

ЗАЩИТА КОЛТЮБИНГА ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ СИЛЬНЫХ КИСЛОТ И КОМПОЗИЦИЙ

COILED TUBE PROTECTION FROM HARMFUL IMPACT OF STRONG ACIDS AND COMPOSITIONS

Ю.А. БАЛАКИРОВ, Ф.С. МАМЕДОВ, В.Н. БРОВЧУК, Я.М. БОЙКО, Л.С. ЛАПТЕВА, ООО «Юг-Нефтегаз»

Yu.A. BALAKIROV, F.S. MAMEDOV, V.N. BROVCHUK, Ya.M. BOYKO, L.S. LAPTEVA, Yug-Neftegaz

Существует много различных способов и средств для защиты гибкой трубы (ГТ) от вредного влияния (вплоть до ее порчи) сильных кислот и композиций. Своей оригинальностью и простотой отличается способ пассивации, предлагаемый группой авторов из Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина [1].

Ни в коей мере не умаляя полезность и достоинства известных и новых способов и средств, мы решили ознакомить специалистов – пользователей колтюбинга и читателей журнала еще с одним способом защиты ГТ от вредного влияния сильных кислот и композиций, защищенных патентом Украины № 61355 от 11.07.2011 [2].

Ниже рассматриваются возможные технологические версии защиты ГТ в промышленных условиях непосредственно перед кислотной обработкой скважины.

Для лучшего понимания сути предложенного способа защиты рассмотрим технологический процесс изготовления гибкой трубы. Прокатный лист разрезают на полосы нужной ширины и сваривают по торцам в длинную ленту. Затем ленту пропускают через ряд валков на прокатном стане, которые формируют трубу. Для соединения кромок применяют кузнечную сварку в атмосфере инертного газа. ГТ по всей длине имеет технологический сварной прокатный шов. С внешней стороны он имеет вид застывшего металла, который удаляется механическим способом. При этом шов остается на внутренней поверхности трубы в виде небольшой неровности (кромки). Неровности

There are many different methods and means of coiled tube (CT) protection from harmful impact (up to CT damage) of strong acids and their compositions. Passivation method, proposed by a group of authors from Gubkin Russian State University of Oil and Gas [1] is well known for its simplicity and originality.

Without prejudice to the value and advantages of well-known and brand new methods and means of CT protection we would like to familiarize specialists (CT users) and journal readers with one more method of CT protection from harmful impact of strong acids and compositions protected by Ukrainian patent No. 61355 of July 11, 2011 [2].

Below we are considering possible technological options of CT protection in the field conditions right before acid treatment of a well.

For better understanding of the essence of the proposed CT protection method let us consider the technological process of CT production. Rolled metal sheet is cut into strips of required width, which are welded end to end into a long ribbon. After that the ribbon passes a rolling mill where a number of rolls form a tube. Inert gas forge welding is used to join the ribbon edges together. CT has a rolled weld seam longwise. On the tube's outer surface the weld has the form of hardened metal, which is mechanically removed. At the same time the weld remains on the inner surface of a tube in the form of a small edge. All the surface imperfections and roughness allowed by a standard play a positive role when making a protective coating as they increase mechanical adhesion between organic material and metal.

CT uncoiling and further coiling leads to alternating stress of tube metal. Acid solutions (electrolytes), that

и шероховатости, допустимые стандартом, играют положительную роль при организации защитного покрытия, увеличивая механическое сцепление органического материала с металлом.

Разматывание ГТ с барабана колтюбинговой установки и последующая намотка приводит трубный металл к знакопеременному напряженному состоянию. Растворы кислот (электролиты), ускоряющие коррозионные процессы, держат металлическое изделие в «напряженном» состоянии, снижая ресурс гибкой трубы. Суспензии, образующиеся от разрушенной породы в виде мелкодисперсных тел, действуют как абразивный материал в движущемся потоке, способствуя дополнительному механическому износу ГТ с внешней стороны.

Даже небольшое увеличение эксплуатационного срока трубы при применении агрессивных кислот является положительным мероприятием с экономической точки зрения. Расчет показывает, что увеличение количества технологических процессов хотя бы на одну скважино-операцию при использовании кислот, их смесей и композиций окупает все затраты по внедрению одного технологического способа защиты металла ГТ (согласно патенту Украины № 61355 от 11.07.2011).

Способ защиты внутренней поверхности ГТ легко и с минимальными затратами осуществим в промышленных условиях перед проведением запланированной технологической скважино-операции. Более целесообразно доставить колтюбинговую установку с защищенной внутренней поверхностью и уже готовой к спуско-подъемным операциям. Предлагаемый способ защиты ГТ возможно проводить непосредственно на узле намотки, на отведенной территории парковки промышленных передвижных мобильных средств или на открытой площадке, позволяющей размещение колтюбинговой установки, промышленного насосного агрегата, компрессора, емкости с растворителем и свободной, предпочтительно, автобензовоза.

Простота изготовления элементов, из которых собирают систему для проведения технологии по предлагаемому способу, наглядно видна из рисунков 1–5.

Напорный рукав (рисунок 1) состоит из быстросъемного соединения к ГТ (1), половина которого находится на одном конце ГТ, на другом конце – вторая половина (2), соединенная с боковым патрубком (рисунок 5), накидной гайки (3), крепежа быстросъемного соединения с поворотным выступом (4), гибкого

accelerate corrosion processes, keep metal under stress reducing lifetime of a coiled tube. Suspended matter containing fine rock particles acts as an abrasive material in the fluid stream leading to additional mechanical wear of the CT's outer surface.

Even slight increase of CT lifetime when using aggressive acids proves to be economically feasible. Computations show that the increase of the number of technological operations performed by the CT at least by one job when using acids, their mixtures and compositions will repay all the expenditures on introduction of one technological method of CT metal protection (according to Ukrainian patent No. 61355 of July 11, 2011).

The method of CT inner surface protection can be easily and with minimum costs applied in the field right before a scheduled job performance. But it is more reasonable to deliver to a site a coiled tubing unit with already protected inner surface, prepared for tripping. The proposed CT protection method can be applied at the CT reel on the territory of the mobile units' parking lot or on any other open site that is able to house CT unit, field pumping unit, compressor, a tank with solvent and an empty tank, preferably fuel tank truck.

Figures 1 to 5 show you the simplicity of the components of the system used for CT protection.

Pressure hose (Figure 1) consists of a quick CT coupler (1), half of which is put on one end of CT and the other half on the other CT end (2), connected to the side nipple (Figure 5), coupling nut (3), quick coupling fastener with rotating ledge (4), high-pressure flexible gasoline-resistant hose (5) (armored) hermetically connected to the coupling pipes by a clamp (6) or lashing.

Drainage hose (Figure 2) consists of the reciprocal quick coupler of the other CT end (1), conventional gasoline-resistant rubberized fabric hose (5) and end coupling clamp (6) with the fastening ring.

Displacing ball (Figure 3) made of vulcanized rubber with the diameter 4 mm less than the CT's inside diameter.

Displacing "mouse" (Figure 4) made of the same rubber as the ball with the dimensions specified in the figure.

T-connector (Figure 5) is assembled of the T-pipe of the Christmas tree and valves (of oilfield standard) with corresponding sealing elements.

Basic configuration (Figure 6) does not require a big site for deployment of a coiled tubing unit (1) with the reeled tube (2), pressure (3) and discharge (4) hoses, pumping unit (5), compressor (6) and fuel tank truck (7). At the same time pumping unit and compressor can be connected to a pipe via a T-connector (8) with valves. Discharge hose with the

бензостойкого рукава (5) высокого давления (армированного), герметически закрепленного с патрубками соединения – хомутом (6) или провололочной скруткой.

Сливной рукав (рисунок 2) состоит из ответного быстросъемного соединения другого конца ГТ (1), бензостойкого резиноканевого рукава обычного типа (5) и концевое крепежное хомута (6) с кольцом для крепления.

Выгалькивающий шар (рисунок 3) изготовлен из вулканизированной резины диаметром на 4 мм меньше внутреннего диаметра гибкой трубы.

Вытесняющая «мышка» (рисунок 4) изготовлена из такой же резины, как и шар с размерами, показанными на рисунке.

Тройник (рисунок 5) собирается из тройника фонтанной елки и запорной арматуры нефтяного сортамента с соответствующими герметизирующими элементами.

Принципиальная схема (рисунок 6) не требует большой площадки для размещения колтюбинговой установки (1) с ГТ (2), намотанной на барабан, напорного (3) и сливного (4) рукавов, насосного агрегата (5), компрессора (6), автобензозаправщика (7). При этом насосный агрегат и компрессор могут иметь сообщение с трубой через тройник (8) с запорной арматурой. Сливной рукав с крепежным кольцом на конце имеет возможность направления латекса в бункер насоса или в дополнительную емкость (9), являющуюся сборной для латекса, так как его можно использовать для проведения защиты ГТ на других установках, а также повторно, после использования в 3–4 кислотных обработках.

Замеры вязкости дают возможность графического изображения в виде кривой и служат инструментом наглядного типа. Нанесение кривых на одну диаграмму труб с различными диаметрами позволит сократить время получения защитной пленки ГТ.

Адгезия латекса, его взаимодействие с металлом имеет механический характер сцепления, зависящий от шероховатости внутренней поверхности ГТ. Проникновение растворителя в микроскопические углубления и их разветвления с последующим «втягиванием» латекса с изменяющимися параметрами вязкости, в сторону повышения за счет испарения растворителя, образует на внутренней поверхности ГТ достаточно прочную основу всего защитного покрытия.

Растворитель, бензин «Калоша», имеет достаточно высокий коэффициент проникновения в глубины шероховатой

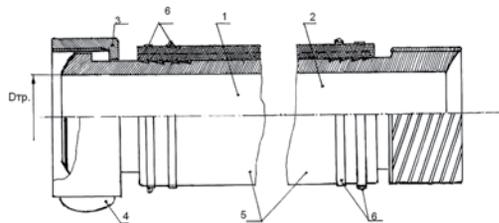


Рисунок 1 – Напорный рукав
Figure 1 – Pressure hose

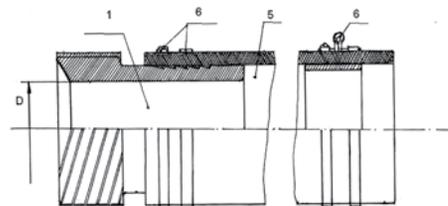


Рисунок 2 – Сливной рукав
Figure 2 – Discharge hose

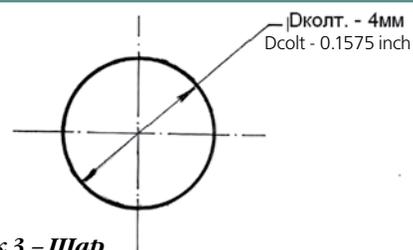


Рисунок 3 – Шар
Figure 3 – Ball

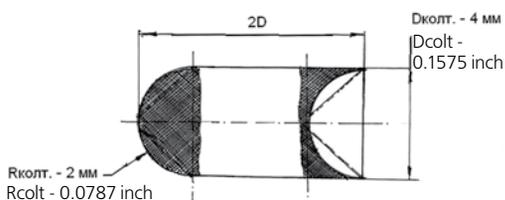


Рисунок 4 – Мышка
Figure 4 – Mouse

от насосного агрегата / from pumping unit

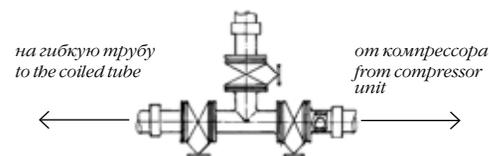


Рисунок 5 – Тройник
Figure 5 – T-connector

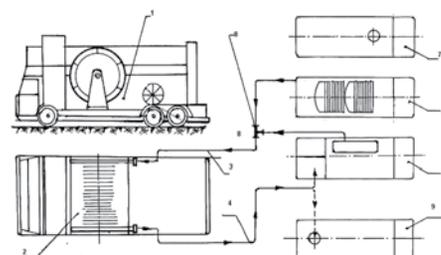


Рисунок 6 – Схема обвязки для выполнения способа
Figure 6 – Piping configuration

металлической поверхности с возможностью одновременного вытеснения адсорбированного воздуха. Именно этот растворитель натурального каучука является одним из предпочтительных компонентов в получении латекса необходимой концентрации с его интенсивным испарением из системы «бензин – каучук» (латекс).

Одновременное использование бензина «Калоша» и натурального каучука предотвращает контакт металла с агрессивными кислотами и, как следствие, исключает эрозионный износ.

Незначительные колебания толщины покрытия по всей длине ГТ не окажут влияния на технологический процесс при проведении работ в скважине по закачке кислот или их композиций.

Этапы технологии защиты внутренней поверхности ГТ включают ряд последовательных операций с элементами, представленными на общей схеме (рисунок 6).

При сборке тройника, перед соединением трубы для подачи сжатого воздуха от компрессора устанавливают выталкивающий шар или «мышку» из вспененного твердого пенопласта и герметизируют быстросъемное соединение.

Расчетное количество бензина «Калоша» определяют по объему ГТ в зависимости от его диаметра и длины с добавлением 0,1 м³ к полученному объему. Измельченный натуральный каучук (или гранулированный) рассчитывают по 5 кг на 100 л бензина.

Выполняют следующие последовательные действия:

1. Заполняют бункер насосного агрегата растворителем с одновременной подачей его в ГТ.
2. Проводят циркуляцию по схеме: «бункер – ГТ – бункер» в течение 10 минут на средней скорости агрегата.
3. Периодически, через каждые 5 минут подсыпают в бункер измельченный каучук порциями по 0,5 кг.
4. Контролируют вязкость получаемого латекса с удалением остатков из воронки вискозиметра ВЗ.
5. По мере подсыпания каучука в бункер из вытекающего латекса возможно увеличение вязкости выше допустимой – при этом производят его разбавление до необходимой вязкости.
6. При достижении требуемой вязкости прекращают подачу каучука в бункер. Сливной рукав закрепляют к свободной емкости для сбора латекса.
7. Открывают задвижку подачи сжатого воздуха в тройник и проталкивают латекс в ГТ давлением воздуха.

fastening ring on its end allows putting latex either to the pump tank or to the additional tank (9), which is meant for latex collection as it can be used for CT protection in other units or can be reused after its usage in 3-4 acid treatments.

Viscosity measurements allow for data graphic presentation in the form of a curve and are a vivid instrument. Putting curves on one diagram of tubes with different diameters will allow reducing the time spent for formation of a protective film on a CT.

Latex adhesion and its interaction with metal are of mechanical character and depend on the roughness of the CT inner surface. Solvent penetrates into microscopic cavities and subsequently “draws” the latex in with latex viscosity changing to higher values due to solvent evaporation. As a result, on the CT’s inner surface a rather firm basis for the whole protective coating is formed.

Rubber solvent (Kalosha type gasoline) easily and deeply penetrates into metal’s rough surface with the possibility of simultaneous displacement of the adsorbed air. This particular natural rubber solvent is one of the preferable components to be used to produce required concentrations of latex due to its intense evaporation out of “gasoline-rubber” (latex) system.

Simultaneous use of rubber solvent (Kalosha type gasoline) and natural rubber prevents metal-acid contact and, as a consequence, excludes erosion wear of a tube.

Small variations in coating thickness longwise the coiled tube will not influence the technological process of acid or acid compositions injection into a well.

The CT inner surface protection technology includes a number of consecutive operations containing elements specified in the basic configuration (Figure 6).

When assembling a T-connector before its connection to the pressure hose, it is necessary to install a displacement ball or “mouse” made of solid plastic foam and to seal the quick coupler.

The amount of rubber solvent to be defined based on CT volume depending on its diameter and length. Additional 0.1 m³ of rubber solvent to be added to the defined solvent volume. The consumption of the fine-cut (or granulated) natural rubber shall be 5 kg of rubber per 100 liters of solvent.

The following consecutive operations to be done:

1. Pumping unit tank to be filled in with the solvent with simultaneous solvent supply to the CT.
2. Tank-CT-tank circulation to be done for 10 minutes at the mean speed of the pumping unit.
3. 0.5 kg of fine-cut rubber to be added to the tank every five minutes.
4. It is necessary to monitor the viscosity of latex and remove latex remains from viscometer filler.

8. После выхода «мышки» в сетчатую ловушку над горловиной емкости увеличивают интенсивность подачи воздуха.

9. Продувают ГТ с одновременным испарением растворителя с покрытия на внутренней поверхности, что приводит к предельному увеличению вязкости и потере текучести. Остатками латекса можно проводить профилактику защитного покрытия через 2–3 технологические скважино-операции с применением кислот, их смесей и композиций. Для профилактики и поддержания рабочего состояния защитного покрытия ГТ следует обильно промыть пресной водой, а затем продуть сжатым воздухом «насухо» (до выравнивания влажности входящего и выходящего воздуха). Только после удаления следов влаги успешность операции гарантируется.

В этом случае из накопительной емкости оставшийся латекс перекачивают в трубу, проводят циркуляцию в течение 10 минут, выдавливают латекс из трубы продувкой сжатым воздухом до восстановления покрытия (достаточное время продувки 30 минут).

Технология защиты ГТ по запатентованному способу безотходная, многократное использование бензина и каучука способствуют экономии реагентов.

При использовании технологии следует строго соблюдать технику безопасности и особенно противопожарные мероприятия.

При использовании латекса в качестве защитной пленки от вредного влияния кислот и композиций следует соблюдать санитарную норму и правила исключения вредного воздействия латекса на организм человека.

Способ защиты внутренней поверхности колтюбинга по своей сути оригинален и легко выполним в любых практических условиях на нефтяных и газовых скважинах. Оригинальность способа заключена в возможности регулирования вязкости латекса до его необходимого состояния, направленного на глубокое проникновение в шероховатости и неровности сварного шва по всей длине трубы. ☉

5. As far as rubber is being added to the tank latex viscosity may increase the maximum allowable level – if it is the case, it is necessary to dilute latex to achieve the necessary viscosity.
6. When the required viscosity is achieved rubber feeding into the tank to be stopped. Discharge hose to be put into the empty tank to collect the latex.
7. Gate valve to be opened to feed the compressed air into the T-connector to squeeze latex into the CT.
8. After the mouse exits the tube and falls into the mesh trap installed above the tank it is necessary to increase the air feed ratio.
9. To blow a CT; solvent will evaporate from the tube's inner surface's coating leading to critical increase of latex viscosity and loss of ability to flow.

Latex remains can be used for preventive treatment of the protective coating after 2–3 jobs when acids or acid compositions were used. In order to prevent damage of CT coating and to keep the coating in good condition it is necessary to wash the CT with large volume of fresh water and subsequently dry it by blowing compressed air (until the humidity of the incoming and outgoing air becomes equal). The success of the operation can be guaranteed only after removal of moisture.

To restore the coating the remaining latex is to be pumped into the tube, circulated for 10 minutes and squeezed out of the CT by compressed air (sufficient blow time is 30 minutes).

The patented technology of CT protection is a waste-free one; multiple use of rubber solvent and rubber promotes chemical agents saving.

Fire safety and accident prevention measures to be strictly observed during technology application.

When using latex as a CT protective coating from harmful impact of acids and acid compositions it is necessary to observe sanitary norms and rules to prevent latex's harmful effect on human health.

The abovementioned method of CT's inner surface protection is an original one and is easily performable under almost all conditions on oil and gas wells. Method's originality lies in the possibility to regulate latex viscosity to achieve the necessary latex state, aimed at deep penetration into the roughness of the weld seam longwise the CT. ☉

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Силин, М. А. Разработка метода пассивации поверхности гибких труб с целью снижения их коррозии при кислотных обработках / М. А. Силин [и др.]. // Время колтюбинга. – 2010. № 6 (034). – 52 с.
2. Пат. Украины № 61355 от 11.07.2011. Способ защиты гибкой трубы колтюбинга от повреждений и износа.