

УДК 622.692.4

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЛАСТМАССОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

**QUALITY CONTROL OF INSTALLATION WORKS
WHEN CONSTRUCTING PLASTIC GAS PIPELINES**

**Д.А. Виноградов, С.В. Астраханцев, А.К. Ращепкин, Э.В. Риянов,
П.Д. Швецов**

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

**Dmitriy A. Vinogradov, Sergey V. Astrakhantsev, Andrey K. Rashchepkin,
Emil V. Riyanov, Pavel D.Shvetsov**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

e-mail: _vinogradov@mail.ru

Аннотация. В статье приводится сравнительный анализ существующих норм неразрушающего контроля для стальных и пластмассовых газопроводов. При сравнении работы полиэтиленового и стального газопроводов с одним и тем же давлением становится понятно, что полиэтиленовые газопроводы работают с гораздо меньшим запасом прочности, однако процент контролируемых стыков у них в 2-4 раза меньше, чем у стальных трубопроводов. Полиэтиленовые газопроводы являются ничуть не менее опасными производственными объектами, чем стальные газопроводы и на наш взгляд существующие нормы неразрушающего контроля полиэтиленовых газопроводов следует увеличить и довести до уровня стальных подземных газопроводов. В сварных соединениях полиэтиленовых газопроводов при проведении ультразвукового контроля выявляются: дефекты по зоне сплавления;

дефекты, расположенные в сечении, соответствующем толщине стенки трубы, а также включения материала грата.

Делается вывод о необходимости увеличения объемов контроля стыковых соединений пластмассовых газопроводов и доведения их до уровня объемов стальных газопроводов.

Представлены требования для контроля монтажных работ на всех стадиях строительства пластмассового газопровода.

Abstract. The article provides a comparative analysis of existing non-destructive testing standards for steel and plastic gas pipelines. When comparing the work of polyethylene and steel gas pipelines with the same pressure, it becomes clear that polyethylene gas pipelines work with a much smaller margin of safety, but the percentage of controlled joints in them is 2-4 times less than that of steel pipelines. Polyethylene gas pipelines are no less dangerous production facilities than steel gas pipelines, and in our opinion, the existing standards for non-destructive testing of polyethylene gas pipelines should be increased and adjusted to the level of steel underground gas pipelines. In the welded joints of polyethylene gas pipelines during ultrasonic testing, there are: defects in the fusion zone; defects located in the cross section corresponding to the thickness of the pipe wall, as well as inclusions of the grata material.

It is concluded that it is necessary to increase the volume of control over the butt joints of plastic gas pipelines and bring them to the level of steel gas pipelines.

Requirements for controlling installation work at all stages of the construction of a plastic gas pipeline are presented.

Ключевые слова: пластмассовые газопроводы, неразрушающий контроль пластмассовых газопроводов, сварные соединения, дефекты сварных соединений пластмассовых труб

Key words: plastic gas pipelines, non-destructive testing of plastic gas pipelines, welded joints, defects of plastic pipe welded joints

Организации, осуществляющие строительство, монтаж и ремонт газопроводов, обязаны обеспечить контроль на всех стадиях производства работ. Однако по существующим нормам неразрушающий контроль полиэтиленовых газопроводов проводится в гораздо меньших объемах, чем это необходимо. Авторами данной статьи был проведен *сравнительный анализ существующих норм неразрушающего контроля для стальных и пластмассовых газопроводов.*

Большой процент пластмассовых газопроводов эксплуатируется при давлении свыше 0,3 МПа. При таком давлении на стальных подземных трубопроводах должно проверяться 100 % стыков.

Для пластмассовых трубопроводов установлены следующие нормы.

Стыковые соединения полиэтиленовых газопроводов, сваренные с помощью сварочной техники с ручным управлением, проверяются методом ультразвукового контроля в объемах, предусмотренных для подземных стальных газопроводов, т.е. в объеме 100 %.

Стыковые соединения подземных полиэтиленовых газопроводов, сваренные с помощью сварочной техники со средней степенью автоматизации, проверяются методом ультразвукового контроля в объеме от общего числа стыков, сваренных каждым сварщиком (но не менее одного стыка), в зависимости от давления газа в газопроводе [1]:

- до 0,005 МПа в объеме 6 % (для стальных газопроводов – 10 %);
- свыше 0,005 МПа до 0,3 МПа в объеме 25 % (для стальных газопроводов – 50 %);
- свыше 0,3 МПа до 0,6 МПа в объеме 50 % (для стальных газопроводов – 100 %);
- до 0,005 МПа, прокладываемые в пучинистых грунтах (кроме слабопучинистых), просадочных II типа, набухающих, вечномерзлых и в других особых условиях в объеме 12 % (для стальных газопроводов – 25 %);

- свыше 0,005 МПа до 0,6 МПа, прокладываемые вне поселений за пределами границы их перспективной застройки в объеме 10 % (для стальных газопроводов – 20 %).

Стыковые соединения полиэтиленовых газопроводов, сваренные с помощью сварочной техники с высокой степенью автоматизации, проверяются методом ультразвукового контроля, в объеме от общего числа стыков, сваренных каждым сварщиком (но не менее одного стыка), в зависимости от давления газа в газопроводе:

- до 0,005 МПа в объеме 3 % (для стальных газопроводов – 10 %);
- свыше 0,005 МПа до 0,3 МПа в объеме 12 % (для стальных газопроводов – 50 %);
- свыше 0,3 МПа до 0,6 МПа в объеме 25 % (для стальных газопроводов – 100 %);
- до 0,005, прокладываемые в пучинистых грунтах (кроме слабопучинистых), просадочных II типа, набухающих, вечномёрзлых и в других особых условиях в объеме 6 % (для стальных газопроводов – 25 %);
- свыше 0,005 МПа до 0,6 МПа, прокладываемые вне поселений за пределами границы их перспективной застройки в объеме 5 % (для стальных газопроводов – 20 %).

Конечно, степень автоматизации сварочного оборудования влияет на качество сварного шва, но лишь за счет точного соблюдения параметров сварочного процесса. На качество сварного шва могут влиять и другие факторы, такие как невыявленные дефекты труб, материал труб, температура окружающей среды, ветер, влажность и т.п.

При сравнении работы полиэтиленового и стального газопроводов с одним и тем же давлением становится понятно, что полиэтиленовые газопроводы работают с гораздо меньшим запасом прочности, однако процент контролируемых стыков у них в 2-4 раза меньше, чем у стальных трубопроводов.

Полиэтиленовые газопроводы являются ничуть не менее опасными производственными объектами, чем стальные газопроводы и на наш взгляд существующие нормы неразрушающего контроля полиэтиленовых газопроводов следует увеличить и довести до уровня стальных подземных газопроводов.

Контроль должен включать проверку:

- аттестации персонала;
- наличия аттестации технологии сварки;
- наличия аттестации сварочного и контрольного оборудования, аппаратуры, приборов и инструментов;
- качества материалов (стальных и полиэтиленовых труб, изоляционных покрытий, сварочных, в том числе материалов для дефектоскопии);
- основания под трубопровод;
- организации и осуществления операционного контроля (визуального и измерительного) сварных соединений;
- организации и осуществления контроля качества сварных соединений разрушающими и неразрушающими методами, а также контроля качества изоляционных покрытий;
- организации контроля исправления дефектов.

Сварные соединения подлежат визуальному и измерительному контролю с целью выявления наружных дефектов всех видов, а также отклонений по геометрическим размерам и взаимному расположению элементов.

Допуски по геометрическим размерам, отклонениям по диаметру, овальности поперечного сечения элементов газопроводов, взаимному несовмещению свариваемых изделий не должны превышать норм, предусмотренных нормативно-технической документацией [2].

Неразрушающий контроль сварных соединений проводится при положительных результатах визуального и измерительного контроля.

Визуально-измерительный, радиографический и ультразвуковой контроль (УЗК) качества сварных соединений производится в соответствии с требованиями государственных стандартов и нормативно-технических документов.

В сварных соединениях полиэтиленовых газопроводов при проведении УЗК выявляются: дефекты по зоне сплавления; дефекты, расположенные в сечении, соответствующем толщине стенки трубы, а также включения материала грата. Выявление дефектов в грате не гарантируется.

Дефекты сварных соединений полиэтиленовых газопроводов по результатам ультразвукового контроля относят к одному из следующих видов [3-5]:

- непротяженные (компактные) – поры, отдельные механические включения, примеси;
- протяженные – несплавления, трещины, цепочки и скопления пор и включений.

К протяженным дефектам относят дефекты, условная протяженность которых равна или более значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Условная протяженность дефекта

Толщина стенки полиэтиленовой трубы, мм	Условная протяженность дефекта, мм
4-8	5
более 8-12	10
более 12-31	15

К непротяженным дефектам относят дефекты, условная протяженность которых не превышает значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2. Непротяженные (одиночные) дефекты

Критерии оценки качества	Условное обозначение труб SDR 11														
	Ø63x5,8	Ø 75x6,8	Ø 90x8,2	Ø 110x10	Ø 125x11,4	Ø 140x14,6	Ø 160x14,6	Ø 180x16,4	Ø 200x18,2	Ø 225x20,5	Ø 250x22,7	Ø 280x25,4	Ø 315x28,6		
Условная протяженность дефекта, мм	5	5	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15		
Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	6	6	5	6	6	5	5	6	7	7	8	9	10		
Критерии оценки качества	Условное обозначение труб SDR 17,6											SDR 9	SDR 7,4		
	Ø 90x5,1	Ø 110x6,3	Ø 125x7,1	Ø 140x8,0	Ø 160x9,1	Ø 180x10,3	Ø 200x11,4	Ø 225x12,8	Ø 250x14,2	Ø 280x15,9	Ø 315x17,9	Ø 180x20,0	Ø 110x15,1	Ø 160x21,9	Ø 225x30,8
Условная протяженность дефекта, мм	5	5	5	5	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15
Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	9	10	10	10	8	9	10	8	8	9	10	6	4	5	8

Сварные соединения полиэтиленовых газопроводов считают забракованными, если в них обнаружены:

- непротяженные и протяженные дефекты, эхо-сигнал от которых вызывает срабатывание индикаторов дефектоскопа на браковочном уровне чувствительности;

- непротяженные дефекты (независимо от амплитуды эхо-сигнала от них), количество которых на периметре стыка превышает значения, приведенные в таблице 2;

- протяженные дефекты, условная протяженность которых равна или превышает значения, приведенные в таблице 3;

- протяженные дефекты (независимо от амплитуды эхо-сигнала от них), количество которых на периметре стыка превышает значения, приведенные в таблице 3;

- дефекты с суммарной условной протяженностью, превышающей $1/6$ периметра стыка.

Сварные соединения полиэтиленовых газопроводов считают *годными*, если:

- в них не обнаружен ни один дефект;

- количество дефектов не превышает значений допустимых.

При проведении контроля сварных стыков труб, типоразмеры которых не поименованы в таблицах 2 и 3, а диаметр и толщина стенки этих труб соответствуют требованиям, допустимую условную протяженность дефектов и допустимое количество дефектов на периметре стыка следует определить следующим образом:

- определить в таблицах 2 и 3 интервал между двумя типоразмерами труб, в который попадает типоразмер контролируемого соединения;

- принять браковочные параметры для контролируемого соединения, такими же как, для того типоразмера труб из выбранного интервала, в котором допустимое количество дефектов на периметре стыка является наименьшим [6, 7].

Таблица 3. Протяженные дефекты

Критерии оценки качества	Условное обозначение труб SDR 11														
	Ø63x5,8	Ø 75x6,8	Ø 90x8,2	Ø 110x10	Ø 125x11,4	Ø 140x14,6	Ø 160x14,6	Ø 180x16,4	Ø 200x18,2	Ø 225x20,5	Ø 250x22,7	Ø 280x25,4	Ø 315x28,6		
Условная протяженность дефекта, мм	10	10	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30		
Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	4	4	5		
Критерии оценки качества	Условное обозначение труб SDR 17,6											SDR 9	SDR 7,4		
	Ø 90x5,1	Ø 110x6,3	Ø 125x7,1	Ø 140x8,0	Ø 160x9,1	Ø 180x10,3	Ø 200x11,4	Ø 225x12,8	Ø 250x14,2	Ø 280x15,9	Ø 315x17,9	Ø 180x20,0	Ø 110x15,1	Ø 160x21,9	Ø 225x30,8
Условная протяженность дефекта, мм	10	10	10	20	20	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30
Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	5	6	6	4	4	4	5	4	4	4	5	3	2	3	4

Вместе с ростом применения пластмасс в строительстве трубопроводов и с увеличением объема их сварки растут и требования к качеству сварных соединений труб из пластмасс. Известно, что качество сварного соединения различных материалов определяется не только правильно выбранной технологией и сварочным оборудованием, но и совершенством метода контроля качества шва.

Выводы

В отработке технологии и создании оборудования для сварки пластмассовых труб за последние годы достигнуты значительные успехи. Контроль же качества сварных соединений из пластмассовых труб все еще связан с определенными трудностями, которые зависят от способа и технологии сварки, вида сварной конструкции, от свойств полимерного материала и его строения. Поэтому в настоящее время все большее значение приобретает повышение эффективности контроля качества сварных соединений полимерных материалов под действием механических нагрузок, высоких и низких температур, поверхностно-активных веществ, света, радиации [8].

Список используемых источников

1. Постановление Федерального горного и промышленного надзора России. Об утверждении правил безопасности систем газораспределения и газопотребления. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901856948> (дата обращения: 12.05.2019).

2. Приказ ОАО «Росгазификация». Об утверждении и введении в действие свода правил «Контроль качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов». М., 1999. 4 с. URL: https://znaytovar.ru/gost/2/SP_4210599_Kontrol_kachestva_s.html (дата обращения: 12.05.2019).

3. Выборнов В.И. Ультразвуковая дефектоскопия. М.: Металлургия, 1985. 256 с.
4. Крауткремер И., Крауткремер Г. Ультразвуковой контроль материалов. М.: Металлургия, 1991. 752 с.
5. Кретов Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении. С. Петербург: Изд-во Радиоавионика, 1995. 327 с.
6. Катаев Р.Ф. Сварка пластмасс. Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2008. 138 с.
7. Шестопал А.Н., Васильев Ю.С., Минеев Э.А. и др. Справочник по сварке и склеиванию пластмасс. Киев: Техника, 1986. 192 с.
8. Балабина Г.В., Истратов И.Ф. Контроль качества сварных соединений из пластмасс в строительстве. М.: Стройиздат, 1975. 196 с.

References

1. Postanovlenie Federal'nogo gornogo i promyshlennogo nadzora Rossii. Ob utverzhdenii pravil bezopasnosti sistem gazoraspredeleniya i gazopotrebleniya [Resolution of the Federal Mining and Industrial Supervision of Russia. About the Approval of Safety Rules of Systems of Gas Distribution and Gas Consumption]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901856948> (accessed 12.05.2019). [in Russian].
2. Prikaz OAO «Rosgazifikatsiya». Ob utverzhdenii i vvedenii v deistvie Svoda pravil «Kontrol' kachestva svarnykh soedinenii polietilenovykh gazoprovodov» [The Order of JSC «Rosgazifikatsiya». About the Statement and Introduction of the Code of Rules «Quality Control of Welded Connections of Polyethylene Gas Pipelines»]. Moscow, 1999. 4 p. Available at: https://znaytovar.ru/gost/2/SP_4210599_Kontrol_kachestva_s.html (accessed 12.05.2019). [in Russian].
3. Vybornov V.I. Ul'trazvukovaya defektoskopiya [Ultrasonic Flaw Detection]. Moscow, Metallurgy Publ., 1985. 256 p. [in Russian].

4. Krautkremer I., Krautkremer G. Ul'trazvukovoi kontrol' materialov [Ultrasonic Inspection of Materials]. Moscow, Metallurgy Publ., 1991. 752 p. [in Russian].

5. Kretov E.F. Ul'trazvukovaya defektoskopiya v energomashinostroenii [Ultrasonic Flaw Detection in Power Engineering]. Saint-Petersburg, Radioavionics Publ., 1995. 327 c. [in Russian].

6. Kataev R.F. Svarka plastmass [Welding of Plastics]. Yekaterinburg, USPTU Publ., 2008. 138 p. [in Russian].

7. Shestopal A.N., Vasil'ev Yu.S., Mineev E.A. e.a. Spravochnik po svarke i skleivaniyu plastmass [Handbook of Plastic Welding and Bonding]. Kiev, Technique Publ., 1986. 192 p. [in Russian].

8. Balabina G.V., Istratov I.F. Kontrol' kachestva svarnykh soedinenii iz plastmass v stroitel'stve [Quality Control of Plastic Welded Joints in Construction]. Moscow, Stroizdat Publ., 1975. 196 p. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Виноградов Дмитрий Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры прикладных и естественнонаучных дисциплин, Архитектурно-строительный институт УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Dmitriy A. Vinogradov, Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor, Assistant Professor of Applied and Natural Sciences Department, Institute of Architecture and Civil Engineering, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: _vinogradov@mail.ru

Астраханцев Сергей Викторович, ассистент кафедры прикладных и естественнонаучных дисциплин, Архитектурно-строительный институт УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Sergey V. Astrakhansev, Assistant of Applied and Natural Sciences Department, Institute of Architecture and Civil Engineering, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: asserv@mail.ru

Ращепкин Андрей Константинович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры прикладных и естественнонаучных дисциплин, Архитектурно-строительный институт УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Andrey K. Rashchepkin, Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor, Assistant Professor of Applied and Natural Sciences Department, Institute of Architecture and Civil Engineering, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rash01@list.ru

Риянов Эмиль Венерович, магистрант кафедры прикладных и естественнонаучных дисциплин, Архитектурно-строительный институт УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Emil V. Riyanov, Undergraduate Student of Applied and Natural Sciences Department, Institute of Architecture and Civil Engineering, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: adsfrds@yandex.ru

Швецов Павел Дмитриевич, магистрант кафедры прикладных и естественнонаучных дисциплин, Архитектурно-строительный институт УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Pavel D. Shvetsov, Undergraduate Student of Applied and Natural Sciences Department, Institute of Architecture and Civil Engineering, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: zina.shvetsova@mail.ru