

Юрий Шевченко

---

# **Альтернативная чистка трубопроводов**

# Юрий Шевченко

## Альтернативная чистка трубопроводов

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=63522251](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=63522251)*

*ISBN 9785005191502*

### Аннотация

В книге изложены существующие методы очистки магистральных нефтегазопроводов от твердых, жидких загрязнений и конструктивные особенности применяемых очистных устройств. Книга предназначена для специалистов нефтегазового комплекса, научно-технических работников, аспирантов и студентов.

# Содержание

От автора	5
Введение	6
1. Способы очистки внутренней поверхности трубопроводов	9
1.1. Чистка равнопроходных трубопроводов	12
Очистные устройства с принудительным вращением	17
Самовращающиеся очистные устройства	23
Очистные устройства, оснащенные магнитами	43
Устройства для чистки продуктопроводов	51
Конец ознакомительного фрагмента.	57

# **Альтернативная чистка трубопроводов**

**Юрий Шевченко**

© Юрий Шевченко, 2020

ISBN 978-5-0051-9150-2

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

# От автора

В настоящей монографии описана крупная программа по созданию производства очистных резиновых оболочек, которая включает не только исследования по конструкции, рецептуре и технологии, но и разработку методических указаний по применению очистных оболочек для альтернативной очистки внутренней полости трубопроводного транспорта.

Впервые описана альтернативная чистка магистральных газопроводов с неравнопроходной запорной арматурой, подкладными кольцами и поворотами под прямым углом от различных твердых и жидких загрязнений. Приведены примеры очистки магистральных газопроводов, примеры очистки сложных участков нефтепроводов от парафинов и асфальтено-смолистых веществ, а также паропроводов заводских тепловых коммуникаций.

На основании патентной проработки выявлены основные тенденции развития очистных устройств и способов очистки внутренней полости трубопроводов.

В целом монография послужит повышению стабильности работы трубопроводного транспорта.

# Введение

Современная мировая система транспортных магистральных трубопроводов имеет такое же жизненно-важное значение для человечества, как и система кровеносных сосудов для человека.

Чистка трубопроводов является исключительно эффективным средством профилактики и лечения хронической болезни трубопроводов – засорения и закупоривания, этими своеобразными «холециститам» и «тромбофлебитами», угрожающими целостности и работоспособности системы.

Несовершенство современных чистящих устройств определяется заложенными в их основу механическими и химическими принципами, страдающими ограниченными возможностями, сложностью, дороговизной и экологической небезопасностью.

Несмотря на лавину изобретений и разработок, проблема чистки труб и трубопроводов все еще не поддается универсальному решению. Очевидно, в основу прогресса в технике и технологии чистки трубопроводов должен быть положен фундаментальный принцип адаптируемости к специфическим условиям применения. Этот принцип обеспечивается известным в теории газа и гидронаполненных оболочек свойством изменять форму и габариты под действием внутреннего давления или внешних нагрузок. На этой принципи-

альной основе появились решения, приближающиеся к идеальным прообразам и прототипам природного происхождения – мыльному пузырю и водяной капле. На практике принцип реализован в оболочках-трансформерах, приспособляющихся к сложностям объекта и непредвиденным неожиданностям.

Чистящие оболочки-трансформеры прошли путь моделирования, лабораторно-стендовых испытаний и промышленного использования. Преимуществами таких оболочек-поршней являются: упрощенная запасовка, отсутствие ограничений по видам отложений, наличие сужений трубопроводов, существенно меньшая стоимость и трудоемкость.

Эти пионерские решения открывают перспективу коренного преобразования всей технологии чистки в направлении профилактических мер, введения в практику реверсивных чисток и совмещения с чистками химическими реагентами и механическими устройствами, агрегатирования со средствами диагностики. Это направление богато неисчерпанным научно-техническим потенциалом.

Людам креативным достаточно и намека; ищущим – указания направления; рачительным – возможности выбора.

Монография Шевченко Ю. Г., к.т.н., специалиста в области технологии переработки эластомеров; разработчика, испытателя и участника производственных чисток трубопроводов отвечает на запросы эксплуатационников нефтегазовых комплексов и послужит катализатором новейших разра-

БОТОК.

*Член-корреспондент*

*Транспортной Академии Украины*

*Смирнов А. Г.*

# 1. Способы очистки внутренней поверхности трубопроводов

При работе магистрального трубопровода происходит загрязнение его внутренней поверхности, в случае газопровода – окалиной, отслоившейся от труб, частицами породы, конденсатом, водой, метанолом и пр.; нефтепровода – парафинирование частицами парафина и асфальтено-смолистых веществ, что, как в первом, так и во втором случаях, приводит к увеличению коэффициента гидравлического сопротивления и, соответственно, снижению пропускной способности магистрального трубопровода [1].

От таких загрязнений внутреннюю поверхность газопровода очищают периодическим пропуском очистного поршня без прекращения перекачки газа или разовым пропуском очистного поршня с прекращением подачи газа на очищаемом участке, установкой конденсатосборников и дренажей в пониженных точках трубопровода, повышением скоростей потоков газа в отдельных нитках системы газопровода и последующим улавливанием жидкости в пылеуловителях компрессорных станций. Наиболее эффективный способ очистки – периодическая очистка полости газопровода без прекращения подачи газа при помощи очистных устройств, пропускаемых по газопроводу. Этот способ поз-

воляет постоянно поддерживать коэффициент гидравлического сопротивления газопровода равным первоначальному значению [2].

Эффективным способом очистки поверхности нефтепровода является механическая очистка с помощью скребков. Разработано много конструкций скребков, в которых чистящим элементом являются диски, ножи и проволочные щетки. Скребки разных конструкций различны по эффективности удаления отложений со стенок труб, по износостойкости и проходимости. Последнее качество очень важно для нефтепроводов, имеющих хотя бы незначительные препятствия во внутренней полости в виде подкладных колец, графа и сужений в запорной арматуре [1].

Из многочисленных публикаций, посвященных конструктивным особенностям очистных устройств и способам очистки внутренней поверхности трубопровода можно выделить два основных направления:

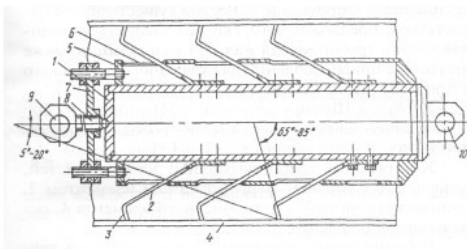
– очистные устройства для трубопроводов с равнопроходной запорной арматурой, к которым можно отнести вращающиеся очистные устройства, устройства, оснащенные магнитами, устройства для чистки насосно-компрессорных труб и котлов атомных электростанций; экологически чистые очистные устройства, снабженные камерой сбора жидких загрязнений, а также саморазрушающиеся очистные устройства и устройства для чистки и дефектоскопии внутренней поверхности трубопровода;

– очистные устройства для чистки трубопроводов переменного диаметра с неравнопроходной запорной арматурой, подкладными кольцами и крутозагнутыми отводами. К этому виду можно отнести шарообразные и цилиндроподобные очистные оболочки из эластомерных материалов, очистные устройства из эластомерных сдвоенных камер и очистные устройства со складывающимися дисковыми манжетами.

# 1.1. Чистка равнопроходных трубопроводов

Очистка полости загрязненных равнопроходных трубопроводов весьма сложная техническая задача, связанная не только с разрушением твердых отложений в пристеночной области трубопровода, но также с удалением большой массы осадка, образующегося в процессе очистки.

Ждановым предложено устройство для очистки внутренней поверхности сильно загрязненных труб [3], содержащее корпус 1 с рабочим органом в виде набора пружинящих металлических пластин 2 (Рис. 1).



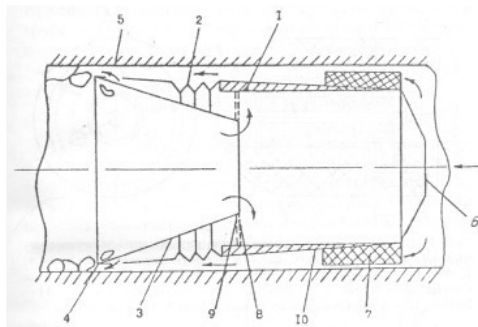
**Рис. 1.** Устройство для поэтапной очистки внутренней поверхности трубопровода, где 1 – корпус; 2 – пружинящие

металлические пластины; 3 – скребки; 4 – очищаемый трубопровод; 5 – кожух; 6 – окна; 7 – опорный диск; 8 – винт; 9, 10 – пружины.

Перед введением устройства в очищаемую трубу, поворачивая винт 8, перемещают опорный диск 7, до тех пор, пока пружинящие металлические пластины 2 не уберутся через окна 6 кожуха 5 внутрь кожуха, из которых будут выступать лишь загнутые концы 3 пластин 2. В этом положении скребок легко вводится в очищаемую трубу. Затем винт 8 поворачивают в противоположную сторону до тех пор, пока пластины 2 не упрутся во внутреннюю поверхность очищаемой трубы 4.

С помощью троса, прикрепленного к проушине 10, а другим концом к лебедке, устройство протягивают через очищаемую трубу. В случае возникновения непреодолимых препятствий (камней, больших вмятин, изломов трубы), устройство извлекают из очищаемой трубы задним ходом с помощью троса, прикрепленного к проушине 9. Весьма существенным недостатком предложенного скребка является поэтапная чистка трубопровода малыми участками, а также отсутствие приспособлений для удаления образующего в процессе чистки осадка.

Курдов и Шириев предлагают [4] очистку и сбор шлама с внутренней полости трубопровода проводить при помощи конического стакана 1 (Рис. 2).



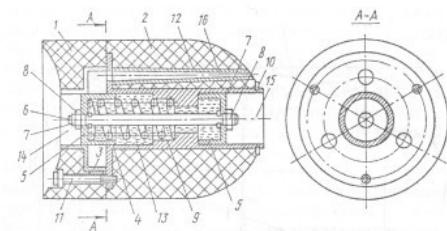
**Рис. 2.** Очистное устройство, оснащенное полостью для сбора шлама, где 1 – конический стакан; 2 – упругий гофрированный элемент; 3 – конический патрубок; 4 – очистной элемент из твердого сплава; 5 – отверстие; 6 – ребра жесткости; 7 – антифрикционные накладки; 8 – кольцевая сетка; 9 – жесткое основание; 10 – полость для сбора шлама.

Конический стакан выполнен из двух частей, сочлененных упругим гофрированным элементом 2, конического патрубка 3, и очистного элемента 4, оснащенного твердым сплавом.

Рабочий агент, подаваемый в очищаемый трубопровод, продвигает устройство в направлении стрелки. Очистной элемент 4 снимает слой загрязнений с внутренней поверхности трубопровода. Рабочий агент проходит между анти-

фрикционными накладками 7 и огибает очистной элемент 4. В виду большой скорости потока в верхней части конического стакана 1 происходит «подсос» продукта через отверстие 5 в конический патрубок 3 и сбор шлама в полости 10.

Дытук из ОАО «Оренбургнефть» предлагает для очистки внутренней поверхности трубопровода от асфальтено-парафиновых отложений устройство [5], эскиз которого представлен на рис. 3.



**Рис. 3.** Очистное устройство для разжижения и перемещения парафиновых пробок, где 1, 2 – части пустотелого корпуса; 3, 4 – направляющие; 5 – поршень; 6 – шток; 7 – стопорные кольца; 8 – гайка; 9 – пружина; 10 – стопорное кольцо; 11 – болты; 12 – конусообразные кольца (3 шт.); 13 – полость.

Устройство снабжено перепускными соплами для разжи-

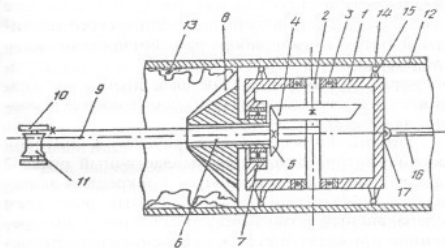
жения и перемещения накопившегося в процессе чистки осадка. Устройство выполнено в виде пустотелого корпуса из эластичного материала и состоит из двух частей 1 и 2. В каждую часть впрессованы фигурные гильзы 3 и 4, являющиеся направляющими для поршня 5.

Движение поршня ограничивается пружиной 9 и выступами гильзы. В тело устройства 2 впрессованы конусообразные сопла 12 (3 штуки), предназначенные для разжижения и перемещения парафиновых и асфальтено-смолистых скоплений.

Под действием перепада давлений устройство движется по трубопроводу. Когда максимальный перепад давления для его продавки достигает величины 3,6 МПа, срабатывает плунжерная пара 5. В результате транспортируемая жидкость из полости 14 поступает в канал 16 сопла 12, при этом разжижая и перемещая скопления парафина и асфальтено-смолистых веществ в область низкого давления очищаемого трубопровода. По мнению автора, технический результат достигается за счет повышения надежности работы устройства, устраняется застревание его в трубе и сокращается время чистки сильно загрязненных трубопроводов.

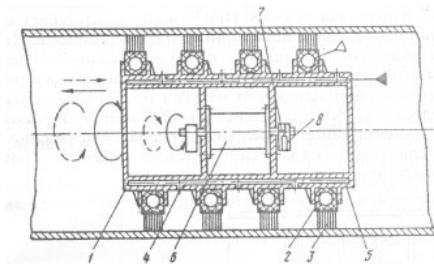
# Очистные устройства с принудительным вращением

Для очистки внутренней поверхности трубопровода с высокой степенью загрязнения предложено устройство [6] с очистным элементом, выполненным в виде фрезы (8), закрепленной на пустотелом валу (6). Работает устройство следующим образом: в очищаемом трубопроводе вырезают участки на расстоянии 100 – 150 м и вводят очистное устройство внутрь трубы. Через очищаемый участок протаскивают трос 9, один конец которого подсоединяют к корпусу лебедки 10, а другой к барабану 11. Включают лебедку 10 (Рис. 4). Трос 9 придает поступательное движение очистному устройству и одновременно приводит во вращение ведущую шестерню 4 очистного устройства, которая придает вращение конической шестерне 5, приводящую во вращение пустотелый вал 6 и фрезу 8. Фреза врезается в отложения. В случае аварийной остановки, отключают лебедку 10 и вытаскивают устройство из трубы с помощью аварийного троса 16.



**Рис. 4.** Очистное устройство для поэтапной чистки внутренней поверхности трубопровода от твердых отложений, где 1 – корпус; 2 – ведущий вал; 3 – подшипник; 4 – ведущая шестерня; 5 – коническая шестерня; 6 – пустотелый вал; 7 – подшипник; 8 – фреза; 9 – приводной трос; 10 – лебедка; 11 – барабан; 12 – очищаемый трубопровод; 13 – твердые отложения; 14 – центровочные ролики; 15 – пружины; 16 – аварийный трос; 17 – пружина.

С целью повышения степени мобильности и автономности очистного устройства, а также для чистки трубопровода со сложным профилем Денисов с соавторами, разработали устройство для чистки внутренней поверхности труб [7], которое наряду с принудительным вращением, имеет возможность поступательного движения в обоих направлениях (Рис. 5).

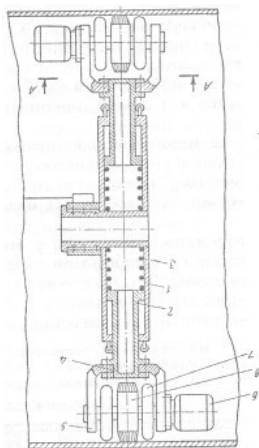


**Рис. 5.** Очистное устройство с реверсивным поступательным движением, где 1 – корпус; 2 – эластичный рукав; 3 – щетка; 4 – сопла; 5 – каналы; 6 – двигатель; 7, 8 – дебалансы.

Устройство состоит из корпуса 1, в винтовой канавке которого установлен эластичный рукав 2 со щеткой 3. Внутри корпуса 1 закреплен двигатель 6 с дебалансами 7 и 8. Вращаемый двигателем 6 дебалансный возбудитель обеспечивает попеременное прижатие щеток к внутренней поверхности очищаемой трубы, при котором устройство обкатывается по данной поверхности и, ввинчиваясь в трубу, перемещается вдоль ее оси. Если щетка имеет правое направление навивки, то для движения вперед вал двигателя 6 должен вращаться по часовой стрелке. Для изменения направления движения устройства достаточно изменить направление вращения двигателя 6. Удаление снятых щеткой загрязнений и очистка самой щетки осуществляется моющей жидкостью,

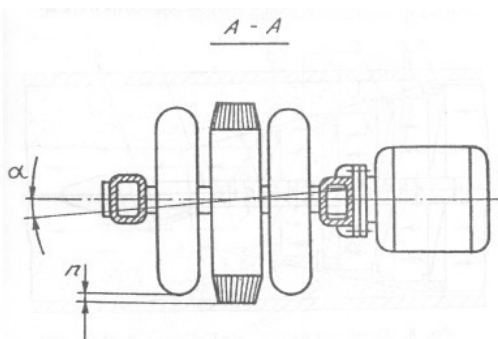
истекающей из сопел 4, соединенных каналами 5 для подачи жидкости под давлением.

Для надежной очистки трубопроводов, имеющих отклонение по форме от окружности Вахидов, Сафин и Колесников предложили рабочий орган устройства для чистки внутренней поверхности трубопровода [8].



**Рис. 6.** Рабочий орган очистного устройства для чистки внутренней поверхности трубопровода, имеющего отклонения по форме окружности, где 1 – водило; 2 – штанга; 3 – пружины; 4 – цилиндр; 5 – вилки; 6 – электродвигатель; 7 – приводное колесо; 8 – дисковая щетка.

Устройство состоит из полого водила 1, в которое с возможностью радиального перемещения вставлены штанги 2, подпружиненные пружинами 3. На цилиндрическом конце 4 штанги 2 закреплены вилки 5. На каждой вилке 5 установлен электродвигатель 6, на валу которого находятся приводные колеса 7 и дисковая щетка 8. При чем щетка выступает за диаметр колеса 7 на величину натяга  $n$  (Рис. 6, 7). Оси вращения валов со щетками и колесами смещены относительно продольной оси трубопровода в горизонтальной плоскости на угол  $\alpha$ . При установке колеса 7 щетки 8 под действием пружин 3 упираются в стенки очищаемого трубопровода. Электродвигатели 6 вращают колеса и щетки, которые вращают весь рабочий орган.



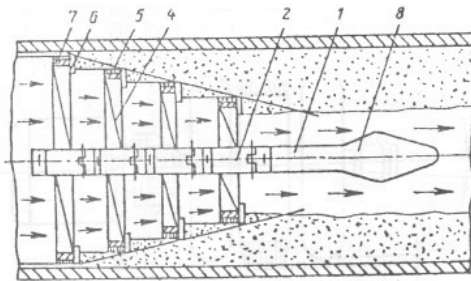
**Рис. 7.** Сечение по А – А на **Рис. 6**, где  $\alpha$  – угол смещения оси вращения вала 6 относительно продольной оси тру-

бопровода;  $p$  – величина натяга щеток.

Вследствие смещения оси валов  $b$  относительно продольной оси трубопровода на угол  $\alpha$ , рабочий орган получает усилие, направленное вдоль трубопровода, при этом, вращаясь по винтовой линии, рабочий орган перемещается вдоль трубопровода, осуществляя процесс очистки внутренней поверхности. В конце хода происходит автоматический реверс двигателей  $b$ , и рабочий орган начинает перемещаться в обратном направлении. Скорость перемещения может регулироваться за счет изменения угла  $\alpha$ . (Рис. 7).

# Самовращающиеся очистные устройства

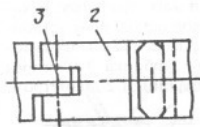
Для повышения производительности и качества очистки внутренней полости магистральных, межцеховых и внутрицеховых трубопроводов Павловский, Первицкий и Лускин предлагают устройство [9] (Рис. 8) содержащее гибкий вал 1, состоящий из отдельных элементов 2, соединенных связью «шип-паз» 3 (Рис. 9). На валу 1 жестко закреплена турбинка 4 с очистными инструментами 6. Устройство вводят в трубопровод и пропускают газ или жидкость.



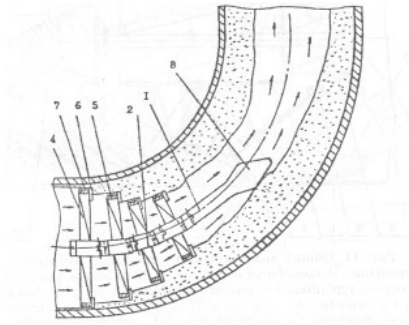
**Рис. 8.** Общий вид очистного устройства для послойного срезания загрязнений и чистки криволинейных участков трубопровода, где 1 – гибкий вал; 2- жесткие элементы вала;

3 – соединение «шип-паз»; 4 – турбинки; 5 – обод; 6- очистные элементы; 7 – центрующие опоры; 8 – направляющая головка.

При этом турбинки 4 приобретают вместе с валом 1 вращательное движение и очистные элементы 6 срезают послойно отложения с внутренней поверхности трубопровода. Срезанные отложения рабочей средой уносятся вперед. Благодаря тому, что вал 1 выполнен гибким, обеспечивается возможность использования устройства для чистки криволинейных участков трубопровода. (Рис. 10).

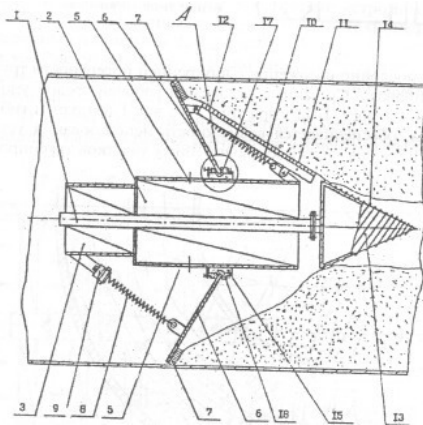


**Рис. 9.** Выносной элемент соединения гибкого вала, где 2 – жесткий элемент; 3 – соединения типа «шип-паз».

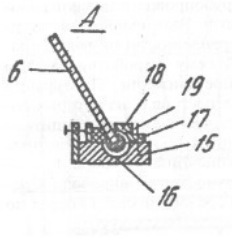


**Рис. 10.** Момент прохождения устройством криволинейного участка трубопровода.

Эти же авторы для очистки магистральных цеховых и междеховых трубопроводов используют устройство [10] (Рис. 11,12, 13), содержащее вал 1, на котором жестко закреплены первая турбинка 2, и вторая турбинка 3 с меньшим, чем у турбинки 2 диаметром.

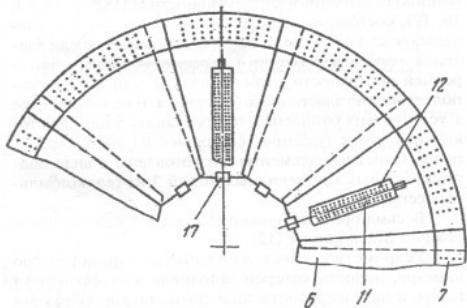


**Рис. 11.** Общий вид очистного устройства для чистки магистральных, цеховых и межцеховых трубопроводов, где 1 – вал; 2 – первая турбинка; 3 – вторая турбинка; 4 – ступенчатый корпус; 5 – отвестия; 6 – лепестки; 7; 12; 14 – очистные элементы; 8, 10 – пружины; 9 – натяжной узел; 11- щетки; 13 – конусный наконечник; 15 – внутреннее кольцо; 17 – ролики; 18 – наружное кольцо.



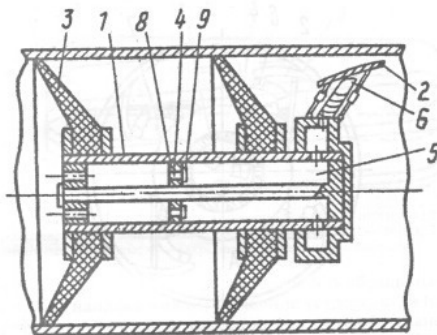
**Рис. 12.** Выносной элемент А очистного устройства, где 6 – лепесток; 15 – внутреннее кольцо; 16 – канавка; 17 – ролики; 18 – наружное кольцо; 19 – канавка.

Устройство вводят в трубопровод и подают рабочую среду (газ или жидкость). Взаимодействуя с турбинками 2 и 3, жестко закрепленными на валу 1, рабочая среда придает им и всему устройству в целом вращательное поступательное движение. При вращении очистные элементы 7 лепестков 6, из которых состоит рабочий орган, очистные элементы 12 щитков 11, которыми снабжены пружинки 10, и очистные элементы 14 конусного наконечника 13 срезают отложения на внутренней поверхности трубопровода. Срезанные отложения рабочей средой уносятся вперед по трубопроводу.

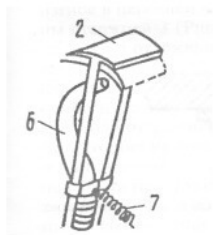


**Рис. 13.** Рабочий орган. Вид передней стороны, где 6 – лепесток; 7 – очистной элемент; 11 – щетки; 12 – очистной элемент; 17 – ролики.

Гумеров с соавторами предлагают очистное устройство повышенной эффективности [11] (Рис. 14, 15, 16, 17), состоящее из корпуса 1, на котором установлены очистные элементы 2, предназначенные для удаления парафиновых или солевых отложений с внутренней поверхности трубопровода, и манжеты 3, выполненные из эластичного материала. В полом корпусе 1 установлена байпасная линия (канал) 5 для перетока жидкости к турбинке, состоящей из выходных сопел 6. Очистные элементы 2 изготовлены в виде подпружиненных качелевидных ножей 7 из геликоидальных сегментов.

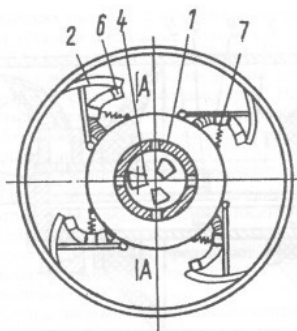


**Рис. 14.** Продольный разрез устройства повышенной эффективности, где 1 – корпус; 2 – очистные элементы; 3 – манжеты; 4 – перегородка; 5 – байпасная линия; 6 – выходное сопло гидротурбинки; 8 – косые отверстия; 9 – пластины.

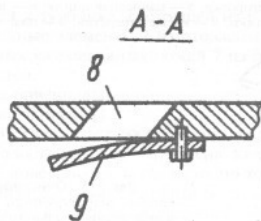


**Рис. 15.** Очистной элемент с соплом гидротурбинки, где 2 – нож в виде геликоидального сегмента; 6 – выходное

сопло гидротурбинки; 7 – пружина.



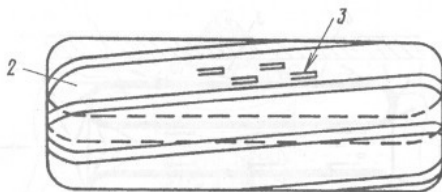
**Рис. 16.** Поперечный разрез очистного устройства, где 1 – корпус; 2 – очистные элементы; 4 – перегородка; 6 – выходные сопла гидротурбинки; 7 – пружина;



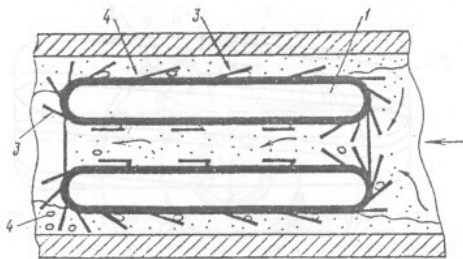
**Рис. 17.** Сечение А-А на Рис. 15, где 8 – косое отверстие;

9 – пластина.

Весьма оригинальное очистное устройство предложено Машуковым [12]. Устройство имеет эластичную торообразную камеру, полость которой заполнена жидкостью или газом, а на поверхности закреплена по торообразной спирали лента 2 с размещенными на ней очистными элементами 3 в виде прямых стержней (Рис. 18).



**Рис. 18.** Продольный разрез торообразного очистного устройства, где 1 – эластичная торообразная камера; 2 – лента; 3 – очистные элементы; 4 – закрепление очистных элементов.



**Рис. 19.** Общий вид торообразного очистного устройства, где 2 – лента; 3 – стержни очистных элементов.

Устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода вводят в полость трубопровода так, что закрепленные концы 4 стержней 3 обращены в сторону направления перемещения устройства, и перемещают его вдоль трубопровода потоком транспортируемого по трубопроводу рабочего агента. При этом камера 1 перекачивается по внутренней поверхности трубопровода, а стержни при этом разрушают отложения. В процессе перекачивания на изгибе в передней части устройства свободные концы стержней 3 (Рис. 19) отходят от ленты 2 и внедряются в отложения. На изгибе тыльной части устройства стержни 3 взрыхляют отложения и подают их в зону потока, протекающего по центральной полости устройства.

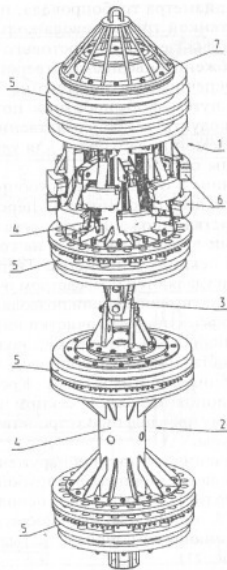
Если отложения жесткие, поток рабочего агента проходит

не только через центральную часть, но и в кольцевом зазоре между камерой и внутренней поверхностью трубопровода, где он носит турбулентный характер и где могут возникать кавитационные явления, способствующие разрушению отложений. Прижатые к поверхности ленты стержни создают минимальное сопротивление потоку. Устройство при своем перемещении проворачивается вокруг своей оси.

Ярким примером очистного устройства повышенной эффективности для очистки внутренней поверхности трубопроводов является устройство [13], выполненное в виде двух секций: головной (1) и хвостовой (2), шарнирно (3) соединенных между собой (Рис. 20).

В каждой из секций имеется полый корпус с соплами в его головной части и соосно установленные на нем блоки из очистных и центрирующих дисков 5.

Корпус в хвостовой части каждой секции снабжен глухой торцевой стенкой, а ближайший к ней диск хвостового блока имеет диаметр, меньший внутреннего диаметра трубопровода, и образует совместно со стенкой трубопровода кольцевой канал. При этом остальные диски хвостового блока по периферии снабжены сквозными отверстиями. Таким образом, обеспечивается повышение эффективности очистки путем формирования потока перекачиваемого продукта в непосредственной близости от обрабатываемой поверхности для удаления отложений из зоны обработки.

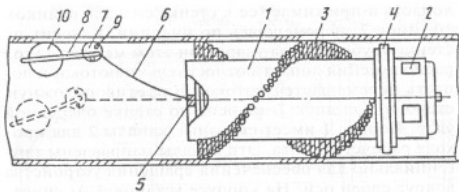


**Рис. 20.** Общий вид двухсекционного очистного устройства повышенной эффективности, где 1 – головная секция; 2 – хвостовая секция; 3 – карданный шарнир; 4- полый корпус; 5 – блоки из очистных дисков; 6 – очистной узел; 7 – бампер.

Помещенное в очищаемый трубопровод устройство движется вместе с потоком перекачиваемого продукта. Очистка отложений осуществляется дисками, входящими в состав блоков 5 на головной (1) и хвостовой (2) секциях устрой-

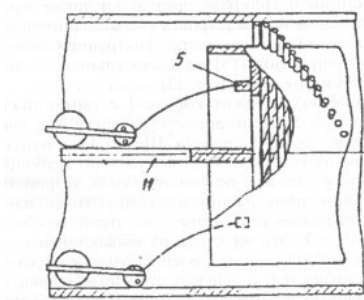
ства. Твердые отложения дробятся и удаляются посредством очистного узла 6. Использование второй секции позволяет значительно повысить эффективность очистки внутренней поверхности трубопровода, что снижает количество пропусков устройства через трубопровод и сокращает сроки проведения очистных работ. Кроме того, использование дополнительной секции способствует более надежному преодолению устройством трубопроводной арматуры.

Для увеличения дальности обнаружения места нахождения устройства в очищаемом трубопроводе, Вершинин и Негердус [14] предлагают использовать массивный диск 7, прикрепленный посредством полосы 6 из пружинящего материала к тыльной стенке устройства (Рис.21).



**Рис. 21.** Продольный разрез очистного устройства с шумовым сигнализатором, где 1 – корпус; 2 – сквозной канал; 3 – спиральная щетка; 4 – эластичный диск; 5 – тыльная стенка;

ка корпуса; 6 – полоса; 7 – массивный диск; 8 лопасть; 9 – штырь; 10 – ролик.



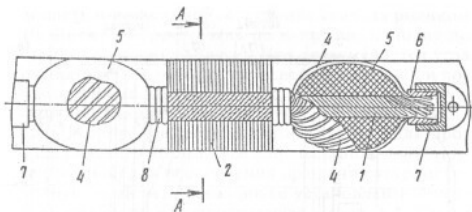
**Рис. 22.** Варианты исполнения шумового сигнализатора, где 5 – тыльная стойка корпуса очистного устройства; 11 – пластина для ограничения амплитуды качания сигнализатора.

Лопать 8 закреплена на диске 7 шарнирно и имеет на конце ролик 10, диаметр которого больше диаметра диска 7. Поток рабочего агента, транспортируемого по трубопроводу, воздействует на лопасть и прижимает ее к стенке сначала роликом 10. Диск 7, перемещаясь по инерции, наносит по стенке трубопровода удар. При этом меняется угол расположения лопасти относительно потока, и лопасть перемещается потоком в противоположную сторону, где диск 7 наносит по стенке очередной удар. Корпус 1 имеет сквозные

каналы 2 для прохода рабочего агента. Эти каналы направлены тангенциально для обеспечения вращения устройства вокруг своей оси. На корпусе установлены очистные элементы 3 и уплотняющая манжета 4. Таким образом решается задача по увеличению дальности обнаружения места нахождения устройства в трубопроводе.

Вершинин и Негердус предлагают также самовращающееся очистное устройство с дополнительными участками щеток для чистки внутренней поверхности трубопроводов [15] со значительным по толщине слоем отложений (Рис. 22). Данное устройство позволяет повысить производительность очистки и степень надежности работы устройства при очистке трубопроводов от значительного по толщине слоя отложений.

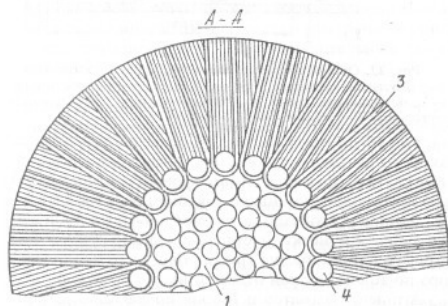
Агишев, Самматов и Муров предлагают устройство для очистки внутренней поверхности крутозагнутых участков трубопроводов [16] (Рис. 23, 24):



**Рис. 23.** Очистное устройство для прохождения крутозагнутых участков трубопровода, где 1 – общая ось в виде троса; 2 – щетка; 3 – щетинки; 4 – наружные пряди троса; 5 – уплотнительные манжеты; 6 – втулки; 7 – рамы; 8 – скрутка.

На общей оси в виде троса соосно размещены щетка 2 упругие шарообразные уплотнительные манжеты 5. Наружные пряди 4 троса 1 размещены спиралеобразно на поверхности манжет 5. При перемещении вдоль трубопровода потоком среды устройство поворачивается вокруг своей оси. Благодаря гибкости троса устройство проходит крутозагнутые участки трубопровода.

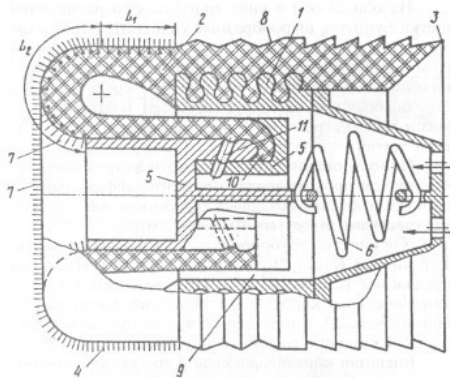
Использование предлагаемого устройства, по мнению авторов, позволят повысить эффективность очистки нефтепромысловых трубопроводов с гнутыми участками и крутыми поворотами.



**Рис. 24.** Сечение по А – А на **Рис. 23**, где 1 – трос; 3 – щетинки; 4 – наружные пряди троса.

Для очистки трубопроводов с высокой степенью загрязнения Каган, Журавлев, Плюснин и Чистяков предлагают устройство [17], которое состоит из цилиндрического корпуса 1 и уплотнительной надувной оболочки 2, выполненной в виде рукава из эластомера с самоуплотняющейся кромкой 3 (Рис. 25).

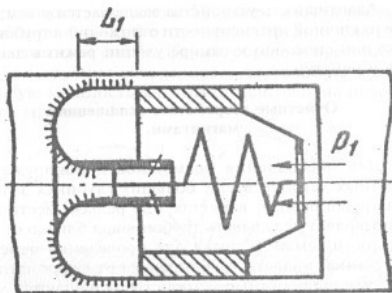
Внешняя контактирующая с трубопроводом поверхность оболочки снабжена скребковыми элементами 4 в виде стальной щетки. Устройство помещают в очищаемый трубопровод и подают рабочую жидкость или газ, то есть создают за ним избыточное давление  $P$ , под действием которого устройство перемещается, разрушая скребками 4 (участок  $L_1$ ) отложения на стенках трубопровода. В случае наличия более интенсивных отложений давление за устройством повышается, и оболочка 2, преодолевая сопротивление пружины 6, частично выворачивается, вводя в работу дополнительные скребки 7 (участок  $L_2$ ).



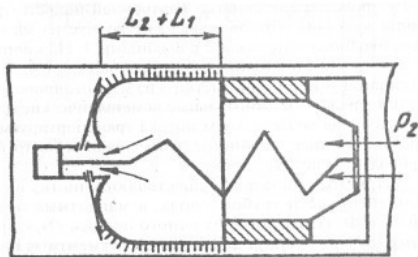
**Рис. 25.** Конструкция саморегулирующегося очистного устройства, где. 1 – цилиндрический корпус; 2 – надувная оболочка; уплотняющая кромка; 4 – скребковые элементы; 5 – стакан; 6 – пружина; 7 – дополнительные скребки; 8 – наружная часть оболочки; 9 – канал; 10 – рукав; 11 – сопла.

При очень высокой степени загрязнения, когда давления не хватает для перемещения устройства, происходит раздувание оболочки до полного выхода стакана 5. При этом открываются боковые отверстия (сопла) 11 (Рис. 26), и рабочая среда, вытесняясь из них, производит дополнительные гидромониторные разрушения отложений, что значительно повышает проходимость поршня по трубопроводу. После прохождения такого участка пружина 6 возвращает внутреннюю ветвь оболочки 10 в исходное положение, при этом происхо-

дит самоочистка скребков 7.



**Рис. 26.** Схема работы основных очистных элементов устройства.



**Рис. 27.** Схема работы всех очистных элементов (включая дополнительные).

Адаптивность устройства заключается в том, что при различной интенсивности отложений в трубопроводе оно способно к саморегуляции режима движения и очистки.

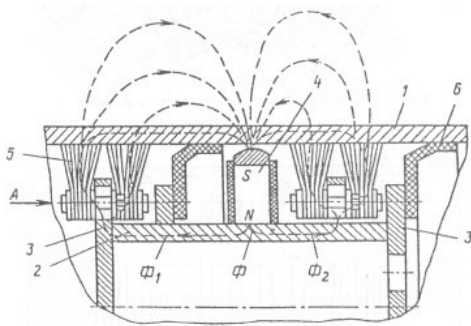
## Очистные устройства, оснащенные магнитами

Для обеспечения возможности обнаружения очистных устройств при больших глубинах залегания трубопровода, в местах, где рельеф местности не позволяет укладывать трубопровод близко от поверхности земли, а также для проведения очистки внутренней полости трубопровода от ферромагнитного мусора очистные устройства оснащаются магнитами.

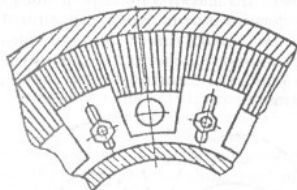
Так Кравцов, Грищенко и Федоренко предлагают устройство для очистки внутренней полости трубопровода [18], которое содержит корпус из магнитопроводного материала 2 с фланцами 3. На корпусе 2 закреплены постоянные магниты-датчики 4, а на фланцах 3 установлены щетки 5 из магнитопроводного материала и уплотнительные неметаллические манжеты 6. Под воздействием потока транспортируемой среды очистные устройства перемещаются по трубопроводу 1. (Рис. 28).

При этом щетки 5 осуществляют очистку внутренней полости трубопровода, а магнитные потоки  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  замыкаются от одного полюса / N / к другому / S / через корпус 2, фланцы 3, сегментные щетки 5 и трубопровод 1, образуя единую магнитную цепь, при износе щеток зазоры между

поверхностью трубы 1 и щетками 5 не возникают. Это происходит потому, что щетки 5 по мере износа перемещаются по фланцу 3 от центра к середине благодаря магнитным силам. Таким образом предложенная конструкция обеспечивает постоянную максимальную мощность магнитного сигнала на поверхности грунта.

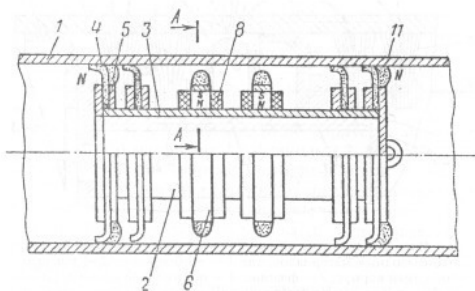


**Рис. 28.** Продольный разрез очистного устройства из магнитопроводных материалов, где 1 – трубопровод; 2 – магнитопроводный корпус; 3 – фланцы; 4 – постоянные магниты-датчики; 5 – щетки из магнитопроводного материала; 6 – уплотнительные манжеты.



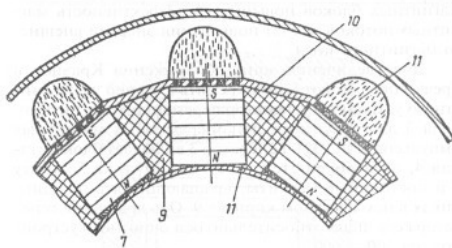
**Рис. 29.** Фрагмент вида А очистного устройства.

Для сокращения времени поиска застрявшего очистного устройства Кравцов с соавторами [19] предлагают другое устройство для очистки внутренней полости трубопровода (Рис. 30).



**Рис. 30.** Продольный разрез очистного устройства с дис-

персным магнитопроводным материалом, где 1 – трубопровод; 2 – очистное устройство; 3 – корпус из магнитной стали; 4 – очистные элементы из эластичного материала; 5 – фланцы; 6 – кольцевые обоймы; 7 – магнитные блоки радиального намагничивания; 8, 9 – обкладки из немагнитного материала; 10 – хомут; 11 – дисперсный магнитопроводный материал.



**Рис. 31.** Сечение А – А на **Рис. 30.**

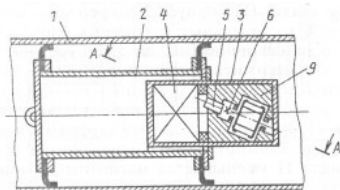
Устройство содержит корпус 3 из магнитной стали, с очистными элементами 4 из эластичного материала, закрепленными между фланцами 5 из магнитной стали. На корпусе 3 закреплены кольцевые обоймы 6 из отдельных магнитных блоков 7 радиального намагничивания, снабженные обкладками 8 и 9 из немагнитного материала. Снаружи блоки стянуты хомутом 10 из немагнитного материала.

На хомут нанесен дисперсный магнитопроводный материал 11, например, железная стружка. За счет нанесения на стяжной хомут дисперсного магнитного материала 11 уменьшается магнитный зазор между магнитами и трубопроводом, и внешнее магнитное поле усиливается.

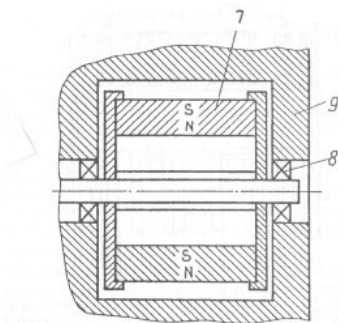
Таким образом, использование снижающих потерю магнитной энергии конструктивных элементов позволяет сократить время поиска застрявшего очистного устройства. При этом при равном количестве магнитных блоков повышается эффективность магнитных потоков за счет повышения энергии внешнего магнитного поля.

Для увеличения зоны обнаружения Кравцов и Гречко предлагают [20] закрепить в задней части очистного устройства генератор переменного магнитного поля 3 для излучения знакопеременных магнитных импульсов (Рис. 32). Генератор 3 включает блок питания 4, электродвигатель постоянного тока 5, муфту 6 и постоянные магниты, вращающиеся в подшипниках в немагнитном корпусе 9. Ось вращения генератора смещена относительно оси очистного устройства на  $30^{\circ} - 60^{\circ}$ .

При использовании предлагаемого очистного устройства ширина зоны приема сигналов переменного магнитного поля увеличивается с 3 до 6 метров перпендикулярно оси трубопровода, что сокращает время поиска устройства.



**Рис. 32.** Общий вид очистного устройства с генератором переменного магнитного поля, где 1 – трубопровод; 2 – очистное устройство; 3 – генератор переменного магнитного поля; 4 – блок питания; 5 – электродвигатель; 6 – муфта; 9 – немагнитный корпус.

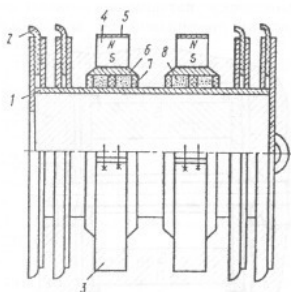


**Рис. 33.** Поперечный разрез генератора переменного маг-

нитного поля, см. Рис. 32, где 7 – магнитный ротор; 8 – подшипники; 9 – корпус (А-А повернуто).

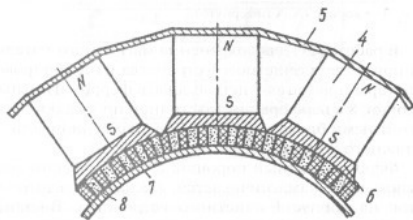
В работе [21] для сохранения магнитного материала при вылете очистного устройства из трубопровода авторы предлагают использовать ферромагнитный порошок 8 в перфорации эластичной прокладки 7 под магнитными блоками радиального намагничивания 4 и стяжного хомута 5. (Рис. 34, 35).

Ферромагнитный порошок 8 в статическом магнитном поле намагничивается, предавая магнитный поток на корпус 1 очистного устройства. Внешнее магнитное поле образуется через воздушные зазоры между фланцами очистных элементов 2 и трубопроводом – полюсом S и свободным полюсом N.



**Рис. 34.** Продольный разрез очистного устройства с маг-

нитной обоймой повышенной надежности, где 1 – корпус; 2 – очистные элементы; 3 – магнитные датчики; 4 – магнитные блоки; 5 – стяжной хомут; 6 – магнитопровод; 7 – перфорированная прокладка; 8 – ферромагнитный порошок.



**Рис. 35.** Поперечное сечение магнитной обоймы, где 4 – магнитные блоки; 5 – стяжной хомут; 6 – магнитопровод; 7 – перфорированная прокладка; 8 – ферромагнитный порошок.

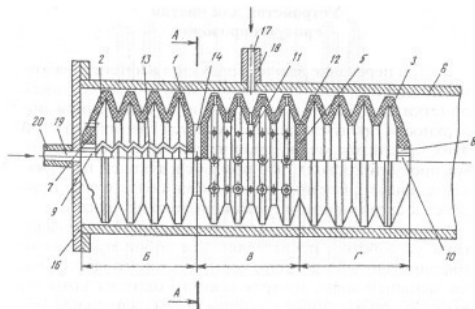
# Устройства для чистки продуктопроводов

При перекачке вязких продуктов нефтепереработки продуктопроводами (масел, мазута и т. д.) после очистки скребками или щетками на внутренней поверхности продуктопровода остается граничный слой этих продуктов, очень прочно связанный со стенками продуктопровода, что при последующей перекачке, например, бензина или солярки обязательно приведет к загрязнению перекачиваемых продуктов.

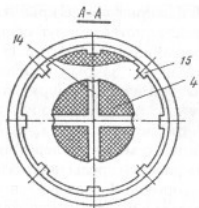
В этой связи Тимофеев с соавторами [22] предлагают устройство, представляющее собой пустотелый гофрированный цилиндр, корпус которого выполнен, по меньшей мере, из трех секций, одна из которых имеет расположенные по окружности радиальные отверстия для подачи моющего раствора (Рис. 36).

Устройство работает следующим образом: в случае перекачки очередного продукта (бензина, дизтоплива и так далее.) после перекачки вязких продуктов (мазута, масла и так далее) устройство помещают в камеру запуска 6 и закрывают ее крышкой 16. Полость секции «Б» и пространство вокруг секции заполняют моющим раствором через отверстие 17 в штуцере 18. Штуцер 20 в это время закрыт. После прекращения налива моющего раствора в камеру запуска через отверстие 19 в штуцере подают рабочую среду.

Устройство трогается с места, причем в момент трогания устройства с места, вследствие сжатия гофр секции «В». Часть рабочей среды через эластичную трубку 13, отвор перегородки 4, пазы 15 в выступах гофр секции «В» поступает в пространство трубы вокруг этой секции, а по отверстиям 11 в самую полость «В».



**Рис. 36.** Общий вид устройства для чистки продуктопроводов, где 1 – гофрированный цилиндр; 2, 3 – торцевые крышки; 4, 5 – перегородки; 6 – камера запуска; 7, 8 – штуцера; 9, 10 – резьбовые отверстия; 11, 12, 14 – сквозные отверстия; эластичная трубка; 15 – пазы; 16 – крышка; 17, 19 – отверстия; 18, 20 – штуцера.



**Рис. 37.** Разрез А – А на **Рис. 36.**

Рабочая среда, поступающая к моеющему раствору, заключенному в полости секции «В» и вокруг нее, ускоряет слив слоя загрязненного моещего раствора, находящегося в непосредственном контакте с очищаемой трубой и интенсивно перемешивает моещий раствор, заключенный в секции «В».

По мере продвижения устройства по трубе, загрязненный слой моещего раствора по пазам поступает к стенкам гофры секции «Г», примыкающей к секции «В» и через отверстие 12 в полость секции «Г». Теряя моещий раствор, секция «В» сжимается, уменьшая свой объем, поэтому полость секции «В» и пространство вокруг нее заполнено моещим раствором полностью.

После того, как уровень сливаемого загрязненного моещего раствора в секции «Г» достигает оси устройства, за-

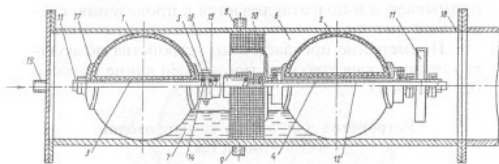
грязненный моющий раствор из полости секции «Г» через отверстие 10 в штуцере 8 сливается в трубу перед устройством. При движении устройства по трубе выступы гофр секции «Г» снимают основной слой очищаемых вязких продуктов, моющий раствор, заключенный в полости секции «В» и вокруг нее, размывает граничный слой продукта, а выступы гофр секции «Б» окончательно очищают трубу. После окончательной очистки остаток моющего раствора и загрязненный раствор сливаются, а устройство промывается. После промывки устройство готово к проведению следующей очистки. Для предотвращения возможности выброса моющего раствора при аварийном отключении подачи рабочей среды по отверстиям 14 и эластичной трубке 13 в резьбовое отверстие 9 может быть установлен обратный клапан.

Изобретение позволяет улучшить качество очистки внутренней поверхности труб от вязких отложений.

Для очистки изогнутых продуктопроводов предложено устройство [23], содержащее зачистные элементы в виде шаровых манжет 1 и 2 (Рис. 38) жестко смонтированных на отрезке труб 3 и 4. Шаровые манжеты 1 и 2 шарнирно соединены между собой посредством гибкой трубы 5 и образуют со стенками трубопровода изолированную полость 6, заполняемую моющим раствором 7. Моющий раствор 7 подается в полость 6 через штуцер 8, а слив загрязненного моющего раствора производится через штуцер 9. В полости 6 с моющим раствором 7 размещена синтетическая щетка 10, при-

водимая во вращение турбинкой 11, расположенной на одном валу 12 со щеткой. Полный вал 12 размещен внутри отрезка трубы 4 шаровой манжеты 2. Турбинка 11 установлена перед первой по ходу движения устройства шаровой манжетой 2. Для обеспечения вращения турбинки 11, и, следовательно, щетки 10, через штуцер 13, вал 3, гибкую трубу 5 и полный вал 12 подается рабочая среда на лопатки турбинки.

При перекачке очередного продукта, например, бензина, дизельного топлива, после перекачки вязких продуктов, например, масла, мазута, шаровую манжету 2 с закрепленными на ней турбинкой 11, щеткой 10, гибкой трубой 5 и пружиной 14 сжатия помещают в камеру 18 запуска, находящуюся в начале или конце очищаемого трубопровода.



**Рис. 38.** Общий вид моющего очистного устройства с зачистными элементами в виде шаровых манжет, где 1, 2 – ша-

ровые манжеты; 3, 4 – жесткие трубы; 5 – гибкая труба; 6 – полость; 7 – моющий раствор; 8, 9 – штуцера; 10 – щетка; 11 – турбинка; 12 – полый вал; 14 – пружина; 15 – стакан; 16 – стопорный элемент; 17 – щека.

После этого шаровую манжету 1 крепят к гибкой трубе 5 и пружине 14 и окончательно вводят устройство в камеру запуска 18. Полость 6 устройства через штуцер 8 заполняется не полностью моющим раствором 7 с учетом увеличения объема загрязненного моющего раствора по мере движения устройства по трубопроводу за счет вязкого продукта, остающегося на стенках трубопровода.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.