводов превысил 30-летний рубеж. Старение магистральных трубопроводов влечет за собой большой объем работ по их ремонту и реконструкции [1]. Неразрушающий контроль (НК) качества сварных соединений – важнейшая технологическая операция, выполняющая функцию подтверждения соответствия качества сварочных работ требованиям нормативной документации, где ультразвуковой метод неразрушающего контроля (УЗК) является одним из основных. Современный уровень развития средств неразрушающего контроля и их многообразие также требуют рационального выбора способов, в зависимости от примененной технологии сварки и, в целом, от организации сварочно-монтажных работ на объекте.

Классификация видов НК установлена государственным стандартом ГОСТ Р 56542-2015. «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов» [2]. Методы каждого вида неразрушающего контроля классифицируются по следующим признакам:

- характеру взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом;
- первичным информативным параметрам;
- способам получения первичной информации.

Таблица 1. Применение методов НК

Вид НК	Обнаруживаемые дефекты	Сложность применения	Достоинства	Недостатки
ВИК	Наружные, видимые	Низкая	Низкая стоимость и сложность	Обнаружение только наружных дефектов
РК	Внутренние и наружные	Средняя	Не высокая сложность, возможность обнаружения внутренних и наружных дефектов, простота идентификации	Не возможность выявления трещиноподобных дефектов с малым раскрытием
УЗК	Внутренние и наружные	Высокая	Не высокая стоимость, возможность обнаружения внутренних и наружных дефектов и уменьшения трудоёмкости за счёт механизации и автоматизации	Сложность в идентификации дефектов, высокие требования к квалификации персонала.

В названии методов присутствуют классификационные признаки видов, свойственных данному методу неразрушающего контроля. Рассмотрим подробнее основные, применяемые при контроле сварных швов:

визуальный и измерительный контроль [3]., радиографический метод неразрушающего контроля [4]., ультразвуковой метод неразрушающего контроль [5].

Для сравнения методов НК и для наглядности результатов построим гистограмму (рис. 1).

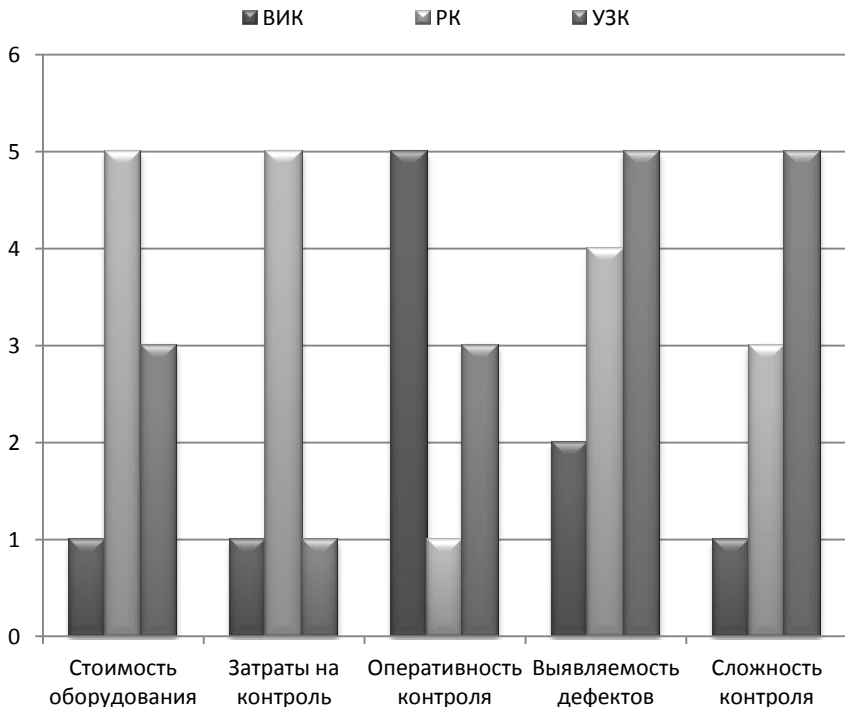


Рис. 1. Оценка методов НК

Как видно из представленной гистограммы по выявляемости дефектов на первом месте стоит УЗК, но в тоже время этот метод контроля является и самым сложным, и основной сложностью является идентификация вида и размера обнаруженного дефекта. Но затраты на контроль и оборудование УЗК гораздо меньше чем на РК позволяющего получить более точную информацию о видах и размерах дефектов. ВИК также менее затратен, но этот метод даёт информацию только о поверхностных дефектах, в следствие чего может применяться только совместно с другими методами позволяющими обнаруживать поверхностные и внутренние дефекты.

На основе результатов работы [7] с целью определения проблем при проведении НК сварных соединений, на основании заключений по НК, была проведена выборка наиболее часто встречающихся дефектов сварных швов при проведении капитального ремонта участка магистрального газопровода «Пунга-Ухта-Грязовец» Нюксенского ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Ухта».

В процессе анализа заключений по НК была составлена таблица по видам наиболее часто встречающихся дефектов сварных швов, результаты представлены на рис. 2. Из представленной диаграммы видно, что почти половина (47%) дефектов обнаружено в корне сварного шва, из которых около 10% (22% от общего числа дефектов) превышение проплава (провис), и около 8% (18% от общего числа дефектов) утяжины, такие дефекты не являются особо опасными, и допускаются если они не превышают установленных размеров.



Рис. 2. Диаграмма распределения дефектов сварных соединений МГ «Пунга-Ухта-Грязовец»

При монтаже магистральных трубопроводов применяются трубы Ду 700 – 1400, с толщиной стенки 8 – 21 мм. Сортамент труб применяемых при монтаже магистральных и технологических трубопроводов регламентирован ГОСТ 31447-2012 «Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия» [6].

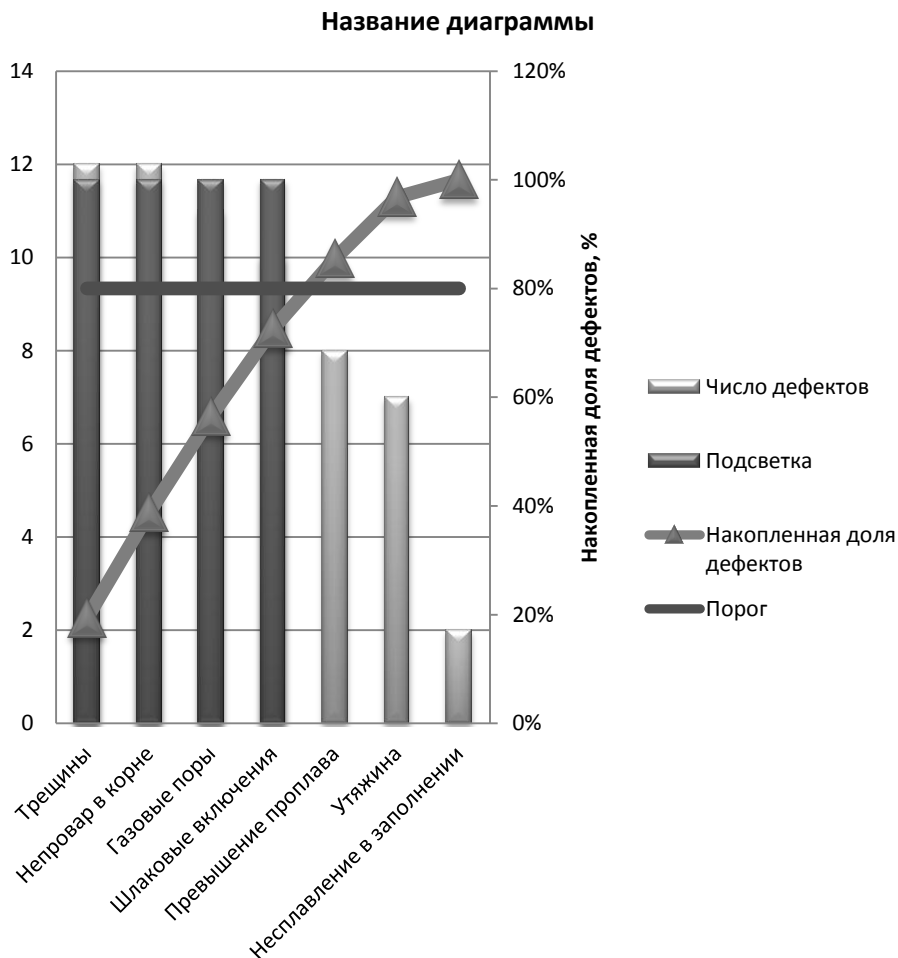


Рис. 3. Диаграмма распределения общего количества дефектов сварных соединений

Из представленных диаграммы видно, что по виду дефектов наибольшее влияние на качество сварочного процесса имеют дефекты типа: шлаковое включение; превышение проплава; утяжина. Но в тоже время при анализе процесса по критичности дефектов дефекты типа: превышение проплава и утяжина исключаются из списка дефектов оказывающих особое влияние на процесс сварки. Такие дефекты легко обнаруживаются при УЗК, но идентификация их затруднена в виду схожести показаний ультразвукового дефектоскопа при регистрации дефектов типа: трещина в корне; непровар; несплавление в корне; провис; утяжина. Помощь в идентификации таких дефектов может оказать визуальный контроль, но проведение такого контроля затруднено ограничением доступа к корню сварного шва, или радиографический контроль но он самый трудоёмкий и дорогостоящий из всех методов контроля.

При монтаже магистральных газопроводов самыми распространёнными видами дефектов являются дефекты сварных швов. Происхождение таких дефектов различно, и обусловлено разнообразными причинами. Но в данной работе мы рассматриваем не сами дефекты сварных швов, а процесс контроля, идентификации и определения допустимости дефектов.

При проведении контроля конечный продукт – заключение в котором указываются все обнаруженные дефекты, их размеры, местоположение, и допустимость по НТД.

При неверной идентификации дефекта происходит не верная оценка его допустимости, следовательно применимо к данному случаю возможно говорить о браке, как о недостоверно проведённом контроле.

Недостоверность контроля так же имеет различные причины. В первую очередь можно назвать – «человеческий фактор», и это зачастую – недостаточная квалификация специалистов, для минимизации данного фактора в предложенной работе приведены планы занятий по повышению квалификации дефектоскопистов ультразвукового контроля. Но существует ещё и такой фактор имеющий большое значение для результатов контроля как – «погрешность измерения» возникающий из-за изменений условий измерения, это составляющая систематической погрешности измерения, являющаяся следствием неучтенного влияния отклонения в одну или другую сторону какого-либо из параметров.

Для точного определения вида и координат дефектов обнаруженных при УЗК необходимо проводить дополнительные измерения, что возможно только при наличии достаточного времени и не возможно в трассовых условиях.

В следствии этого зачастую чтоб не допустить аварийной ситуации, дефекты классифицируются по более жёсткому признаку, и сварной шов вырезается, что приводит к увеличению продолжительности и удорожанию работ.

В связи с тем, что при больших объёмах сварочных работ в основном стали применяться механизированные и автоматизированные способы сварки, возникла потребность в оперативном выполнении значительных объёмов работ по НК сварных соединений. На основании анализа проведения работ по НК, приходим к выводу что самым оптимальным методом контроля, позволяющим выявить большинство дефектов сварных швов, можно признать УЗК. Для сокращения времени контроля целесообразно применение механизированного и автоматизированного ультразвукового контроля. При проведении механизированного и автоматизированного ультразвукового контроля возникают затруднения в идентификации вида дефектов в корне сварного соединения, к примеру дефекты типа «утяжина» и «непровар» регистрируются дефектоскопом одинаково, в то время как допустимые размеры первого: $h \leq 0,2S$, но $\leq 2,0$ мм; $l \leq 2S$, но ≤ 50 мм; $\Sigma d \leq 100$ мм, а второго гораздо меньше: $h \leq 0,05S$, но $\leq 0,75$ мм; $l \leq S$, но ≤ 15 мм; $\Sigma d \leq 30$ мм.

Для совершенствования контроля предлагается использовать автономный робот, позволяющий проводить визуальный контроль корня сварного шва [7].

Список литературы

1. Гостинин И.А., Вирясов А.Н., Семенова М.А. Анализ аварийных ситуаций на линейной части магистральных газопроводов. [Электронный ресурс] // «Инженерный Вестник Дона», 2013. № 1. Режим доступа <http://cyberleninka.ru/article/n/analizavariynyhsituatsiyinalineynoychastimagistralnyhgazoprovodov> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус. / (дата обращения: 21.03.2018).
2. ГОСТ Р 56542-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. Введ. 2016-06-01. Москва: Стандартинформ, 2015. 15 с.
3. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. Введ. 2003-07-17. Екатеринбург: Урализдат, 2004. 88 с.
4. ГОСТ 7512-82. Межгосударственный стандарт. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод (с Изменением № 1). Взамен ГОСТ 7512-75. Введ. 1982-12-20. Введ. 2013-01-01. Москва: Издательство стандартов, 1982. 32 с.

5. ГОСТ Р 55724-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые Введ. 2015-07-01. М.: Стандартиформ, 2014. 44 с.
 6. ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением. Введ., 2012. 11–22. Москва: Стандартиформ, 2014. 36 с.
 7. *Мигачева Г.Н., Зыков Д.В.* Анализ причин брака монтажа магистральных трубопроводов / Сборник статей 4 Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под научной редакцией Б.Н. Гузанова // Екатеринбург: РГППУ, 2017. С. 117-122.
-