

УДК 006.83:[622.694+620.197.5]

В.Н. Протасов¹, e-mail: protasov1935@rambler.ru; **Д.А. Коробов²**

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (Москва, Россия).

² ООО «Ланкор» (Москва, Россия).

Обеспечение требуемого уровня качества внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений стальных элементов нефтепромысловых трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием

Длительный опыт применения в нефтепромысловых трубопроводах стальной трубной продукции различного исполнения показал, что наиболее перспективным направлением является использование трубной продукции из углеродистой стали с наружным и внутренним полимерными покрытиями.

Однако преимущества нефтепромысловых трубопроводов из стальных элементов с наружным и внутренним полимерными покрытиями могут быть использованы на практике только при условии обеспечения требуемого уровня качества наружной и внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений. При этом на сегодняшний день в нефтегазовых компаниях РФ отсутствуют технические требования, регламентирующие необходимый уровень качества наружной и внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений нефтепромысловых трубопроводов из стальных элементов с полимерными покрытиями, а также уровень качества наружной и внутренней поверхностей сварных соединений.

В то же время методы противокоррозионной изоляции наружной поверхности сварных соединений стальных элементов трубопроводов с полимерными покрытиями обеспечивают требуемый уровень качества изоляции даже в отсутствие соответствующих технических требований нефтегазовых компаний.

Актуальной является задача разработки технических требований, определяющих уровень качества внутренней изоляции сварных соединений стальных элементов нефтепромысловых трубопроводов с полимерными покрытиями в заданных условиях эксплуатации в течение расчетного срока службы, а также методик контроля соответствия фактических характеристик внутренней изоляции сварного соединения требуемому уровню качества. В статье рассматривается методология разработки этих требований.

Отмечаются существенные недостатки применяемой внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений нефтепромысловых трубопроводов стальной защитной втулкой с эпоксидным покрытием с герметизацией зазора между втулкой и сварным соединением эпоксидной мастикой или уплотняющими манжетами из терморасширяющегося материала, а также разрабатываемой по заданию нефтегазовых компаний внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений, заключающейся в предварительном нанесении на концевые участки элементов трубопроводов покрытия из хромистых сталей с последующей сваркой биметаллических концов.

Обосновываются преимущества внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений стальных труб с эпоксидным покрытием бандажной лентой и внутренней раструбно-втулочной противокоррозионной изоляции сварных соединений труб с фасонными деталями, изолированными эпоксидным покрытием.

Ключевые слова: нефтепромысловый трубопровод, трубная продукция, внутреннее эпоксидное покрытие, сварное соединение, противокоррозионная изоляция соединений, требуемый уровень качества, техническое требование, недостатки применяемой изоляции, перспективный вид изоляции.

.....

V.N. Protasov¹, e-mail: protasov1935@rambler.ru; **D.A. Korobov²**

¹ Federal State Autonomous Educational Institution for Higher Education "Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)" (Moscow, Russia).

² Lancor LLC (Moscow, Russia).

Goal Quality Assurance of Inner Anti-Corrosive Protection of Welded Joints in Epoxy Coated Steel Pieces of Oilfield Pipelines

The analysis of long oilfield application of steel pipes in different versions showed the most promising trend to be the use of carbon steel tubular goods polymer coated from the outside and inside. Nevertheless, the oilfield use of pipelines made of steel pieces covered with polymer materials from the outside and inside can be beneficial in practice provided the goal quality of external and internal anti-corrosive protection of welded joints is assured. Besides, currently RF companies lack standards regulating the goal quality of external and internal anti-corrosive lining of welded joints in oilfield pipelines made of polymer coated steel pieces, as well as the goal quality of outer and inner faces of joints. Yet, anti-corrosive protection methods of external face of joints in steel pieces of polymer coated pipelines ensure goal quality of lining even in the absence of relevant standards with oil-and gas companies. Of current importance is the development of standards regulating the goal quality of inner anti-corrosive weld lining in polymer coated steel pieces of oilfield pipelines under specified operating conditions during their designed life, as well as a goal quality correspondence proving procedure to inner lining actual characteristics of a weld.

The article analyses the standards technology. It points out the principal drawbacks of inner anti-corrosive protection of welded joints now used for oilfield pipelines with an epoxy covered steel protective sleeve encapsulating the sleeve-joint gap with epoxy mastic or thermoexpanding packing, as well as of inner anti-corrosive protection of welded joints now under development on the instructions of oil-and gas companies consisting in precoating of end parts of pieces with chromium steel followed by welding of bimetallic ends. The article justifies the benefits of inner anticorrosive protection of welded joints in epoxy coated steel pipes with a binding band and bell-mouthed nipple protection of welded joints in pipes with epoxy insulated formed pieces.

Keywords: oil-field pipeline, tubular goods, inner epoxy coating, welded joint, anti-corrosive protection of joints, goal quality, standards, limitations of the protective used, promising protective type.

При строительстве, реконструкции и ремонте нефтепромысловых трубопроводов (НПТ) в Российской Федерации широко применяется трубная продукция:

1) из углеродистых сталей, в этом случае при эксплуатации трубопроводов из углеродистых сталей используются ингибиторы коррозии;

2) из низколегированных хромистых сталей;

3) из углеродистых сталей с наружным и внутренним полимерными покрытиями. Накопленный в течение длительного времени опыт применения стальной трубной продукции различного исполнения показал, что наиболее перспективным на сегодняшний день является использование трубной продукции из углеродистой стали с наружным и внутренним полимерными покрытиями. Данная продукция позволяет:

- существенно повысить энергоэффективность НПТ за счет предотвращения интенсивного образования твердых отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей на внутренней поверхности трубопровода;

- обеспечить требуемый уровень надежности НПТ, т. е. безотказность, долговечность и ремонтпригодность трубопровода;

- значительно сократить затраты на строительство, техническое обслуживание и ремонт НПТ.

Однако получить эти преимущества можно только в случае соответствия уровней качества различных видов трубной продукции из углеродистой стали с наружным и внутренним полимерными покрытиями и их сварных соединений с наружной и внутренней противокоррозионной изоляцией требованиям нефтегазовых компаний. Соподчиненность уровней качества, основанная на иерархическом принципе, представлена на рис. 1.

Уровень качества НПТ, прописанный нефтегазовыми компаниями в техническом задании на проектирование, определяется числовыми или качественными значениями норм на показатели потребительских свойств НПТ, являющихся критериями их качества, а также нормативными документами федерального уровня, устанавлива-

ющими определенные ограничения значений этих критериев, в частности уровня безопасности, и допустимыми для потребителя затратами на строительство, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт НПТ.

Комплекс потребительских свойств НПТ, соответствующий требованиям нефтегазовых компаний, представлен на рис. 2. Степень проявления каждого свойства, определяемую числовыми или качественными значениями норм на показатели этих свойств, должны также устанавливать нефтегазовые компании. Требуемые уровни качества НПТ из стальных элементов с наружным и внутренним полимерными покрытиями, отдельных элементов этих трубопроводов, их сварных соединений с наружной и внутренней противокоррозионной изоляцией регламентируют в стандартизированных или корпоративных технических требованиях.

На сегодняшний день технические требования нефтегазовых компаний, определяющие уровень качества НПТ из стальных элементов с наружным и внутренним полимерными покрытиями

Ссылка для цитирования (for citation):

Протасов В.Н., Коробов Д.А. Обеспечение требуемого уровня качества внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений стальных элементов нефтепромысловых трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2018. № 12. С. 48–55.

Protasov V.N., Korobov D.A. Goal Quality Assurance of Inner Anti-Corrosive Protection of Welded Joints in Epoxy Coated Steel Pieces of Oilfield Pipelines. Territorija "NEFTEGAS" = Oil and Gas Territory, 2018, No. 12, P. 48–55. (In Russian)

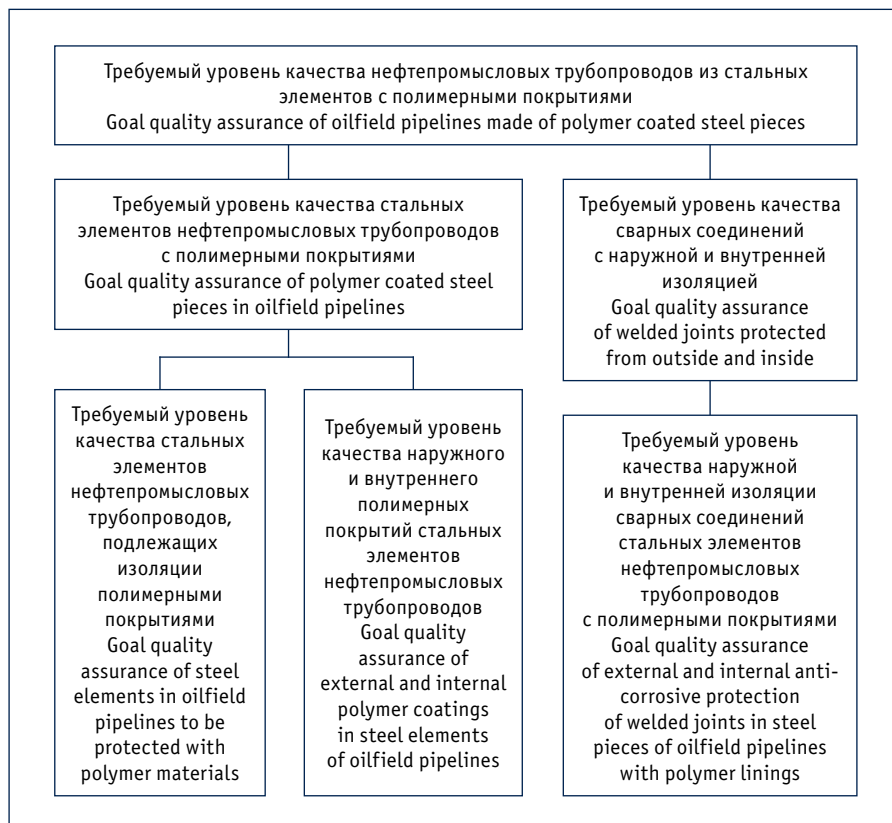


Рис. 1. Последовательность формулирования в соответствии с иерархическим принципом требуемого уровня качества нефтепромысловых трубопроводов из стальных элементов с полимерными покрытиями, отдельных элементов этих трубопроводов, их сварных соединений, структурных составляющих неделимых элементов (стальных элементов, подлежащих изоляции полимерными покрытиями, и полимерных покрытий этих элементов)

Fig. 1. Successive formulation according to the goal quality hierarchical principle for oilfield pipelines made of polymer coated steel pieces, for individual pieces of these pipelines, their welded joints, and structural components of primary units (steel pieces subjected to polymer lining, and polymer linings for these pieces)

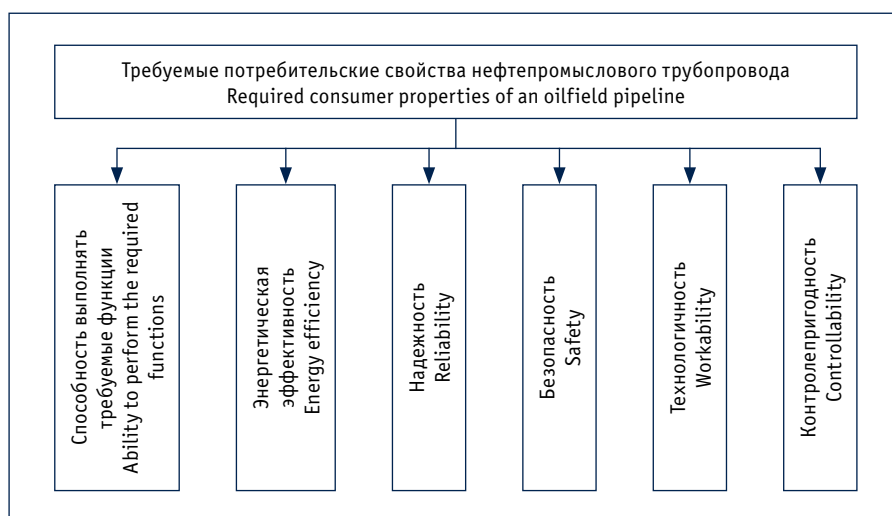


Рис. 2. Комплекс потребительских свойств нефтепромысловых трубопроводов, соответствующих требованиям нефтегазовых компаний

Fig. 2. A package of consumer properties for oilfield pipelines corresponding to the requirements of oil-and gas companies

ями, отсутствуют, что, в свою очередь, обусловило отсутствие технических требований к их сварным соединениям с наружной и внутренней противокоррозионной изоляцией.

Возможно, специалисты подразделений нефтегазовых компаний по эксплуатации трубопроводных систем полагают, что в стандартах, регламентирующих правила проектирования промышленных трубопроводов, требованиям к качеству сварных соединений уделено достаточно внимания, но это не так. В нормативной документации, определяющей уровень качества сварных соединений стальной трубной продукции с наружным и внутренним полимерными покрытиями, отсутствуют требования к качеству наружной и внутренней поверхностей этих соединений. В то же время от качества этих поверхностей в значительной мере зависит качество наружной и внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений.

Применяемые в настоящее время методы противокоррозионной изоляции наружной поверхности сварных соединений стальных элементов трубопроводов с полимерными покрытиями обеспечивают требуемый уровень качества изоляции даже в отсутствие соответствующих технических требований нефтегазовых компаний.

Актуальной является задача разработки технических требований, определяющих требуемый уровень качества внутренней изоляции сварных соединений стальных элементов НПТ с полимерными покрытиями в заданных условиях эксплуатации в течение расчетного срока службы, а также методик контроля соответствия фактических характеристик внутренней изоляции сварного соединения требуемому уровню качества. Технические требования к внутренней изоляции сварного соединения и прилегающих к нему неизолированных концевых участков стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием должны содержать:

- перечисление функций, выполняемых внутренней изоляцией;
- потребительские свойства внутренней изоляции, определяющие ее способность выполнять эти функции;

Таблица 1. Потребительские свойства внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений, обеспечивающие выполнение ею требуемых функций

Table 1. Consumer properties of inner anti-corrosive lining of welded joints ensuring its goal functions

Потребительские свойства внутренней изоляции сварных соединений Consumer properties of inner lining for welded joints	Функции внутренней изоляции Inner lining functions		
	Защита сварного соединения от контакта с транспортируемым продуктом Protection of a welded joint from cargo product contact	Сохранение внутреннего сечения трубопровода при строительстве Maintenance of inside dimension of a pipeline under construction	Предотвращение образования значительных твердых отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей Prevention of sizable solid accumulations of asphalt-resin-parafins and mineral salts
Пропускная способность Throughput	–	+	–
Несущая способность Carrying capacity	–	–	–
Барьерное действие по отношению к минерализованной водной среде Barrier action against mineralized aqueous medium	+	–	–
Адсорбционная активность по отношению к отложениям асфальтосмолопарафинов и минеральных солей Adsorptive activity against accumulations of asphalt-resin-parafins and mineral salts	–	–	+

Таблица 2. Нормы на показатели потребительских свойств внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений

Table 2. Requirements for indices of consumer properties of inner anti-corrosive lining of welded joints

Требуемые свойства Required properties	Показатели свойств Property indices	Нормы на показатели – критерии качества Requirements for indices – quality criteria
Пропускная способность Throughput	Относительное изменение внутреннего диаметра НПТ в зоне сварного шва с внутренней изоляцией, %, не более Relative bore changes in the inner protected weld zone of an oil-transfer pipeline %, maximum	Устанавливает эксплуатирующая организация Specified by an operating company
Несущая способность (carrying capacity): • сопротивление разрушению (breaking strength) • сопротивление сдвигу (shear strength)	Величина рабочего давления, вызывающего разрушения, МПа, не менее Service pressure value causing failure, MPa, minimum Усилие сдвига, при котором не происходит смещение изоляции, Н, не менее Shear at which no lining shift occurs, N, minimum	
Барьерное действие по отношению к минерализованной водной среде Barrier action against mineralized aqueous medium	Электрическое сопротивление, Ом, не менее Electric resistance, Ohm, minimum	
Адсорбционная активность по отношению к асфальтосмолопарафинам Adsorptive activity against accumulations of asphalt-resin-parafins	Относительная площадь отмыта водой пленки нефти с поверхности изоляции за 10 с, %, не менее Relative area of oil film shading from the lining surface within 10 sec, %, minimum	70 %

- расчетный срок службы внутренней изоляции;
- виды внешних воздействий на внутреннюю изоляцию при эксплуатации НПТ;
- показатели потребительских свойств внутренней изоляции в исходном состоянии и при различных видах внешних воздействий;
- нормы на показатели потребительских свойств – критерии качества.

Основными функциями внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений и неизолированных сварных концевых участков стальных элементов НПТ с внутренним эпоксидным покрытием являются:

- защита сварных соединений и прилегающих к ним участков неизолированной эпоксидным покрытием трубной стали от контакта с транспортируемым продуктом и его отдельными компонен-

тами в заданных условиях эксплуатации в течение расчетного срока службы;

- сохранение при внутренней изоляции сварных соединений внутреннего сечения НПТ на требуемом уровне для обеспечения проектного значения гидравлического сопротивления, технологичности при контроле и техническом обслуживании;
- предотвращение образования на внутренней поверхности сварных со-

единений НПТ значительных твердых отложений асфальтосмолопарафинов (АСПО) и минеральных солей при условии выполнения регламентированного технического обслуживания трубопроводов.

В таблицы 1 и 2 сведены потребительские свойства внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений, обеспечивающие выполнение ею требуемых функций, показатели потребительских свойств и нормы на показатели – критерии качества внутренней изоляции.

НЕДОСТАТКИ ВНУТРЕННЕЙ ИЗОЛЯЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ЗАЩИТНОЙ ВТУЛКОЙ С ГЕРМЕТИЗАЦИЕЙ ЗАЗОРА ЭПОКСИДНОЙ МАСТИКОЙ ИЛИ УПЛОТНЯЮЩИМИ МАНЖЕТАМИ

В последние годы широкое промышленное применение нашла внутренняя противокоррозионная изоляция сварных соединений стальных элементов НПТ с внутренним эпоксидным покрытием защитной втулкой, предусматривающая герметизацию зазора между втулкой и сварным соединением эпоксидной мастикой (рис. 3), или манжетой из терморасширяющегося материала, либо сочетанием двух последовательно расположенных манжет. К числу основных недостатков внутренней изоляции сварных соединений НПТ защитной втулкой с герметизацией зазора эпоксидной мастикой или уплотняющими манжетами относятся следующие.

1. Не обеспечивается герметизация зазора между защитной втулкой и внутренней поверхностью сварного соединения стальных элементов НПТ с внутренним эпоксидным покрытием с помощью эпоксидной мастики или различных уплотняющих манжет из-за большого допуска на внутренний диаметр этих элементов, значительных овальности их внутренней поверхности и волнистости эпоксидного покрытия на сопрягаемых поверхностях изолирующей втулки и элементов НПТ. В результате транспортируемый по трубопроводу коррозионно-активный продукт, проникая сквозь зазор, контактирует со сварным швом и прилегающими

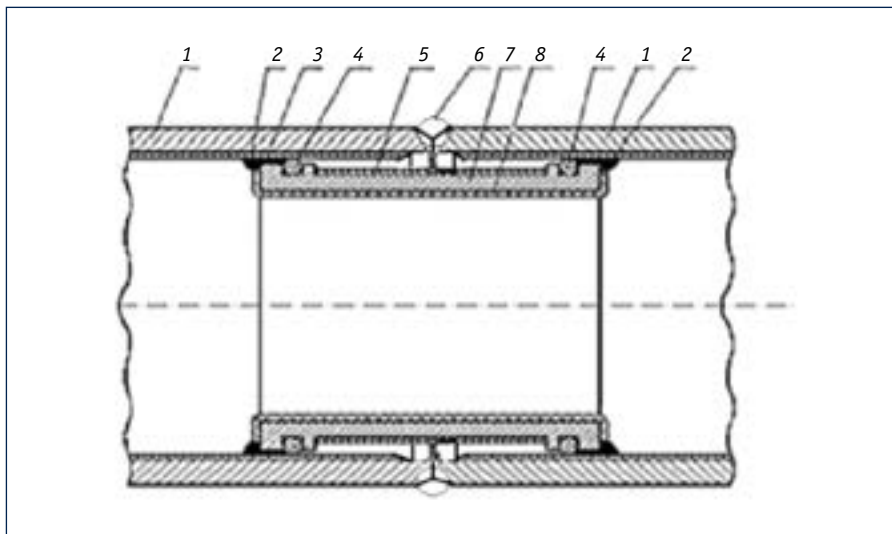


Рис. 3. Внутренняя противокоррозионная изоляция сварного соединения стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием защитной втулкой с герметизацией зазора между защитной втулкой и сварным соединением эпоксидной мастикой:

1 – стальные элементы трубопровода; 2 – валик герметика; 3 – покрытие внутреннее эпоксидное стальных элементов трубопровода; 4 – кольцо резиновое; 5 – теплоизоляция втулки защитной; 6 – сварной шов; 7 – втулка защитная; 8 – покрытие эпоксидное втулки защитной

Fig. 3. Inner anti-corrosive protection of welded joints in inner epoxy coated steel pipeline pieces with protective sleeve encapsulating the sleeve-joint gap with epoxy mastic:

1 – steel pipeline pieces; 2 – seal bed; 3 – epoxy inner lining of pipeline steel pieces; 4 – grommet; 5 – protective sleeve thermal insulation; 6 – welded joint; 7 – protective sleeve; 8 – protective sleeve epoxy coating

к нему неизолированными эпоксидным покрытием концевыми участками стальных элементов НПТ. Непонятно, почему специалисты нефтегазовых компаний по эксплуатации трубопроводных систем, хорошо зная, что внутренняя противокоррозионная втулочная изоляция не выполняют свою основную функцию – защиту сварного соединения от контакта с транспортируемым коррозионно-активным продуктом, продолжают широко применять эту изоляцию, затрачивая на нее значительные средства. При этом они утверждают, что, несмотря на контакт сварного соединения с транспортируемым коррозионно-активным продуктом, коррозионное разрушение сварного соединения и неизолированной эпоксидным покрытием трубной стали на сваренных концевых участках элементов НПТ не происходит, продукты коррозии отсутствуют. По их мнению, это объясняется отсутствием непрерывного течения транспортируемого продукта сквозь зазор между втулочной изоляцией и сварным соединением и, следовательно, непоступлением

в данную зону кислорода, необходимого для развития процесса коррозии стали. При этом специалистам в области коррозии металлов и сплавов хорошо известна достаточно опасная щелевая коррозия стали, при которой течение коррозионно-активной среды также отсутствует.

Не требуется непрерывное течение транспортируемого продукта сквозь зазор между втулкой и сварным соединением и для развития сероводородной коррозии стали и сульфидного растрескивания. Если транспортируемый продукт проникает в недостаточно герметизированный зазор между наружной поверхностью изолирующей втулки и сварным соединением, то даже в отсутствие непрерывного течения происходит диффузия компонентов транспортируемого продукта из области низкой концентрации за пределами изолирующей втулки в область высокой концентрации в негерметичном зазоре (осмос), что обеспечивает сохранение высокой коррозионной активности газожидкостной среды в зазоре.

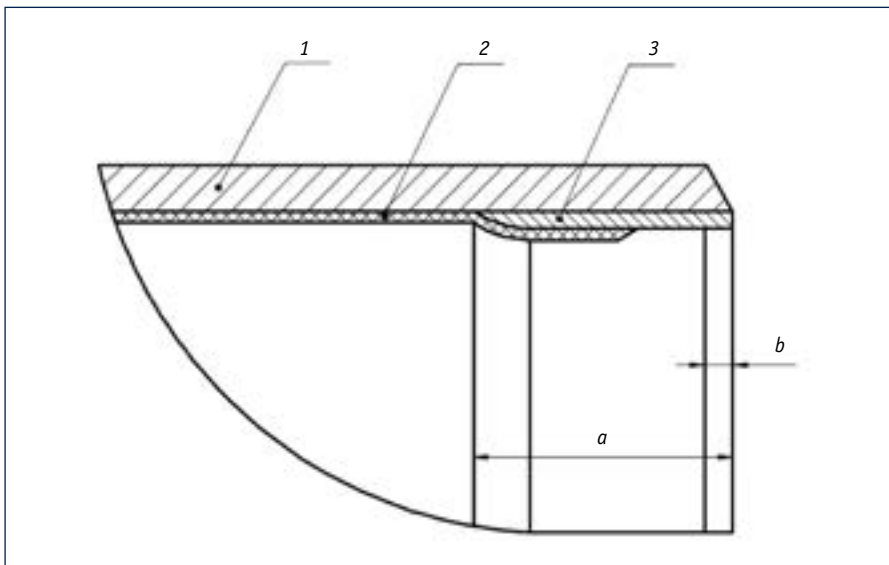


Рис. 4. Внутренняя противокоррозионная изоляция покрытием из хромистых сталей сварного соединения стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием:

1 – стальной элемент нефтепромыслового трубопровода; 2 – внутреннее эпоксидное покрытие стального элемента; 3 – хромоникелевое покрытие на концевом участке стального элемента; $a \geq 60$ мм; $b = 5 \dots 10$ мм

Fig. 4. Inner anti-corrosive chromium steel lining for a welded joint in steel epoxy coated pipeline pieces:

1 – a steel oilfield pipeline piece; 2 – inner epoxy steel pieces lining; 3 – chromium nickel coat on the end part of a steel piece; $a \geq 60$ mm; $b = 5 \dots 10$ mm

2. Уменьшается проходное сечение НПТ на участках с внутренней изоляцией сварных соединений защитной втулкой, что повышает гидравлическое сопротивление НПТ и в результате снижает его энергетическую эффективность. При этом затрудняется прохождение очистных устройств при техническом обслуживании НПТ и диагностирующих снарядов при контроле их технического состояния.

3. Изменяются гидродинамические характеристики потока транспортируемого продукта в местах сужения, вызываемого изоляцией сварного соединения защитной втулкой, что является причиной образования значительных отложений на этих участках. На выходе из втулочной изоляции происходит завихрение потока транспортируемой по НПТ газожидкостной смеси, что вызывает интенсивный износ эпоксидного покрытия.

4. Отсутствуют методы и технические средства контроля герметичности зазора между защитной втулкой и сварным соединением, обеспечиваемой эпоксидной мастикой или уплотняющими

манжетами. Необходимо отметить, что не может быть обеспечена герметизация зазора уплотняющими манжетами из терморасширяющихся материалов при повышенном давлении транспортируемого продукта.

НЕДОСТАТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ИЗОЛЯЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПOKРЫТИЕМ ИЗ ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ

По заданию нефтегазовых компаний производители стальных элементов НПТ с внутренним эпоксидным покрытием проводят работы по созданию на внутренней поверхности концевых участков этих элементов покрытия из хромистых сталей методами газотермической металлизации или наплавки до нанесения эпоксидного покрытия. Наносимое затем эпоксидное покрытие должно частично перекрывать покрытие из хромистой стали (рис. 4). При последующей сварке концевых биметаллических участков стальных элементов НПТ должна обе-

спечиваться коррозионная стойкость сварного шва.

Существенными недостатками внутренней противокоррозионной изоляции покрытием из хромистых сталей сварных соединений стальных элементов НПТ с внутренним эпоксидным покрытием являются следующие:

1) сложность выбора для внутреннего металлизационного или наплавленного покрытия концевых участков трубной продукции хромистой стали, обладающей необходимой свариваемостью и коррозионной стойкостью не ниже стойкости углеродистой стали с эпоксидным покрытием в средах, транспортируемых по НПТ. Накопленный нефтегазовыми компаниями опыт применения трубной продукции из низколегированных хромом сталей показал их недостаточную коррозионную стойкость в средах, транспортируемых по нефтесборным трубопроводам и водоводам, при достаточно высокой стоимости. Опытно-промышленные испытания внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений НПТ металлизационным покрытием из высокохромистой стали показали, что при сварке образуются трещины в металлизационном покрытии, вызывающие нарушение его защитной способности;

2) низкий уровень адгезии эпоксидных покрытий к хромистым сталям. Это обуславливает необходимость нанесения специального грунта, что технически сложно осуществить на действующих технологических линиях для нанесения внутреннего эпоксидного покрытия на стальную трубную продукцию;

3) сложно обеспечить требуемый уровень качества внутренней противокоррозионной защиты покрытием из хромистых сталей сварного соединения стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием при соблюдении требований нефтегазовых компаний по применению при сварке биметаллических концов этих элементов сварочных электродов, используемых для сварки трубной продукции из углеродистых сталей. В соответствии с действующими правилами при сварке биметаллов для корня шва и основного шва должны использоваться разные марки электродов, что значительно по-

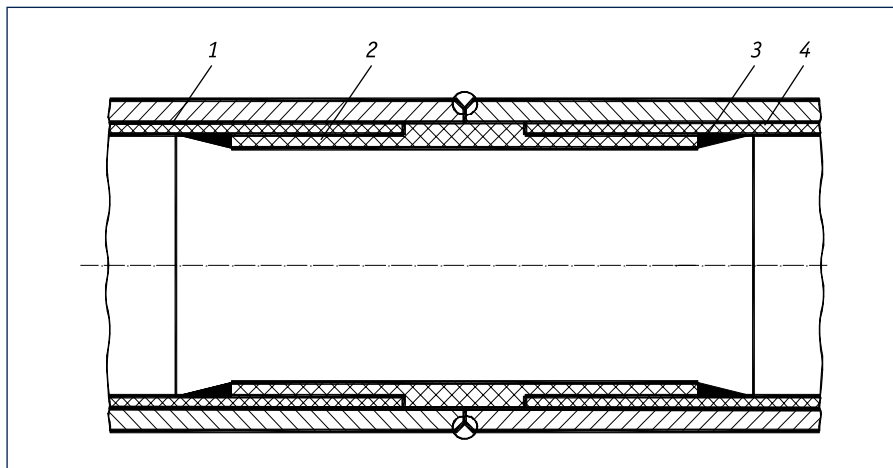


Рис. 5. Внутренняя противокоррозионная изоляция сварного соединения стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием бандажной ленты из композитного материала, пропитанного эпоксидным связующим:

1 – труба; 2 – бандажная лента, пропитанная жидким эпоксидным материалом; 3 – пропиточный эпоксидный материал, выдавленный из бандажной ленты при ее прижатии к трубе

Fig. 5. Inner anti-corrosive lining of a welded joint in steel epoxy coated pipeline pieces with a composite binding band soaked in epoxy binding material:

1 – pipe; 2 – binding band soaked in a liquid epoxy material; 3 – impregnating epoxy material sunken from a binding band when pressing to the pipe

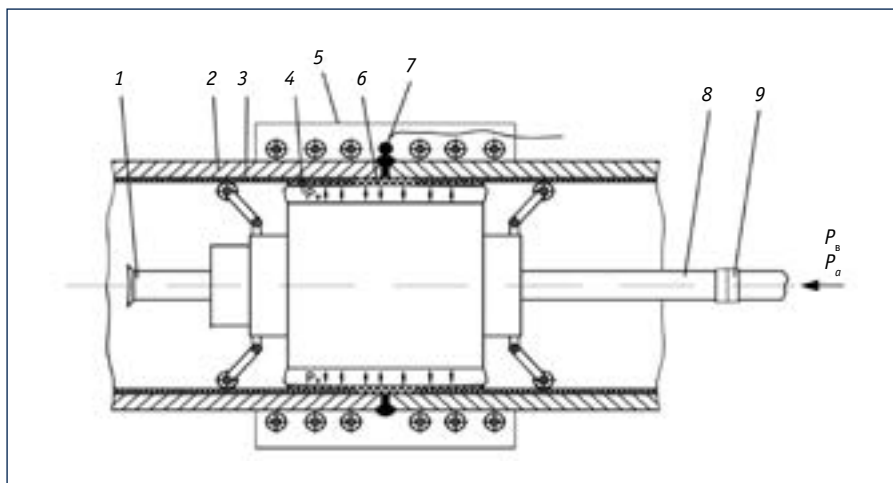


Рис. 6. Схема внутренней изоляции бандажной лентой сварного соединения гладких концевых участков стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием:

1 – видеоголовка; 2 – сваренные стальные элементы трубопровода; 3 – внутреннее эпоксидное покрытие сваренных стальных элементов трубопровода; 4 – раздувная головка; 5 – высокочастотный индуктор; 6 – лента бандажная; 7 – термопара индуктора; 8 – штанга транспортная полая; 9 – быстроразъемное соединение штанг транспортных; P_g – давление сжатого воздуха, подаваемого в раздувную головку для прижатия ленты бандажной к внутренней поверхности сваренных концевых участков стальных элементов трубопровода с внутренним эпоксидным покрытием

Fig. 6. Schematic illustration of inner weld protection with a binding band in spigots of steel epoxy coated pipeline pieces:

1 – video head; 2 – welded steel pipeline pieces; 3 – inner epoxy lining of welded steel pipeline pieces; 4 – inflating head; 5 – high-frequency inductor; 6 – binding band; 7 – inductor thermocouple; 8 – hollow transfer member; 9 – make-and-break coupling of transfer members; P_g – gas-pressure supplied into the inflating head to press a binding band to the inner surface of welded end parts of steel pieces epoxy coated from inside

высит затраты на строительство НПТ и ужесточит требования к квалификации сварщиков;

4) невозможно использовать внутреннюю противокоррозионную изоляцию сварных соединений покрытием из хромистых сталей при ремонте НПТ, поскольку технически сложно наносить в этих условиях покрытия из хромистых сталей методами газотермической металлизации или наплавки с последующим частичным перекрытием покрытия из хромистой стали эпоксидным покрытием. Поэтому при первом же ремонте НПТ внутренняя противокоррозионная изоляция покрытием из хромистых сталей будет заменена на внутреннюю противокоррозионную втулочную изоляцию со всеми сопутствующими данному виду защиты существенными недостатками.

ПРЕИМУЩЕСТВА ВНУТРЕННЕЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ИЗОЛЯЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ БАНДАЖНОЙ ЛЕНТОЙ

В настоящее время разработана внутренняя противокоррозионная изоляция сварных соединений стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием бандажной лентой из композитного материала, пропитанного эпоксидным связующим (рис. 5 и 6).

Жизнеспособность бандажной ленты, пропитанной эпоксидным связующим, при хранении в пленочной упаковке производителя составляет более 1 года при температуре не более 40 °С.

Преимущества внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений бандажной лентой по сравнению с внутренней изоляцией защитной втулкой:

- 1) исключается контакт транспортируемого продукта со сварным соединением стальных элементов НПТ с внутренними эпоксидными покрытиями;
- 2) сохраняется проходное сечение НПТ на участках внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений, что обуславливает сохранение проектного значения гидравлического сопротивления, не препятствует прохождению очистных поршней при удалении различных отложений и движению диаг-

ностических комплексов при контроле технического состояния НПТ;
 3) сокращаются временные затраты на проведение внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений;
 4) исключается влияние квалификации исполнителя и окружающей среды на качество внутренней противокоррозионной изоляции;
 5) снижается стоимость внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений;
 6) сокращаются затраты на ремонт НПТ. Необходимо отметить, что внутренняя противокоррозионная изоляция бандажной лентой предназначена для защиты сварных соединений гладких неизолированных концов стальных труб с внутренним эпоксидным покрытием. Данная изоляция нетехнологична при внутренней противокоррозионной изоляции сварного соединения труб с фасонными деталями НПТ, для которой разработана раструбно-втулочная изоляция (рис. 7).

ПРЕИМУЩЕСТВА ВНУТРЕННЕЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ РАСТРУБНО-ВТУЛОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДОВ С ВНУТРЕННИМ ЭПОКСИДНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Герметичность раструбно-втулочной изоляции сварного соединения стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием обеспечивается эластичными манжетами, установленными на концевых участках защитной втулки. При стягивании раструбов с помощью гидравлического приспособления эластичные манжеты принудительно сжимают в целях обеспечения необходимой деформации, создающей требуемую герметичность, и заданной величины зазора между торцевыми поверхностями раструбов трубы и фасонной детали при сварке. Преимущества внутренней противокоррозионной раструбно-втулочной изоляции сварных соединений стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием по сравнению с внутренней изоляцией гладких концов трубной продукции защитной втулкой:

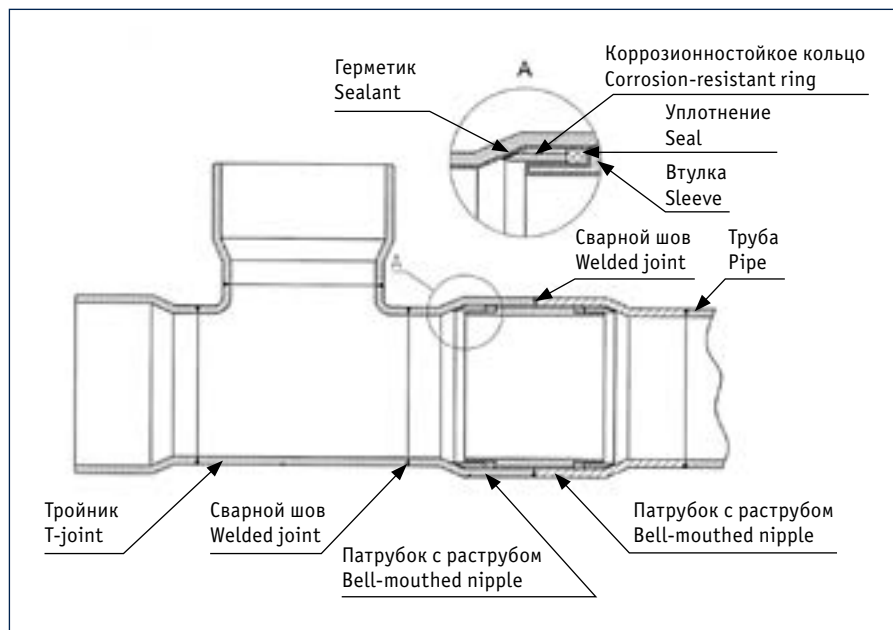


Рис. 7. Внутренняя противокоррозионная раструбно-втулочная изоляция сварных соединений стальных элементов трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием
 Fig. 7. Inner anticorrosive faucet-sleeve protection of welded joints in steel pipeline pieces epoxy coated from inside

- 1) исключается контакт транспортируемого по трубопроводу продукта со сварным соединением;
- 2) сохраняется проходное сечение трубопровода на участках внутренней противокоррозионной изоляции сварных соединений, что обуславливает проектное значение гидравлического сопротивления, не препятствует прохождению очистных поршней при удалении различных отложений и движению диагностических комплексов при контроле технического состояния трубопроводов;
- 3) уменьшаются временные затраты на внутреннюю противокоррозионную изоляцию сварных соединений;
- 4) исключается влияние квалификации исполнителя и окружающей среды на качество внутренней противокоррозионной изоляции;
- 5) обеспечивается более низкая стоимость защитной втулки для сварного соединения раструбных концов, обусловленная более простой конструкцией по сравнению с втулкой, используемой при внутренней изоляции сварного соединения гладких концов стальных элементов;
- 6) появляется возможность ремонта НПТ с внутренней противокоррозион-

ной раструбно-втулочной изоляцией сварных соединений.

При ремонте к соединяемым концам элементов НПТ привариваются раструбные патрубки с последующей внутренней противокоррозионной защитой сварных соединений бандажной лентой. В раструбные концы приваренных патрубков устанавливают втулку с эластичными манжетами. Затем раструбы стягивают с помощью гидравлического приспособления для обеспечения необходимой деформации эластичных манжет, создающей требуемую герметичность и заданный зазор между торцевыми поверхностями раструбов при сварке.

Литература:

1. Протасов В.Н. Теория и практика применения полимерных покрытий в оборудовании и сооружениях нефтегазовой отрасли. М.: Недра, 2007. 373 с.

References:

1. Protasov V.N. The Theory and Practice in Application of Polymeric Covers to Equipment and Building Constructions in Oil and Gas Industry. Moscow, Nedra, 2007, 373 p. (In Russian)