

Р.О. Нурлыбаев¹

¹Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, филиал Национального центра по комплексной переработке минерального сырья, г. Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВНУТРЕННЕЙ СТЕНКИ ТРУБОПРОВОДОВ ОТ РАЗЛИЧНОГО РОДА ОТЛОЖЕНИЙ И ЗАСОРЕНИЙ

Продолжение статьи №2 (2019 г.)

Аннотация. В статье затрагиваются проблемы трубопроводного вида транспорта, широко распространённого на практике в различных отраслях, особенно масштабно в нефтегазовой промышленности. Из всех проблем применительно к теме исследования отдельно выделены причины снижения пропускной способности транспортных трубопроводов и эффективности их эксплуатации из-за накапливающихся со временем на внутренней поверхности трубопроводов различного рода отложений, засоряющих и уменьшающих площади их поперечного рабочего сечения. Для решения этой технической задачи разработано специальное устройство, которое благодаря своему конструктивному исполнению в отличие от известных технических средств, наиболее эффективно и качественно очищает внутренности трубопроводов от различных отложений и засорений.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, нефтепроводная магистраль, внутреннетрубные солепарафиновые отложения, поперечное сечения нефтепровода, устройства для очистки трубы.

...

Түйіндеме. Мақалада қазіргі уақытта әрбір салалар тәжірибесінде кең таралған, әсіресе мұнай-газ өндірісінде масштабты түрде қолданылатын көлік құбырғыларының әртүрлі мәселелері қозғалған. Зерттеу тақырыбына байланысты құбыр арқылы тасымалдау қабілетінің және олардың эксплуатациялық тиімділігінің, құбырлардың ішкі бетіне уақыт бара пайда болып бітетін әртүрлі жатық жиналмаларының салдарынан төмендеу себептері, құбырлардың жұмыс атқару аудандарының келденең қимасы мелшерінің кішірею мәселелері жеке бөлініп қарастырылған. Бұл техникалық мәселені шешу үшін арнайы құрылғы жасалған. Ол басқа құрылғыларға қарағанда өзінің конструкциялық орындалуының арқасында құбырғылардың ішкі қабырғаларына жабысып, жиналған әртүрлі қыртыстар қалдықтарын бірталай тиімді де сапалы түрде тазалайды.

Түйінді сөздер: құбыр арқылы тасымалдау көлігі, мұнай құбыры торабы, құбырышілік тұзды-парафиндық жатықтар, мұнай құбырының келденең қимасы, құбырды тазалайтын парафиндік құрылғы.

Abstract. The article addresses the problems of pipeline transport, that are widespread in practice in various industries, especially in the oil and gas industry. Of all the problems in relation to the research topic, the reasons for the decrease in the throughput of transport pipelines and the efficiency of their operation due to various deposits accumulating over time on the inner surface of pipelines, clogging and reducing the area of their cross-section, are separately identified. The authors separately identified the reasons for the decrease in the throughput of pipelines and the efficiency of their operation caused by various deposits accumulating over time on the inner surface of pipelines, clogging and reducing the area of their cross-section. The authors has been developed a special device to solve this technical problem, the design of which features, in contrast to known technical means, are effective in cleaning the insides of pipelines from various deposits and blockages.

Keywords: pipeline transport, oil pipeline, internal salt-paraffin deposits, cross - section of the pipeline, devices for cleaning the pipe.

Введение. В нынешней современной мировой практике для доставки того или иного грузопотока от места производства к месту потребления существуют различные способы и виды транспорта, в том числе трубопроводный. Среди множества известных способов транспортировки в зависимости от вида и специфичности груза наиболее экономически выгодным и распространённым видом является трубопроводный транспорт. В сравнении с другими этот вид транспорта считается более мобильным, безопасным и эффективным, и его основная область и объёмы применения помимо прочего приходятся на нефтегазовую промышленность, где протяжённость трубопроводной магистрали составляет до несколько десятков тысяч километров. Столь масштабное использование современного трубопроводного вида транспорта, прежде всего, связано с невероятно значительными объёмами добычи нефти и газа, следовательно, поставкой их странами-экспортёрами в другие различные страны, нуждающиеся в этих стратегических природных сырьевых ресурсах. Кроме доминирующей нефтегазовой промышленности трубопроводный транспорт применяется и во многих других отраслях народного хозяйства, в том числе для обеспечения коммунальных услуг населению и т.д. и т.п. Опыт применения трубопроводной транспортной магистрали и практика её эксплуатации показывает, что техническое состояние такой системы зависит от ряда факторов, а именно от вида, специфичности и химического состава, абразивности и других характеристик транспортируемого грузопотока, срока эксплуатации и качества изготовления самого трубопровода и конечно же от природно-географических, климатическо-температурных условий и характеристик мест прокладки трубопроводной магистрали на данном конкретном участке.

Следовательно, на уровень технического состояния, эксплуатационную надёжность и срок службы трубопроводных веток (системы) перечисленные факторы влияют различным образом, оказывая то или иное отрицательное воздействие. В результате такого их негативного воздействия происходит преждевременный выход трубопроводной системы из рабочего состояния и режима. При этом основными проблемами, угрожающими магистральным трубопроводам являются: интенсивное развитие коррозионных процессов как изнутри, так и снаружи трубопроводов; изнашивание их внутренней поверхности; засорение трубопроводов различными отложениями, уменьшающими их поперечное сечение и как следствие снижение пропускной (грузопровозной) способности.

Для устранения всего этого, если своевременно не принять соответствующие технические меры, то в последующем вероятность аварийной ситуации неизбежна, как это не редко бывает. Если во время не заняться профилактическими и ремонтно-восстановительными работами или обновлением отдельных уязвимых участков транспортной трубопроводной магистрали, есть огромная вероятность остановки многих объектов трубопроводного транспорта и возникновения экологических катастроф. В нынешних складывающихся сложных рыночно-конкурирующих условиях проблемы эксплуатационной надёжности и безопасности трубопроводной транспортной магистральной системы в различных отраслях народного хозяйства становятся ещё более острыми и актуальными из-за значительной протяжённости и значимости этих объектов, сложности их конструкций и т.д. Данной работой, являющейся продолжением и логическим завершением темы предыдущего исследования [1] ставится целью разработать техническое средство, т. е. специальное устройство, которое обеспечило бы качественную и эффективную очистку скопившихся внутритрубных отложений и засорений из тяжелых парафиновых и других осодачных на внутреннюю стенку трубы солей, примесей и, тем самым позволило бы решить проблему снижения пропускной способности нефтепроводов и повысить их общую эффективность и эксплуатационную надёжность.

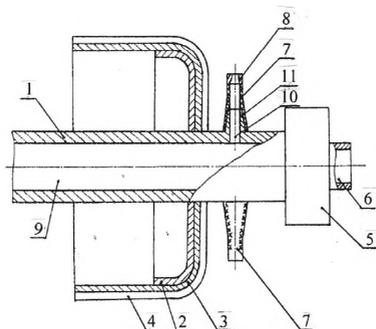
Методы исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решать ряд задач, связанных с изучением аспектов и проблем эксплуатации нефтепроводной транспортной магистрали. В данном случае наиболее приемлемым и эффективным методом исследования является технико-технологическое сравнение работоспособности и эффективности выявленных технических средств (устройств) для обоснования необходимости разработки наиболее усовершенствованного и альтернативного варианта устройства по очистке солепарафиновых отложений в нефтепроводах.

Результаты исследования и их обсуждение. В зависимости от характера и степени сложности решаемых проблем и их важности с экономической и технической точек зрения, а также поставленных цели и задач по устранению недостатков в трубопроводной транспортной системе, могут быть предложены и приняты к осуществлению различного рода научно-технические меры, обеспечивающие бесперебойную работу и эксплуатацию трубопроводной системы в целом. В этой связи одной из таких разработанных технических мер (решений) является устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от засорений из различного рода отложений [2]. Предлагаемое устройство по своему назначению относится к области обслуживания и эксплуатации транспортных магистральных трубопроводов с целью очистки их внутренней поверхности от различного рода отложений и засорений, уменьшающих площадь поперечного рабочего сечения и, тем самым снижающих пропускную (грузопровозную) способность этих трубопроводов в единицу времени, что в итоге приводит к снижению эффективности использования трубопроводной транспортной системы в целом. Решение указанной актуальной проблемы с помощью данного устройства, на наш взгляд, вполне осуществимо, для чего произведём некоторый сравнительный технический анализ наиболее приемлемых для этой цели существующих технических средств/устройств.

Проведённый патентно-информационный поиск и обзор научно-технической литературы по данной проблеме позволили выявить ряд технических решений и разработок на уровне изобретений и патентов различных развитых стран. Однако эти технические предложения и разработки по своим конструктивным исполнениям сложны и не достаточно совершенны, следовательно по уровню технологичности и работоспособности они малоэффективны и не производительны. Из обзора литературных источников и изученных описаний изобретений и патентов следует, что наиболее близким по технической сущности к предлагаемому техническому средству является устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от отложений [3], которое было взято за основу для совершенствования данного и разработки нового устройства [2]. Это известное устройство (рисунок 1), прежде всего, содержит корпус 1, на котором закреплена манжета 2. На ней установлен полусферический оголовок 3 с прорезями, разделяющими его на сектора, на каждом из которых установлено продольное ребро 4 из износостойкого материала. Лобовая часть корпуса 1 снабжена гидроакустическим излучателем 5 с выходным каналом 6 для выхода рабочей жидкости из излучателя 5 и генерированного в нём гидроакустического излучения. На боковой поверхности корпуса 1 между излучателем 5 и манжетой 2 установлены упруго-гибкие ра-

диальные трубки 7 с соплами 8 на их концах. В корпусе 1 имеется канал 9, гидравлически соединённый с излучателем 5 и радиальными трубками 7. При этом излучатель 5 соединён с каналом 9 непосредственно, а радиальные трубки 7 – посредством радиальных отверстий 10, просверленных в корпусе 1, в его боковых стенках, и ниппелей 11.

Но несмотря на такую устроенность и технологичность, а также на описанную в работе [3] работоспособность и эффективность устройства, оно недостаточно качественно и не в полной мере очищает внутренние поверхности стенки трубопроводов от отложений и засорений, вследствие своего несовершенства в конструктивном исполнении для указанной эффективной очистки и эксплуатации трубопроводов.



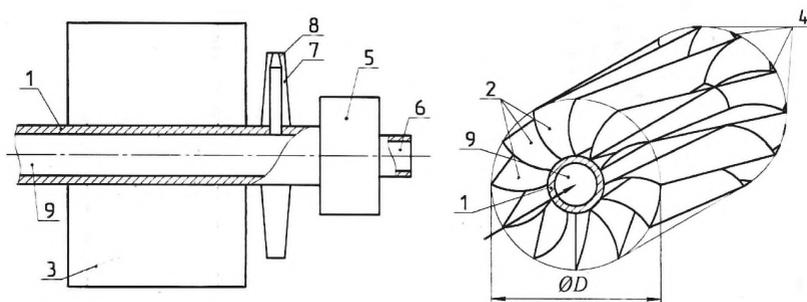
1 – корпус; 2 – манжета; 3 – полусферический оголовок; 4 – продольное ребро; 5 – гидроакустический излучатель; 6 – канал для выхода рабочей жидкости; 7 – упруго-гибкие радиальные трубки; 8 – сопло; 9 – канал, гидравлически соединённый с излучателем и радиальными трубками; 10 – радиальные отверстия; 11 – ниппель.

Рисунок 1 – Совершенствуемое устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от отложений

Основной недостаток устройства заключается в том, что оно не успевая полностью очистить участок трубопровода, довольно быстро передвигается под давлением жидкости на внутренние поверхности полусферического оголовка. Наружные же продольные ребра оголовка при перемещении устройства внутри трубопровода просто будут играть роль салазки и свободно будут скользить по поверхности оставшихся частиц всевозможных отложений на стенках, то есть рассматриваемое устройство не в состоянии в должной мере очистить внутренности трубопроводов при значительных проталкивающих его силах, действующих на устройство со стороны движущейся жидкости внутри трубы. Всё это свидетельствует о том, что устройство слабо выполняет свои очистительные функции.

Из изложенного следует, что практическое применение известного устройства технически не целесообразно и не эффективно. Поэтому стояла задача с учётом его некоторых достоинств усовершенствовать данное устройство, которое могло бы качественно и эффективно очищать внутренности трубопроводов от различного рода отложений и засорений, особенно нефтепроводов, проводящих нефть с содержанием растворённых солей и парафина. Для этого вместо манжеты 2, полусферического оголовка 3 и продольных рёбер 4, установленных на корпусе 1 известного устройства (рисунок 1), к корпусу (на месте, схематически отмеченной 3, (рисунок 2) привариваются металлические турбинные лопасти 2, концы которых по всей длине снабжаются острыми скребками 4, практически соприкасающимися своими внешними поверхностями об внутреннюю окружность стенки трубопровода. То есть внешние диаметры участка приваривания лопастей к корпусу выполнены практически равными внутреннему диаметру трубопровода с тем, чтобы скребки могли как можно максимально, т.е. до самой внутренней поверхности без остатка срезать и удалять отложения. Общая длина устройства должна составлять в пределах 0,5-1,0 м для его беспрепятственного прохождения через участки трубопровода с малыми искривлениями в местах изменения направления трубопровода, вызванного выбранным маршрутом прокладки трубопроводной транспортной линии (магистральной). Очистку внутренности трубопровода от отложений предлагаемым устройством осуществляют следующим образом. Учитывая, что скребки устройства своими острыми лезвиями едва ли не касаются внутренней округлой поверхности трубопровода, то его целесообразно помещать внутрь трубопровода там, где наименьший слой отложений, и создают в нём напор рабочей жидкости, например, воды или же уже самой нефти при таковой возможности и необходимости. И тогда жидкость под давлением, перемещая устройство вдоль очищаемой трубы, заставляет его непрерывно вращаться вокруг общей продольной оси устройства и трубопровода. Это происходит за счёт наличия турбинных лопастей, воспринимающих давление со стороны текущей жидкости внутри трубопровода. Течение же жидкости обуславливается своим давлением на вогнутые стенки лопастей, что заставляет вращаться их против часовой стрелки. Вращение устройства будет зависеть от скорости течения жидкости и от сил взаимодействия опор лезвий скребков об отложения на стенках трубопровода. Его вращение также зависит и от числа лопастей, оптимальное количество которых должно определяться на основе закономерностей режимов течения жидкости в различных условиях в зависимости от соответствующих факторов, что требует дальнейшего отдельного исследования.

Вместе с тем следует отметить, что чем сильнее будут опираться турбинные лопасти на отложения со своими скребками, внешние поверхности которых строго повторяют кривизну внутренней окружности трубопровода, тем сильнее и под большим вращательным моментом будет вращаться устройство, что в конечном счёте приведёт к эффективной и качественной очистке трубопровода от отложений. Получаемый положительный эффект очистки от вращения устройства, являясь основным результатом качественной очистки, обеспечивается и тем, что одновременно задействуется совместно с вращением устройства и гидроакустический излучатель, упруго-гибкие радиальные трубы с соплами, заимствованные из известного устройства-прототипа. При этом последние своими предварительными воздействиями на отложения облегчают работу турбинных лопастей по их срезанию и удалению слоёв отложений со стенок трубопроводов.



1 – корпус; 2 – турбинные лопасти; 3 – схематическое обозначение места на корпусе, куда привариваются лопасти; 4 – скребки; 5 – гидроакустический излучатель; 6 – канал для выхода рабочей жидкости; 7 – упруго-гибкие радиальные трубки; 8 – сопло; 9 – канал, гидравлически соединённый с излучателем и радиальными трубками.

Рисунок 2 – Усовершенствованное устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от засорений из различных накопившихся отложений

То есть все эти конструктивные элементы и узлы, в совокупности дополняя и усиливая друг друга, воздействуют на отложения как можно максимально разрушительно для их очистки. Это достигается именно тем, что при вращении устройства остатки отложений (имеется в виду по толщине слоёв) после действия использованных в прототипе узлов, то есть гидроакустического излучателя, упруго-гибких радиальных труб с соплами, срезаются практически без остатка скребками, прикреплёнными на всех концах турбинных лопастей по всей их длине и попадают в

среду текущей жидкости (воды), и трубопровод эффективно очищается от различного рода отложений и засорений, в том числе и от имеющих место коррозионных слоёв на стенках металлических труб.

Выводы. Таким образом, промышленное практическое использование предлагаемого устройства по очистке внутренности различного рода трубопроводов во многом способствует повышению эксплуатационной надёжности, срока службы и безусловно эффективной работы трубопроводной транспортной магистрали, особенно нефтепроводной транспортной системы, где на внутренних стенках трубы со временем откладываясь, образуются нефтяные отложения из растворённых солей и парафина, которые, из года в год нарастая, как отмечалось выше, приводят к уменьшению площади рабочего поперечного сечения нефтепроводов, что в итоге, снижая их пропускную способность, негативно влияет на общую производительность и эффективность транспортировки нефти и в целом всей магистральной системы. Комплексное решение указанных проблем в настоящее время, когда из стран производителей в страны потребителей транспортируются колоссальные объёмы нефти и нефтепродуктов, имеет весьма важное значение и является одним из актуальных вопросов, требующих своего изучения и развития. В этой связи одним из альтернативных вариантов решения проблем является изготовление экспериментальных образцов разработанных технических средств (устройств) и их опытно-промышленные испытания с целью корректировки и оптимизации конструктивно-технологических параметров для практического применения и последующего масштабного внедрения разработанных мер и устройств в нужных отраслях промышленности.

Список литературы

- 1 Нурлыбаев Р. О., Помашев О. П. Устройство для контроля и изменения солепарафиновых отложений в нефтепроводах // Научно-технический журнал «Новости науки Казахстана»-Алматы. 2019, №2-С. 124-130.
- 2 Инновационный патент РК № 26770, В08В 9/02, 9/027. Заявка № 2012/0707.1 от 15.06.2012 / Устройство для очистки внутренней поверхности гладкостенных трубопроводов от отложений // Нурлыбаев Р.О., Помашев О.П. – Оpubл. 15.04.2013. – Бюл. № 4.
- 3 Предварительный патент РК № 2621, В08В 9/02. Заявка № 931978.1 от 24.08.1993 / Устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов от отложений // Медведев М.Ф. – Оpubл. 15.12.1995. – Бюл. № 4.

Нурлыбаев Р.О. – кандидат технических наук,
e-mail: Nurlybayev.Rymbek@mail.ru