

УДК 622.279.23

РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗНУТРИ С ПОМОЩЬЮ ВСТАВНЫХ МУФТ

REPAIR PIPING INSIDE WITH INSERT COUPLINGS

Р.Г. Султанов,

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», филиал, г. Ишимбай, Российская Федерация

R.G. Sultanov,

FSBEI HPE “Ufa State Aviation Technical University”, branch, Ishimbay, the Russian Federation

Аннотация. В связи с большим объемом строительства трубопроводов в конце прошлого тысячелетия, увеличением доли строительства в неблагоприятных (заболоченных) условиях наступает период их интенсивных отказов из-за естественного старения, коррозии. Из-за высоких затрат сплошного и даже выборочного ремонта в последнее время все большее применение находит метод ремонта «труба в трубе», позволяющий значительно сократить дорогостоящую составляющую ремонта – земляные работы. Но, учитывая огромную протяженность трубопроводов, уложенных в заболоченной местности и вечной мерзлоте, а также уложенных в городской местности с широко разветвленными подземными и надземными коммуникациями, не представляется, ни техническая, ни финансовая возможность ремонта трубопроводов методом «труба в трубе» путем протягивания ремонтного трубопровода внутрь ремонтируемого на всем его протяжении. Применение данного классического метода не снижает затраты на ремонт и восстановление поврежденных коммуникаций. Причинами этого являются высокие технологические затраты введения в ремонтируемый трубопровод

пропитанных смолами гибких рукавов с последующей их вулканизацией, а также основанные на нанесении различных видов химических покрытий на внутреннюю поверхность существующего трубопровода, высокая стоимость различного рода ремонтных труб и покрытий.

Предложен метод ремонта локальных разрушений и повреждений протяженных трубопроводов, проложенных в сложных условиях, основанный на доставке при помощи штанг – труб, в место повреждения небольших по протяженности ремонтных вставных муфт, установки и закреплении их в назначенном месте с последующим извлечением штанг – труб.

Метод позволит значительно снизить затраты на ремонт локальных повреждений протяженных трубопроводов, уложенных в сложных условиях.

Abstract. Due to the large volume of pipeline construction at the end of the last millennium , the increase in the share of construction in adverse (water logged) conditions , a period of intense failures due to natural aging , corrosion. Because of the high cost of continuous and even selective repair lately is increasingly used method of repair "pipe in pipe " , which allows to significantly reduce costly component repair - earthworks . But given the enormous length of pipelines laid in wetlands and permafrost , and stacked in an urban area with widely branched underground and overhead utilities , it is neither technical nor financial opportunity pipeline repair method " pipe in pipe" by pulling the repair pipeline inside repaired throughout its duration . Application of this classical method does not reduce the cost of repair and restoration of damaged communications. The reasons for this are the high operating costs of administration into the pipeline resin impregnated flexible hoses with subsequent vulcanization, and are based on applying different kinds of chemical coatings on the interior surface of the existing pipeline, the high cost of maintenance of various kinds of pipes and coatings.

Proposed a method for repairing local damage and destruction of the pipeline laid in difficult conditions, based on shipping using rods - pipes in place of small extent of damage repair plug sockets, installation and fixing them in a designated place, followed by removing the rods - pipes.

Method will significantly reduce the cost of repair of local damage of the pipeline laid in difficult conditions.

Ключевые слова: муфта, неподвижные опоры, уплотнитель, самоуплотняющаяся манжета, герметизирующее вещество, паз, футляр, штанга – труба.

Key words: coupling, fixed supports, seal, self-sealing packing, sealing substance, groove box, Rod - trumpet.

Известен способ установки муфты, недостатком которого является необходимость прогрева места установки муфты, что невозможно при ремонте подземных или подводных трубопроводов [1, 2].

Известен также способ доставки и установки муфты, в котором муфта изготавливается из металла с памятью формы, который дорог. Разогрев муфты происходит путем последующей или одновременной доставки теплоэлектронагревателя в место ее установки, что имеет определенные неудобства и не позволяет производить установку муфты на значительные расстояния из-за необходимости предварительной сборки доставочной трубы-штанги с протянутым внутри кабелем перед доставкой [3].

Разработано также устройство, принцип действия которого заключается в введении в ремонтируемую трубу вспомогательной полимерной трубы, состоящей из гофрированных секций, соединенных посредством фитингов на самоуплотняющихся сальниках [4]. Недостатком указанного способа является высокая материалоемкость.

Известны способ и устройство, содержащее трубчатый элемент, сжимающее уплотнение, предназначенное для расширения в радиальном

направлении при сжатии его в продольном направлении, с возможностью свободного перемещения и которое стопорится при отведении трубы в направлении, противоположном первоначальному [5].

Недостатками данного устройства являются:

1. Невозможность установки муфты в назначенное место, т.к., «...затвердевание герметизирующего вещества происходит за время подачи уплотнителя в ремонтируемый трубопровод...», т.е. муфта установится там, где остановится, что неприемлемо при ремонте трубопроводов.

2. Из-за соприкосновения уплотнителя с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода в процессе доставки муфты происходит выдавливание и расходование впустую дорогостоящего герметизирующего вещества, что снижает экономичность процесса доставки и установки муфты.

3. Невозможность установки муфты на значительное расстояние с достаточной надежностью из-за неизбежного истирания уплотнителей и самоуплотняющихся манжет о внутреннюю поверхность ремонтируемого трубопровода за время доставки, выдавливание и расходование впустую дорогостоящего герметизирующего вещества.

4. Сложность конструкции и низкая надежность ее работы из-за большого количества движущихся частей.

5. Указанное устройство можно использовать только для герметизации вставляемой трубы, т.е. одного его конца, не имея возможности одновременной герметизации другого его конца.

Цель разработки нового устройства - повышение надежности, экономичности, расширение возможности применения, увеличение дальности доставки, упрощение конструкции муфты и процесса ее установки для ремонта трубопровода изнутри, способа ее доставки и установки. Устройство имеет неподвижные опоры, кольцеобразный, пористый, например, из губки, пропитанный жидким, герметизирующим

веществом, сжимаемый в продольном направлении и расширяющийся в радиальном направлении для зацепления с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода и уплотнения зазора уплотнитель и самоуплотняющаяся манжета. Уплотнитель и самоуплотняющаяся манжета имеют возможность скольжения по муфте для полного захвата внутренней поверхности ремонтируемого трубопровода и уплотнения зазоров. Неподвижные опоры, уплотнитель, самоуплотняющаяся манжета расположены по обоим концам муфты попарно и имеет со стороны подачи перпендикулярно своей образующей упор, вставляемый в U-образный паз первой штанги – трубы. Сама муфта покрыта защитным футляром, соединенным со второй штангой – трубой с закрепленной щеткой, причем доставку муфты производят в защитном футляре, обеспечивающим предварительное деформирование самоуплотняющихся манжет и исключение контакта муфты с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода. В месте доставки муфты установку ее производят обеспечением возможности контакта муфты с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода, снятием предварительной деформации с самоуплотняющихся манжет расширением уплотнителей в радиальном направлении, выдавливанием герметизирующего вещества и его отверждением. Все это производится сжатием в продольном направлении уплотнителей в месте доставки муфты с предварительным удалением защитного футляра при одновременном удержании муфты путем поворота первой штанги - трубы в направлении, противоположном расположению паза, и последующим извлечении первой штанги – трубы с предварительным возвратным поворотом.

Предлагаемое устройство изображено на рисунке 1.

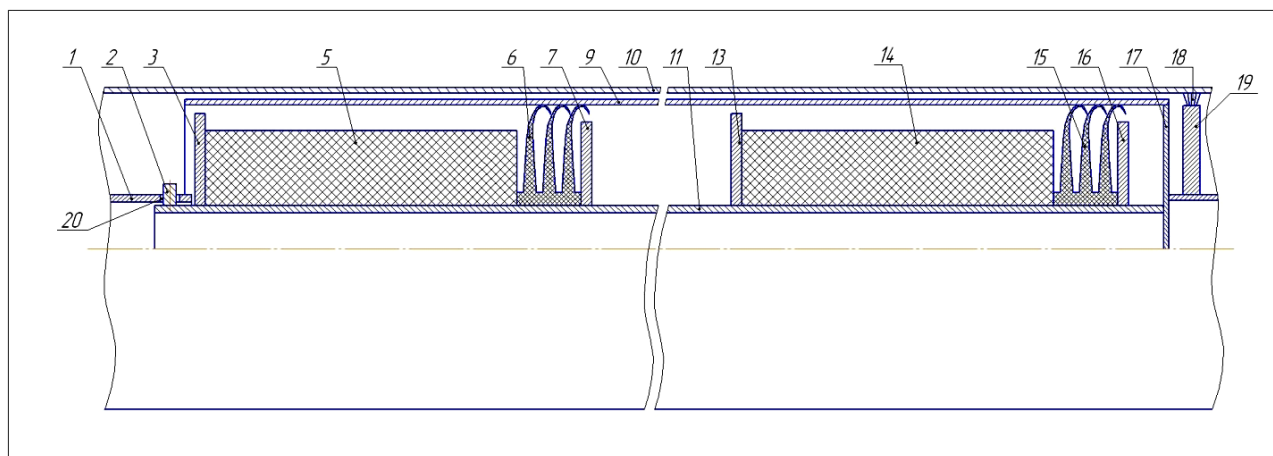


Рисунок 1. Сечение устройства для ремонта трубопровода вставной муфтой

Порядок сборки муфты следующий.

Определяются размеры и расстояние до повреждения трубопровода 10 от места ремонта. Исходя из этого, подбирается количество штанг-труб 1 для доставки муфты 11 и длина самой муфты.

Со стороны подачи муфты 11 (переднего ее конца) устанавливается вначале неподвижная опора 13, одевается пропитанный жидким герметизирующим веществом уплотнитель 14, затем самоуплотняющаяся манжета 15 и устанавливается вторая неподвижная опора 16. С противоположной стороны устанавливается вначале неподвижная опора 7, затем одевается самоуплотняющаяся манжета 6, уплотнитель 5 и неподвижная опора 3. Уплотнители свободно перемещаются по телу муфты. А самоуплотняющиеся манжеты из-за того, что одеты на муфту с натягом, выполнены с возможностью свободного перемещения по телу муфты при приложении осевых усилий. Муфта в сборе вставляется в защитный футляр 9 с переднего ее конца, при этом происходит деформация манжет 15 так, что концы манжет загибаются в сторону подачи.

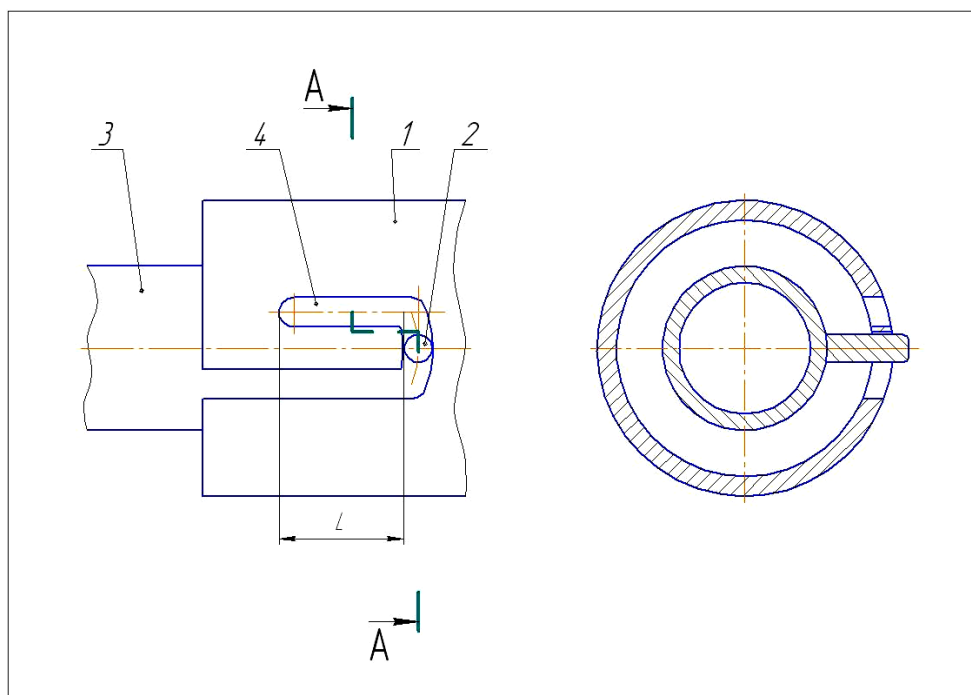


Рисунок 2. Замок для соединения муфты с доставочной штангой – трубой

Муфта соединяется с доставочной штангой - трубой 1 замком, состоящим из паза 4 и упора 2, защитный футляр закрывается крышкой 17, к которой присоединяется штанга - труба 19 с закрепленной на ней щеткой 18.

Порядок установки муфты.

Устройство в сборе подается штангой-трубой 1 в назначенное место ремонтируемого трубопровода 10, причем внутренняя поверхность трубопровода зачищается щеткой 18. После доставки муфты в назначенное место производят снятие защитного футляра. Для этого доставочную штангу-трубу 1 поворачивают вокруг оси в сторону, противоположную месту нахождения паза 4, удерживая тем самым муфту от перемещений, больших L , а штангой-трубой 19 снимают защитный футляр 9 с муфты и вынимают из трубопровода. После снятия защитного футляра происходит устранение деформации с концов самоуплотняющихся манжет, они распрямляются и упираются своими концами во внутреннюю поверхность ремонтируемого трубопровода. Причем манжеты не увлекаются футляром за собой из-за наличия неподвижных опор 7 и 16. После снятия футляра, для установки муфты подают штангу-трубу 1 в направлении

первоначальной подачи. При подаче штанги-трубы в направлении доставки происходит в первоначальный момент движение штанги-трубы 1 относительно муфты 11 на расстояние L , равное длине проточки паза L и только затем происходит движение муфты. Происходит захват концами самоуплотняющихся манжет внутренней стенки ремонтируемого трубопровода и установка манжет. Так как манжеты насажены на муфту с натягом, например, могут быть склеенными, то, при превышении сил трения концов манжет о внутреннюю поверхность ремонтируемого трубопровода над силами трения основания манжет о муфту, манжеты выходят из зацепления с муфтой. Муфта 11 начинает свободно двигаться относительно манжет 6 и 15. При последующей подаче муфты происходит сжатие уплотнителей 5 и 14 между неподвижными опорами 3 и 13 и самоуплотняющимися манжетами 6 и 15, уплотнение зазоров между ремонтируемой трубой и муфтой, выдавливание жидкого герметизирующего вещества и его отверждение.

По истечении времени, необходимого для отверждения жидкого герметизирующего вещества, при повороте на угол $\varphi > \alpha$ (где α – центральный угол между пазами) доставочной штанги-трубы 1 в противоположном первоначальному направлению вращения и ее вытаскивании, происходит ее расцепление с муфтой 11 и удаление из ремонтируемого трубопровода.

Таким образом, муфта устанавливается в назначенном месте – в месте повреждения или дефекта, а межтрубное пространство между ремонтируемой трубой 10 и муфтой 11 герметизируется.

Для повышения надежности сцепления муфты с ремонтируемым трубопроводом и герметизации межтрубного пространства необходимо увеличить объем уплотнителей и жидкого герметизирующего вещества, что можно обеспечить путем увеличения длины уплотнителя и, соответственно, муфты, что, однако, приведет к увеличению силы проталкивания муфты, а может, и невозможности доставки муфты при

значительных изгибах трубопровода [6]. Этого можно избежать, если на концах муфты выполнить законцовки диаметром меньше, чем диаметр самой муфты, в результате чего можно увеличить объем уплотнителей и жидкого герметизирующего вещества, не увеличивая длину муфты и не увеличивая силу ее проталкивания (рисунок 3).

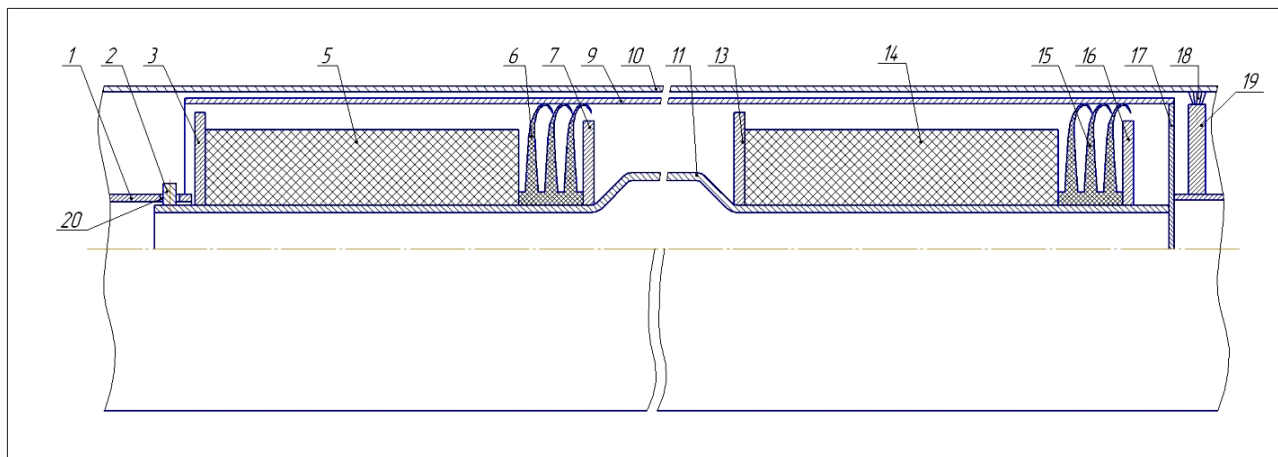


Рисунок 3. Сечение устройства для ремонта трубопровода вставной муфтой с законцовками

При подаче муфты на расстояние Y происходит сжатие уплотнителей 5 и 14 между неподвижными опорами 3 и 13 и самоуплотняющимися манжетами 6 и 15, уплотнение зазоров между ремонтируемой трубой и муфтой, выдавливание жидкого герметизирующего вещества и его отверждение. Расстояние Y определяется из условия:

$$H(D_{(pm)} - d_{(ок)}) < M(D_{(yn)} - d_{(ок)}) \quad (1)$$

$$\text{или } Y > M \left(1 - \frac{D_{(yn)}^2 - d_{(ок)}^2}{D_{(pm)}^2 - d_{(ок)}^2} \right), \quad (2)$$

где $D_{(pm)}, d_{(ок)}, D_{(yn)}$ – диаметры, соответственно, ремонтируемого трубопровода (внутренний), законцовок, уплотнителей;

M – первоначальное расстояние между неподвижными опорами 3, 13 и самоуплотняющимися манжетами 6, 15, соответственно.

С целью дальнейшего упрощения конструкции, снижения стоимости доставки и установки муфты, в качестве защитного футляра возможно

покрытие уплотнителей и деформированных самоуплотняющихся манжет хладагентом, например, жидким угольным ангидридом. При фазовом переходе «жидкость – твердое вещество» из жидкого угольного ангидрида образуется сухой лед, играющий роль защитного футляра. В этом случае исключается контакт уплотнителей и самоуплотняющихся манжет с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода на необходимое время доставки муфты, а самоуплотняющиеся манжеты деформируются так, чтобы они концами своими были обращены в сторону подачи муфты. После доставки муфты в назначенное место производят выдержку времени, необходимую для предоставления возможности контакта уплотнителя с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода и снятия деформации с самоуплотняющихся манжет, т.е. сублимированию хладагента за счет тепла грунта, в который уложен трубопровод. Затем производят подачу муфты в первоначальном направлении подачи, тем самым, устанавливая самоуплотняющиеся манжеты неподвижно относительно ремонтируемого трубопровода, сжиманию и расширению уплотнителя в радиальном направлении, выдавливанию и отверждению герметизирующего вещества. При использовании хладагента отпадает необходимость в применении паза в соединительном устройстве, повороте штанги-трубы 1 как при снятии защитного футляра, так и при расцеплении муфты со штангой-трубой и удалении ее из полости ремонтируемого трубопровода. Неподвижные опоры, установленные на законцовках муфты, служат для предотвращения касания уплотнителей и самоуплотняющихся манжет, покрытых футляром из хладагента, с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода при доставке муфты к месту ее установки. Применение хладагента позволяет отказаться от штанги-трубы 19, необходимой для удаления защитного футляра. В этом случае щетка 18 для очистки внутренней поверхности трубопровода устанавливается на муфте.

Выводы

Таким образом, за счет:

- исключения контакта муфты с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода во время доставки, что предотвращает истирание уплотнителей, самоуплотняющихся манжет, излишнее выдавливание, расходование и застывание герметизирующей жидкости в не назначенном месте;

- осуществления предварительной деформации и удержания в деформированном состоянии самоуплотняющихся манжет на время, большее времени доставки муфты в назначенное место, что позволяет изготавливать самоуплотняющиеся манжеты любой конфигурации и размеров, необходимых для надежного сцепления манжет с внутренней поверхностью ремонтируемого трубопровода – достигается повышение надежности, экономичности доставки и установки, а также появляется возможность доставки муфты на значительные расстояния, т.е. появляется возможность производить ремонт трубопроводов вставной муфтой повреждений, находящихся на значительном удалении от места ее ввода.

Список используемых источников

1 Способ внутренней противокоррозионной защиты сварного соединения труб с внутренним защитным покрытием / Протасов В.Н., Штырев О.В.: пат. RU № 2121621 F16L58/02; 97105056; заявл. 02.04.1997; опубл. 1998.11.10; Бюл. № 31.

2 Ремонт магистральных газопроводов /Егерман Г.Ф. и др. М.: Недра, 1973. 173 с.

3 Бердышев В.В. Совершенствование технических средств для внутритрубного ремонта трубопроводов: автореф. дис...канд. техн. наук. Тюмень, 2005. 16 с.

4 Способ ремонта трубопроводов/ Кузнецов А.М. (RU), Лобанов Ф.И. (RU),Х-Г Хартан (DE): пат. RU № 2239747 F16L55/165, 2003104953; заявл. 20.02.2003; опубл. 10.11.2004; Бюл. № 31.

5 Устройство и способ уплотнения зазора между основной трубой и вставной/ А. Дж. Стефенсон (GB): пат. RU № 2165559 F16L55/165; 99104175; заявл. 30.07.1997; опубл. 20.04.2001; Бюл. № 11.

6 Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов: учеб. пособ. М.: Наука, 1986. 560 с.

References

1 Sposob vnutrennei protivokorroziionnoi zashity svarnogo soedineniya trub s vnutrennim zashitnym pokrytiem / Protasov V.N., Shtyrev O.V.: pat. RU № 2121621 F16L58/02; 97105056; zayavl. 02.04.1997; opubl. 1998.11.10; Byul. № 31. [in Russian].

2 Remont magistral'nyh gazoprovodov /Egerman G.F. i dr. М.: Nedra, 1973. 173 s. [in Russian].

3 Berdyshev V.V. Sovershenstvovanie tehnicheskikh sredstv dlya vnutritrubnogo remonta truboprovodov: avtoref. Dis....kand. tehn. nauk. Tyumen', 2005. 16 s. [in Russian].

4 Sposob remonta truboprovodov/ Kuznecov A.M. (RU), Lobanov F.I. (RU),H-G Hartan (DE): пат. RU № 2239747 F16L55/165, 2003104953; заявл. 20.02.2003; опубл. 10.11.2004; Бюл. № 31. [in Russian].

5 Ustroistvo i sposob uplotneniya zazora mezhdru osnovnoi truboi i vstavnoi/ A. Dzh. Stefenson (GB): пат. RU № 2165559 F16L55/165; 99104175; заявл. 30.07.1997; опубл. 20.04.2001; Бюл. № 11. [in Russian].

6 Birger I.A., Mavlyutov P.P. Soprotivlenie materialov: ucheb. posob. М.: Nauka, 1986. 560 s. [in Russian].

Сведения об авторе**About the author**

Султанов Р.Г., канд. техн. наук, зав. кафедрой « Автоматизации производственных процессов», ФГБОУ ВПО «УГАТУ», филиал, г. Ишимбай, Российская Федерация

R.G. Sultanov, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Chair “Automation Production Processes”, branch, Ishimbay, the Russian Federation

e-mail: sergey.graf.76@mail.ru