

Р.О. Нурлыбаев<sup>1</sup>, О.П. Помашев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт горного дела имени Д.А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ СОЛЕПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НЕФТЕПРОВОДАХ

---

---

**Аннотация.** В статье наряду с приведенным кратким общим обзором состояния и перспективы развития нефтегазовой отрасли республики, применительно к теме исследования выделены некоторые проблемы трубопроводного транспорта. В целях комплексного решения этих проблем предлагается техническое средство для контроля и измерения параметров солепарафиновых отложений в нефтепроводах и указывается на необходимость разработки и создания специального устройства для очистки внутренней поверхности трубопроводов от этих и других отложений, засоряющих их. Практическое применение их в перспективе во многом способствует рациональному решению исследуемых вопросов и проблем.

**Ключевые слова:** трубопроводный транспорт, нефтепроводная магистраль, внутритрубные отложения, поперечное сечение трубопровода, пропускная способность трубопровода, солепарафиновые отложения.

\*\*\*

**Түйіндеме.** Мақалада еліміздің мұнай-газ ендірісінің қысқаша жалпы жағдайымен және болашақ дамуымен қатар, зерттеу тақырыбына қарай құбыр тасымалының кейбір мәселелері белініп көрсетілген. Бұл мәселелерді кешенді шешу мақсатында мұнай құбырғыларының ішіндегі тұзды-парафиндік жатықтарын бақылау және олардың параметрлерін өлшеу үшін техникалық құрылғы ұсынылған, сонымен қатар мұнай тасымалдайтын құбырғыларының ішкі бетін осы және басқаша жатықтармен бітелуінен әдейі тазартуға арналған құрылғысының жасалу қажеттігі көрсетілген. Оларды іс жүзінде қолдану болашақта, зерттейтін мәселелердің оңды шешілуіне езінің едәуір септігін тигізеді.

**Түйінді сөздер:** құбыр тасымалы, мұнай-газды сектор, мұнай-құбыр, мұнай-құбырлық магистраль, мәселелер, құбыршілік жаттықтар, бақылау, талдау, тазалау, келденең қима, еткізгіштік қабілет, әсерлілік, құрылғылар.

\*\*\*

**Abstract.** The article identifies some problems of the pipeline transport together with a brief general overview of the conditions and prospects of development of Kazakhstan oil and gas sector applying to the research topic. The technical device

for control and measurement of salt-paraffine deposits parameters in oil pipes is proposed for comprehensive solution of these problems and for producing the device for removal of these and other deposits that clog pipes from internal surfaces of pipes. In the future their practical use will greatly help to solve the studied issues and problems effectively.

**Key words:** pipeline transport, oil and gas sector, oil pipeline, oil pipeline main, problems, pipeline scales, control, analysis, removal, cross section, flow rate, effectiveness, devices.

**Введение.** Как известно в нынешней современной мировой практике одним из основных видов транспорта в силу своей мобильности, эффективности и экономичности является трубопроводный способ транспортировки, на долю которого приходится значительный объем грузопотока, особенно в нефтегазовой промышленности. В общем объеме перевезенных грузов в 2010 г. доля трубопроводного транспорта составила 8%, в грузообороте – 23%. В объеме совокупных доходов от транспорта доля трубопроводного транспорта составляла 39,8%. В этой связи необходимо отметить, что главной проблемой в развитии трубопроводного транспорта следует считать дальнейшее увеличение сети трубопроводов для увеличения размеров перекачки и возможности переключения грузопотоков с других видов транспорта. По некоторым данным грузонапряженность нефтепроводов за прошлые года составляла более 7,3 млн. т-км/км (для сравнения на железной дороге – 16,0 млн. т-км/км; на речных путях – 1,8 млн. т-км/км). Поэтому развитие сети трубопроводного транспорта необходимо и для газопроводов как единственно возможного, безопасного и экономически выгодного вида транспорта газа.

Казахстан обладает огромными подтвержденными запасами нефти и газа. Для транспортировки углеводородов в республике используется более 25,0 тыс.км магистральных трубопроводов. Для сравнения общая протяженность магистральных нефтепроводов одной из крупнейших в мире компаний, транспортирующих нефть, «Транснефть» составляет более 48,0 тыс.км, объекты которой расположены в 53 субъектах РФ.

Экспертами прогнозируется, что в ближайшем будущем Казахстан может войти в «десятку» ведущих нефтедобывающих стран, выйти на уровень Кувейта. Соответственно, возрастает потребность в транспортировке углеводородов на внутренний рынок республики и ожидаемое удвоение экспорта нефти в период до 2020 г. Перспективы трубопроводного транспорта в Казахстане предполагают несколько направлений развития с целью преодоления имеющихся диспропорций, повышения готовности транспортировать возросшие объемы нефти после освоения крупнейших месторождений республики на этапе

2015-2020 гг. В этой связи, в рамках планов развития трубопроводной инфраструктуры для экспорта казахстанской нефти предстоит реализация ряда важных программ и проектов. Однако, следует отметить, что среди этих проектов нет программы, направленной на разработку профилактических технических мер по комплексному обслуживанию и поддержанию системы трубопроводной транспортной магистрали, обеспечивающих бесперебойную эксплуатацию трубопроводов путём осуществления необходимого контроля в них за отложениями и тем самым сохранение их первоначальной пропускной/провозной способности за счёт своевременной и эффективной очистки от различного рода отложений, накопившихся и вновь накапливающихся со временем на внутренней поверхности трубопроводов.

Высокая значимость развития трубопроводной инфраструктуры для экономики Казахстана предъявляет особые требования к научному обеспечению её развития. Казахстан имеет научное обеспечение в сфере добычи нефти и газа, это «Казахский институт нефти и газа» (КИНГ), «Научно-исследовательский институт по разработке нефтегазовых месторождений», осуществляющие научное сопровождение производственного цикла. Учитывая стратегическое значение развития трубопроводного транспорта в Казахстане и растущие требования к безопасности его работы, необходимо усилить научное обеспечение данного сектора транспортной отрасли.

Необходимо отметить, что нефтегазовый комплекс Казахстана развивается быстрыми темпами, и на международной арене страна позиционируется в качестве крупного и надёжного поставщика углеводородного сырья. Однако современный уровень развития трубопроводной инфраструктуры отстаёт от потребностей нефтегазового комплекса, что влияет на экономику Казахстана в целом.

Основными сдерживающими факторами являются:

- устаревшая производственно-техническая база;
- нарастающий уровень непригодности магистральных трубопроводов, проложенных еще 20-30 лет назад;
- отсталость ремонтного оборудования и применяемых технологий;
- недостаток финансовых ресурсов для модернизации и реконструкции имеющихся систем и строительства новых магистральных трубопроводов. Часть вновь построенных экспортных магистральных трубопроводов нуждается в реконструкции для повышения пропускной способности, как и впрочем, проложенных внутри республики большинства магистральных сетей трубопроводов.

**Методы исследования.** Как уже выше отмечалось, главной причиной снижения пропускной способности трубопроводов при их выбранных тех или иных определённых диаметрах являются засо-

рения труб различными отложениями, накапливающимися на их внутренней округлой гладкостенной поверхности за время эксплуатации этих трубопроводов. Это приводит к уменьшению активной площади поперечного рабочего, т.е. пропускного сечения трубы, в результате чего происходит снижение эффективности и в целом производительности трубопроводного транспорта, сопровождающееся повышением себестоимости транспортировки того или иного грузопотока с места отправки до места доставки. Правда, решение части проблем на трубопроводном транспорте позволило за последние годы снизить себестоимость перекачки нефти на 15-20%.

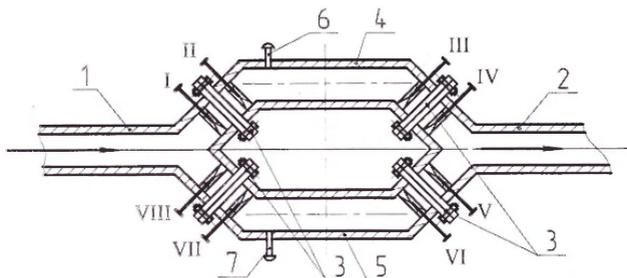
В целом, усугубляющим ситуацию помимо прочего является то, что в структуре экспорта нефти и нефтепродуктов из Казахстана полностью доминируют поставки сырой нефти, что сопряжено с некоторыми трудностями, прежде всего, самого процесса перекачки и транспортировки такой нефти из-за её меньшей текучести, а главное обильно собирающихся на внутренней поверхности нефтепроводов тяжёлых и устойчивых отложений из растворённых солей и парафина, существенно снижающих их пропускную способность и тем самым эффективность всей транспортной нефтепроводной магистрали. Но, несмотря на это, в перспективных планах отрасли не рассматриваются хотя бы частичный переход к экспорту обработанных нефтепродуктов, что было бы эффективнее и прибыльнее, чем экспорт сырой нефти. В отрасли недостаточное внимание уделяется повышению экономической эффективности использования имеющихся мощностей, оборудования и технических сооружений магистральных трубопроводов, определению экономически оптимального и безопасного режима транспортировки энергоносителей в трубопроводах, основанных на использовании современных технологий. Результатом являются технологические сбои и аварии, высокие затраты на содержание и эксплуатацию нефтегазового комплекса.

Среди этих проблем применительно к теме исследования следует выделить техническое и эксплуатационное состояние объектов трубопроводной транспортной магистрали, т.е. нефтепроводов, которые в зависимости от структуры и вязкости нефти со временем забиваются тяжёлыми устойчивыми отложениями, снижающими эффективность транспортировки нефти по трубопроводам из-за их малой производительности, вследствие снижения пропускной/провозной способности труб. Существование такой проблемы требует необходимости её решения за счёт разработки технических средств, предназначенных для обнаружения и измерения внутритрубных отложений и своевременной качественной их очистки, что является одной из актуальных задач, решение которой имеет важное научно-техническое и практическое значения в нефтегазовой и другой смежной отраслях, о чём будет изложено в этой и последующей статьях.

Исходя из изложенного и поставленной цели на основе изучения существующих технических решений в виде изобретений и патентов в рамках рассматриваемого вопроса, были выделены несколько перспективных устройств, представляющих определённый интерес к теме исследования. Однако в результате проведенного сравнительного технического анализа как преимуществ, так и недостатков выделенных устройств было установлено, что эти известные устройства в виду своих конструктивных исполнений и уровня технологичности не достаточно совершенны и вследствие этого малоэффективны, непродуманны. Кроме того многие из них металлоёмкие и сложны в изготовлении. Поэтому стояла задача с учётом их технических достоинств и некоторых особенностей усовершенствовать эти устройства и разработать на их основе новые наиболее работоспособные и эффективные устройства, выполняющие свои функции по контрольному замеру и анализу отложений и их последующей очистке с внутренней поверхности трубопроводов/нефтепроводов.

Рассмотрим разработанное устройство для контроля за солепарафиновыми отложениями в трубах [1]. Предлагаемое техническое средство относится к контрольно-измерительным установкам, преимущественно в нефтедобывающей промышленности.

На рисунке 1 в горизонтальном разрезе схематически показаны все части и узлы предлагаемого устройства для контроля за солепарафиновыми отложениями в трубах, и включает оно в себя соответственно входной 1 и выходной 2 нефтепроводы, фланцевые соединения 3, разветвлённые взаиморезервные ветки 4 и 5 основного нефтепровода, краны 6 и 7 для стравливания давления, а также группу вентилей I-VIII, установленных на резервных ветках.



- 1 и 2 – входной и выходной нефтепроводы; 3 – фланцевые соединения;  
4 и 5 – разветвлённые взаиморезервные ветки; 6 и 7 – краны для стравливания давления; I-VIII – группа вентилей

Рисунок 1 – Устройство для контроля за солепарафиновыми отложениями в трубах

Сущность предлагаемого устройства, как следует из рисунка 1, заключается в том, что контрольно-замерный участок нефтепровода изготавливается из двух взаимозаменяемых одинаковых ветвей длиной 1,5-2,0 м каждая, которые снабжаются вышеперечисленными элементами и узлами для выполнения своей функции. При этом суть самой идеи состоит в том, что, не прерывая процесс протекания (прокачки) нефти, каждую ветку устройства можно подключать к работе и отсоединять для анализа солепарафиновых оседаний внутри трубы. Для реализации этой идеи на предлагаемом участке прокладываемого нефтепровода до его эксплуатации в него одним из приемлемых способов (например, при помощи сварки или иного механического соединения концов труб) монтируется заранее изготовленное и собранное из указанных частей и узлов устройство. При этом для обеспечения одинаковых условий работы разветвлённых ветвей их располагают по обе стороны магистрального нефтепровода, что видно из рисунка в горизонтальном разрезе (в плане). Трубопровод на этом участке, как было указано выше, состоит из двух одинаковых взаимозаменяемых веток с поперечными сечениями, равными поперечному сечению общего (основного) магистрального нефтепровода у входа 1 и выхода 2. Каждая ветка устройства соединяется с основным нефтепроводом у его входа и выхода с помощью фланцев и болтов, как это показано на рисунке 1. При этом по обе стороны от каждого фланцевого соединения установлены по одному вентилю, которые предназначены в одном случае для подключения, а в другом – для отключения взаимных веток, причём для сравливания давления в последнем случае, ветки снабжаются специальными кранами 6 и 7.

Устройство работает и используется следующим образом перед тем, как задействует магистральный нефтепровод, в работу подключается только одна из двух ветвей, при этом вторая ветка, например, 4 или 5 остается резервной до отсоединения подключенной ветки для контроля за солепарафиновыми отложениями на внутренней поверхности разветвленного нефтепровода. После этого в работу запускается магистральный нефтепровод и по истечении определенного периода времени, за который могут отложиться солепарафинистые вещества на стенках трубы и осуществления указанного контроля, отсоединяется ранее подключенная ветка, например, ветка 4. Для этого еще при работающей ветке 4 подключается в работу ветка 5. Это осуществляется тем, что открываются вентили V, VI, VII, VIII при закрытом кране 7. После такого задействования в работу ветки 5, отсоединяется ветка 4 с помощью освобождения фланцевых соединений 3. Перед этим в начале наглухо закрываются вентили I, II, III, IV, и тем самым происходит отсоединение ветки 4, после чего давление в ней сравливается краном 6. Затем эта ветка отправляется в специаль-

ную лабораторию для контроля и анализа содержания и структурного состава отложений во внутренности трубы.

Далее на место ветки 4 с помощью соединительных фланцев устанавливается резервная, т.е. новая ветка и через определенное время аналогично вышеописанным действиям по отсоединению ветки 4, снимают ветку 5 для осуществления последующего контрольного анализа солепарафиновых и других возможных отложений в ней.

**Выводы.** Таким образом, с помощью предлагаемого устройства можно прогнозировать и оценить параметры и состояние отложений в магистральных нефтепроводах, что в целом позволит предпринять своевременные инженерные и технические меры по очистке различного рода отложений и засорений в целях обеспечения первоначальной пропускной способности нефтепроводов и тем самым повышения их эксплуатационной надежности и эффективности.

Для достижения этой цели на основе сравнительного анализа существующих устройств с учетом их преимуществ и недостатков будут рассмотрены возможности разработки усовершенствованного, специального устройства по очистке внутренней поверхности гладкостенных трубопроводов от отложений и засорений, к чему будет посвящена следующая статья.

**\*\*\* Продолжение в третьем номере**

### Список литературы

1 Инновационный патент РК № 26771, В08В 9/02, 9/027. Заявка № 2012/0710.1 от 15.06.2012 / Устройство для контроля за солепарафиновыми отложениями в трубах // Помашев О.П. и др. – Оpubл. 15.04.2013. – бюлл. № 4.