

Трубы на Saipem 7000 доставляются баржей и перегружаются на палубу поворотными кранами судна. На горизонтальном транспортере труба движется к опорной вышке, где она переводится в вертикальное положение и поднимается на высоту вышки. Через отверстие труба попадает во внутреннюю полость вышки и начинает медленно опускаться, останавливаясь на трех ярусах для выполнения определенных технологических операций. На верхнем ярусе располагается сварочный пост, где происходит центровка и сварка плети с уже опущенным в воду трубопроводом в полуавтоматическом режиме. Опускаясь ниже, труба проходит пост ультразвукового контроля качества сварного шва, благодаря современным технологиям сварки, на брак приходится не более 1 шва за 12 часов работы. На нижнем ярусе осуществляется нанесение нескольких слоев изоляционного покрытия на стыковочный участок, и труба опускается в воду [4]. Трубопровод с Saipem 7000 сходит практически вертикально, что существенно снижает нагрузку на систему укладки, в совокупности с системами автоматической стабилизации и балансировки это позволяет использовать данное судно в сложных штормовых условиях, когда применение трубоукладчиков, работающих по технологии S-образной укладки, невозможно [2].

Строительство морских магистральных трубопроводов было и остается перспективным направлением развития транзитных сетей доставки углеводородов потребителям в страны Западной Европы, Японии и Юго-Восточной Азии. Изучение современных технологий и оборудования необходимо для того, чтобы проекты по прокладке морских трубопроводов осуществлялись в соответствии с последними тенденциями и опирались на передовой мировой опыт. Это позволит не только получать сооружения, отвечающие самым современным требованиям безопасности, но и перенять новые технологии, которые можно будет применять в будущих проектах и, возможно, опираясь на опыт ведущих иностранных компаний, начать строить современные отечественные суда-трубоукладчики морского класса.

Литература

1. Крец В. Г., Рудаченко А. В., Шмурыгин В. А. Машины и оборудование газонефтепроводов: учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 328 с.
2. Сооружение подводных трубопроводов: учебное пособие для вузов. — М.: Недра, 1995. — 304 с.
3. Allseas. [электронный ресурс] – режим доступа к стр.: <http://www.allseas.com> (дата обращения: 12.12.14).
4. Eni: a major integrated energy company. [электронный ресурс] – режим доступа к стр.: <http://www.eni.com> (дата обращения: 12.12.14).

ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ SMARTPLUG™

Н.А. Степкин, М.А. Сенченко

Научный руководитель доцент В.Г. Крец

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ремонтные работы, выполняемые на действующих трубопроводах, проводятся с целью замены поврежденных участков трубопровода или любого другого установленного на трубопроводе оборудования. При использовании традиционных методов в большинстве случаев необходимо отключение большого участка трубопровода, давление в котором должно быть снижено, а транспортируемый продукт откачан или сброшен в атмосферу. Но в этом случае возникает ряд проблем:

- Потери от непоставленного продукта в период выполнения ремонтных работ.
- Затраты на опорожнение большого участка трубопровода.
- Потери продукта (при сбросе газа в атмосферу).
- Штрафы за загрязнение окружающей среды.

Для решения этих проблем операторы трубопроводов стараются использовать доступные и безопасные технологии. Одной из таких технологий является врезка под давлением, но если она не возможна или не желательна, применяется технология перекрытия без врезки в трубопровод. Принцип перекрытия основан на герметизации газопровода с помощью внутритрубных устройств, устанавливаемых на место перекрытия путем их запуска через камеры приема-запуска очистных устройств. В этом случае используется герметизирующее устройство SmartPlug™ [1, 2, 5].

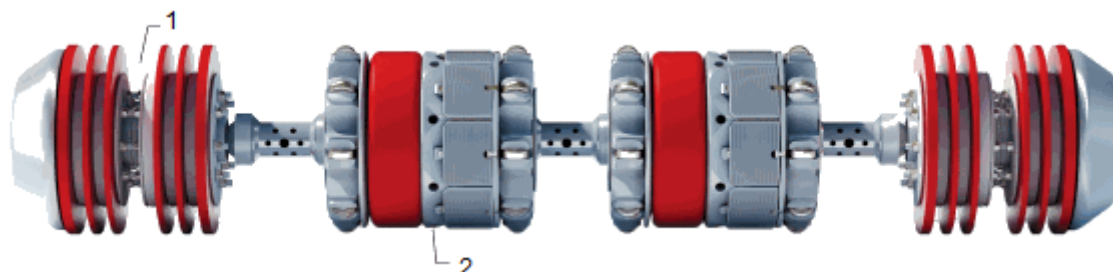
SmartPlug™ является дистанционно управляемым устройством герметизации нефтепроводов и газопроводов. Технология его использования заключается в следующем:

- 1) SmartPlug™ запускается в трубопровод через камеру пуска приема-запуска очистных устройств.
- 2) Устройство используется совместно с системой SmartTrack, позволяющей проследить его передвижение по трубопроводу.
- 3) Дистанционно с помощью системы уплотнений типа «пакер» поршень SmartPlug™ фиксируется в заданном месте участка, подлежащего вырезке.
- 4) После выполнения работ SmartPlug™ дистанционно переводится в транспортное положение и направляется в камеру приема [2].

Герметизирующее устройство SmartPlug™ разработано, изготовлено и испытано под максимально допустимым рабочим давлением. Это позволяет ремонтировать и обслуживать трубопровод, снижая давление не во всем трубопроводе, а только на ремонтируемом участке. При этом продукт из отсеченного участка может

быть закачан обратно в трубопровод выше места перекрытия, что исключает проблемы его транспортировки и хранения [2, 4].

Герметизирующее устройство SmartPlug™ является двунаправленным. Оно состоит из двух изолирующих модулей и двух модулей очистки полости, содержащих в себе блоки управления и связи (рис. 1).



**Рис. 1. Общий вид дистанционно управляемого герметизирующего устройства SmartPlug™:
 1-модуль очистки полости с блоком управления и связи; 2-изолирующий модуль**

Стандартное устройство SmartPlug™ предназначено для герметизации рабочего давления до 20 МПа. Два изолирующих модуля выполняют герметизирующую и фиксирующую функции, а также обеспечивают эти функции независимо друг от друга.

Изолирующие модули имеют самоуплотняющуюся конструкцию, т.е. в перекрывающем положении перепад давления сохраняет или усиливает фиксацию (рис. 2).

Поскольку цилиндр силового привода (4) сближается с фланцем привода (7), клинья (зажимы) (8) наезжают на наклонную плоскость конусного вкладыша (9) и заклинивают между внешним диаметром конусного вкладыша (9) и внутренним диаметром трубопровода (5). После того, как клинья (8) войдут в контакт со стенкой трубы (5), движение корпуса силового привода (1) начнет сжимать пакер (10), растягивая его для герметизации трубопровода.

Наружные поверхности клиньев обрабатываются таким образом, чтобы они врезались в поверхность внутренней стенки трубопровода. Они врезаются всего на несколько тысячных долей миллиметра (в пределах допусков, установленных для цапапин), но этого достаточно, чтобы клинья образовали единый контакт со стенкой трубы [4].

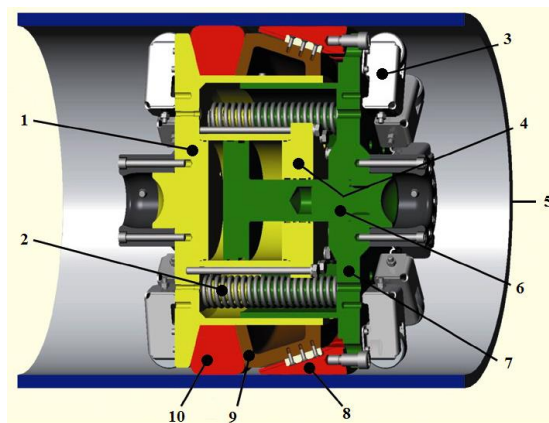


Рис. 2. Устройство изолирующего модуля:

- 1 – корпус силового привода; 2 – пружина с направляющей; 3 – блок колеса;
 4 – цилиндр силового привода; 5 – трубопровод; 6 – гидравлический поршень;
 7 – фланец силового привода; 8 – клинья (зажимы); 9 – конусный вкладыш; 10 – пакер**

Связь и контроль системы осуществляется за счет передачи низкочастотных электромагнитных волн. В основе лежит двусторонняя передача цифровых данных и сигналов управления между антенной на очистном модуле и антенной системы SmartTrack. Усиленный сигнал позволяет изменять дистанцию между антеннами до 10 м, что позволяет использовать модуль с заглубленными или физически недоступными трубопроводами. Запас аккумуляторной батареи обеспечивает как минимум четыре цикла срабатывания модуля SmartPlug, а также бесперебойный мониторинг состояния системы в течение тридцатидневного операционного периода. Оператор с помощью компьютерной системы принимает и передает сигналы на подводную антенну. Все критические параметры, такие как давление и температура, контролируются [4].

Герметизирующее устройство SmartPlug применяется как при ремонте морских газопроводов, так и при ремонте наземных трубопроводов. ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» в 2011 г. впервые в России провело ремонтные работы с помощью перекрытия газопровода под давлением герметизирующими модулями. Установка

модуля была произведена на 2184 километре газопровода Бухара – Урал с условным диаметром 1000 мм, было произведено отключение участка протяженностью несколько сотен метров от камеры запуска и проведены огневые работы по демонтажу кранового узла.

Запасовка и передвижение снаряда SmartPlug® к месту установки прошли в штатном режиме. После проведения огневых работ снаряд был также штатно переведен из перекрывающего положения в транспортировочное и выведен обратно в камеру приема очистных устройств. При этом были отмечены четкое отслеживание поршня по пути следования и возможность предсказуемо регулировать скорость передвижения.

В итоге проведенных работ:

- задача по герметизации полости газопровода выполнена;
- подтверждена применимость технологии на трубопроводах ЕСГ ОАО «Газпром»;
- подтверждена исключительная безопасность технологии. Утечек газа во время перекрытия не обнаружено, все процедуры прошли в штатном режиме [3].

Учитывая повышающиеся штрафы за выбросы газа в атмосферу, эффективность и высокую безопасность указанных работ - применение данной технологии при производстве ремонтно-восстановительных работ на магистральных газопроводах наиболее эффективно и целесообразно, чем применение традиционных методов.

Литература

1. Гимадиев М.Р., Лебедева Т.Б. Разработка предложений по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объектов линейных сооружений // Вестник КИГИТ: Серия 10. Техносферная безопасность и защита в чрезвычайных ситуациях. – Ижевск, 2013. - С. 26 – 40.
2. Кондратьева О.В. Методы ремонта трубопроводов без остановки перекачки транспортируемой среды // Трубопроводные системы: технологии, оборудование, строительство, сервис: Труды V Международного трубопроводного форума. – М., 2006. – С. 47 – 54.
3. Опыт применения технологии перекрытия газопровода герметизирующими модулями SmartPlug® // Газовая промышленность, 2012. – № 8. – С. 74–75.
4. Mark Sim Cost and time effective repairs of faulty pipeline valves and fittings // 2nd Pipeline Technology Conference. – Stavanger, 2007.
5. We have lift-off // TDW Innovations™ Magazine. – 2014. - № 1.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОИЗОЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ

Е.Э. Судоплатова

Научный руководитель доцент В.Г. Крец

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Насосный агрегат – это неотъемлемая часть нефтегазовой системы. Надежность и экономичность насосных агрегатов зависит от многих факторов. К основным факторам надежности насосов при эксплуатации, относится повышенная вибрация [5]. По данным за последние 15 лет на долю отказов насосных агрегатов по причине повышенной вибрации приходится 37 % от всех отказов. Основными причинами повышенной вибрации являются: расцентровка вала; неуравновешенность ротора; ослабление крепежных болтов; износ деталей; дефекты подшипников; неправильная эксплуатация (работа насоса на нерасчетных режимах). Для предотвращения повышенной вибрации насосных агрегатов используются самые разнообразные приспособления: упругие вибродемпфирующие рамы; вибродемпфирующие опоры; пневмоопоры виброизолирующие; компенсаторы – виброгасители; резинокордные компенсаторы; виброизолируемая опора; упругая компенсирующая муфта; регулируемые опоры; виброизолирующие системы с электромагнитами; и т.п. Многие из данных приспособлений были разработаны, но так и не стали применяться.

Вибродемпфирующая рама. Предназначена для обеспечения надежности насосов от воздействия вибрационных и динамических нагрузок. Вибродемпфирующая рама изготавливается из листового проката, и представляет собой цельнометаллическую сварную конструкцию. Рама крепится к агрегату к подрамнику через амортизатор. Для повышения жесткости рамы, внутри продольных и поперечных балок предусмотрены ребра жесткости [6].

Вибродемпфирующая опора. Уменьшает вибрацию и предотвращает от ударов от работающего оборудования, а также защищает чувствительное оборудование от вибрации. Данная опора должна содержать не менее двух виброизоляторов, которые выполняются в виде спирали из стального троса с опорными пластинами.

Упругая компенсирующая муфта. Содержит две концентрично установленные полумуфты со сквозными радиальными пазами и кольцевыми канавками, которые соединяются между собой предварительно натянутыми неметаллическими упругими соединительными звеньями, помещенными в пазы полумуфт и зафиксированными пружинными кольцами, расположенными в кольцевых канавках полумуфт. Основной особенностью является то что, с целью повышения нагрузочной и компенсирующей способностью в условиях повышенных перекосов и смещений валов, каждое соединительное звено выполнено замкнутым, обхватывающим пружинные кольца, и расположено в плоскости, проходящей через ось муфты [7].

Регулируемые опоры. Опоры компенсируют усадку грунта, снижают горизонтальную нагрузку на опоры насосного агрегата [1].

Применение данных устройств не всегда обеспечивает снижение вибрации до допустимого уровня предусмотренные руководящим документом, в следствии чего была разработана виброизолирующая