



ТРАНСПОРТ И ХРАНЕНИЕ нефти и нефтепродуктов

ВЫПУСК **6**

МОСКВА 1979

УДК 622.692.243.66.067

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Е. В. РОМАНЕНКО, А. Б. ШЕВЕЛЕВ

(ИЭМЭЖ им. Северцева АН СССР, ВНИИОЭНГ)

Для поддержания расчетной производительности магистральных трубопроводов по ним периодически пропускаются очистные устройства (ОУ).

Проблема оперативного обнаружения местоположения ОУ в трубопроводе и автоматизация этого процесса чрезвычайно актуальны.

В процессе эксплуатации магистральных трубопроводов большое внимание уделяется повышению надежности трубопроводов, сокращению сроков и стоимости их ремонта. Основываясь на этом, сформулируем основные требования, которым должна удовлетворять система контроля за продвижением ОУ в магистральных трубопроводах:

система должна быть максимально автоматизированной, обеспечивать контроль всего участка трубопровода, подвергающегося очистке, и работать в реальном масштабе времени;

система должна эффективно определять местоположение ОУ как при его движении, так и при остановках. Погрешность определения местоположения ОУ не должна превышать заданную;

изменение параметров перекачиваемой среды (температура, вязкость, плотность), режимов перекачки (давление и расход), а также плотности и толщины отложений на внутренней поверхности труб не должны влиять на точность и надежность определения местоположения ОУ.

В литературе описан ряд методов решения указанной проблемы. Однако практически большинство из них носит характер нереализованных предложений и может служить лишь основой для поиска и выработки оптимального варианта.

Для большей наглядности и удобства анализа представим все известные методы в форме классификационной схемы (рис. 1).

Как видно из схемы, проблему можно решить различными способами, которые сгруп-

пированы по основным признакам (стационарные, патрульные, дистанционные, расчетные).

Рассмотрим, насколько указанные на схеме методы удовлетворяют перечисленным требованиям.

Стационарные сигнализаторы прохождения ОУ обычно устанавливаются на контрольных створах (камерах приема и пуска ОУ, водных переходах и т. д.). Несмотря на различие конструкций, принцип обнаружения ОУ у всех типов стационарных сигнализаторов очень схож. Приведем для примера две наиболее современные конструкции стационарных сигнализаторов [1, 2].

1. На трубопроводе монтируется специальное устройство, включающее шаровой клапан, который под действием пружины прижимается к седлу и при этом его нижняя часть входит в полость трубопровода. Пропускаемое по трубопроводу ОУ воздействует на шаровой клапан, отжимая его от седла. Перемещение шарового клапана приводит в действие электромагнитный механизм, генерирующий электрический сигнал, который свидетельствует о прохождении ОУ.

2. Конструкция сигнализатора показана на рис. 2. Внутри патрубка 6, входящего в сквозное отверстие 8 в стенке трубы 7, имеются две подвижные коаксиальные трубки 9 и 1. При прохождении ОУ трубка 9 с открытым верхним концом выталкивается из трубопровода и это вызывает в замкнутом пространстве повышение давления, регистрируемое манометром 3. Затем освобождается захват 4 и трубки 9 и 1 уже вместе перемещаются в канале вверх за счет давления в трубопроводе. Через отверстие 5 выходит перекачиваемый по трубопроводу продукт, когда трубки 9 и 1 поднимаются выше пробкового крана 2, и это служит сигналом для его закрытия.

Достоинствами таких стационарных сигнализаторов являются безотказность и точность

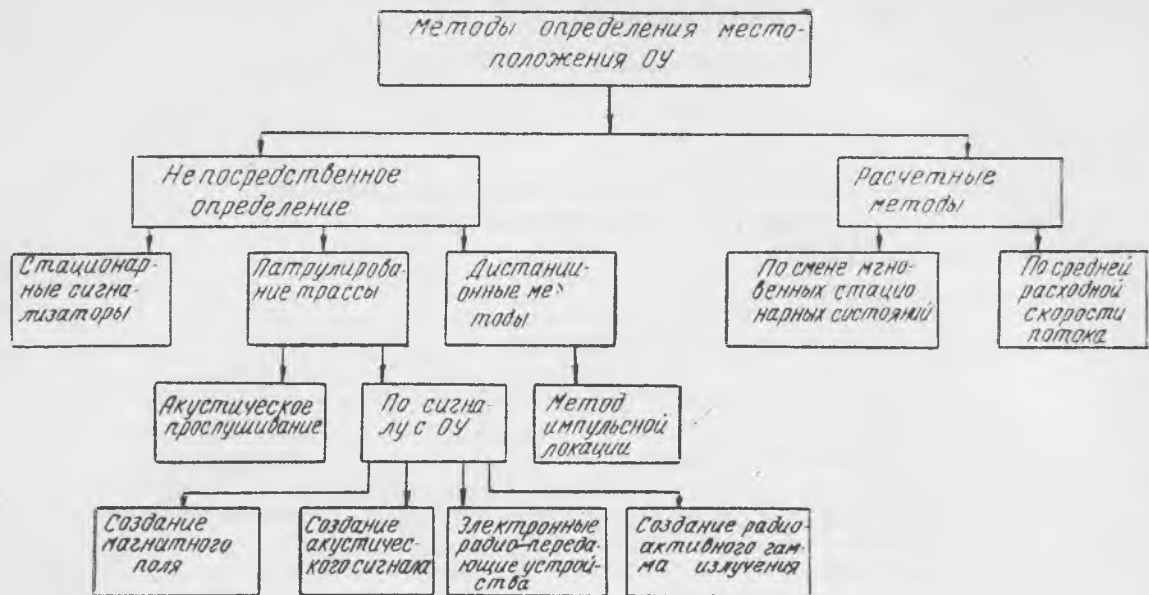


Рис. 1. Классификационная схема методов определения местоположения ОУ при очистке магистральных трубопроводов

работы, а также возможность подсоединения сигнализаторов только во время очистки магистральных трубопроводов (см. рис. 2), что повышает надежность всей системы.

Однако применение стационарных сигнализаторов на практике не дает возможности контролировать весь участок очищаемого трубопровода и осуществлять слежение за продвижением ОУ.

Акустическое прослушивание — простой способ обнаружения прохождения ОУ при патрулировании в а н и и трассы. Он состоит в определении на слух момента прохода ОУ открытых участков трубопровода и задвижек. Использование такого способа прослушивания затруднительно из-за акустических помех, больших затрат труда и времени.

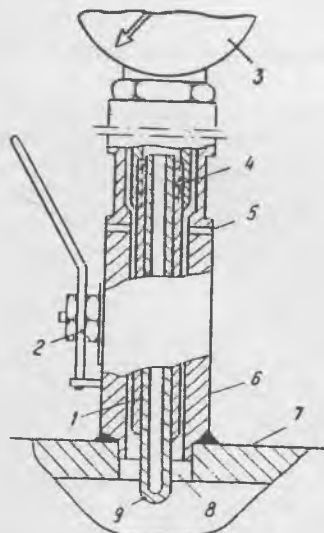


Рис. 2. Стационарный сигнализатор прохождения ОУ

Создание магнитного поля. Этот метод основан на обнаружении ОУ по магнитному полю, создаваемому постоянным магнитом.

Такое магнитное устройство располагается в ОУ в качестве первичного источника поля [3]. Магнитное устройство подобной конструкции обеспечивает магнитное насыщение стенки трубопровода, так что магнитное поле распространяется за пределы стенки трубы и может быть обнаружено чувствительным магнитометром на поверхности.

В СКБ «Транснефтеавтоматика» разработан прибор МИ-1М, в основу которого положен принцип создания знакопеременного магнитного поля с помощью вращающегося постоянного магнита призматической формы, помещенного в герметичный немагнитный контейнер. Магнит вращается посредством специального микроэлектродвигателя, который питается от автономного блока питания размещенного в том же контейнере. Батареи рассчитаны на 90 ч работы. В качестве надземной аппаратуры используются магнитомодуляционные датчики-феррозонды [4].

Поля, создаваемые постоянными магнитами, могут быть соизмеримы с полями промышленных помех и различного рода металлических предметов, с магнитными аномалиями, создаваемыми сварными стыками трубопроводов. Использование в качестве источника вращающегося постоянного магнита, создающего знакопеременное магнитное поле, исключает влияние помех и делает поиск ОУ более эффективным.

Создание акустического сигнала. В этом

случае в качестве первичного источника акустического сигнала, помещенного в ОУ, является гонг [5]. Такое устройство показано на рис. 3. Молоток 4 с приводом, периодически ударяя по наковальне 2 гонга 5, создает звуковые колебания, воспринимаемые на поверхности приемником 11. При этом наковальня 2 совершает колебание в плоскости перпендикулярной оси 6 и продольной оси трубопровода 1. Ось 8 смонтирована в корпусе 7 на дисках 3 и 6, акустически изолирующих внутреннюю полость корпуса и обеспечивающих повышение четкости сигналов. Благодаря пазам 9, 10 в корпусе 7 акустический сигнал распространяется перпендикулярно оси трубы в направлении приемника 11.

Электронные радиопередающие устройства. На нефтепроводах во многих странах мира в последние годы для определения местонахождения ОУ в трубопроводах используются электронные приборы. Такие известные фирмы, как Рургаз АГ в г. Эссен (ФРГ), Норд-Вест-Порлайтдингсбау в г. Уелле (ФРГ), Штадверке г. Мюнхен (ФРГ), ЭССО-Рафинер г. Маннгейм (ФРГ), Маннесмани Рорлайт-тунгсбау, Газде Франс, Ватер Рисерг Ассоуейшен Лондон, Норден Индейн Паблик Сервис США и др. используют для определения местоположения ОУ электронные устройства системы «Северин». К ОУ прикрепляется радиопередатчик в кожухе, выступающий из корпуса ОУ в виде «хвоста». Встроенный передатчик радиоимпульсов обеспечивает достаточную мощность передаваемых сигналов, которые воспринимаются с помощью приемника. Передающая антенна представляет собой катушку с железным сердечником. Сигнал передатчика воспринимается на участке трассы протяженностью 12 м. Непосредственно над ОУ сигнал имеет четкий минимум.

Создание радиоактивного гамма-излучения. Фирма Эндресс-Хаузер (ФРГ) создала прибор, в котором в качестве сигнала прохождения ОУ является гамма-излучение от источника (Со 60), помещенного в самом ОУ, и успешно применяют его на практике при обнаружении застрявшего ОУ, а также при проходе ОУ перекачивающей станции. При этом создана автоматическая система детекторов (гамма-пилот NG 33), автоматически включающаяся при подходе ОУ к перекачивающей станции. Такая система осуществляет автоматический обвод ОУ перекачивающей станции через блок камер приема и пуска ОУ. Интенсивность гамма-излучения подобрана так, чтобы облучаемая зона не простиралась от источника более чем на 1,5 м. В этом случае излучение еще может быть уверенно обна-

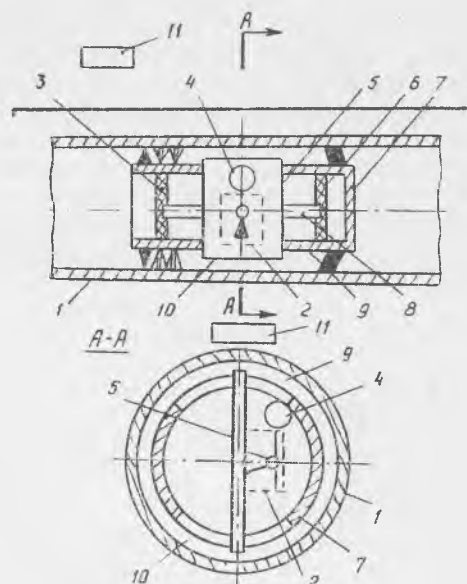


Рис. 3. Конструкция ОУ с гонгом, являющимся источником акустического сигнала

ружено на поверхности земли (над трассой) и не представляет серьезной опасности для окружающих.

В отечественной практике этот метод нашел весьма ограниченное применение ввиду того, что потенциальная опасность радиоактивного облучения все же существует.

Последние четыре метода, основанные на подаче сигнала с ОУ, дают возможность определять местоположение застрявших ОУ лишь при использовании патрульных средств. Они не позволяют осуществить контроль всего очищаемого участка, но могут быть использованы в качестве стационарной сигнализации прохождения ОУ, при этом «приемник» находится постоянно на внешней поверхности трубы. В этом случае методы, основанные на подаче сигнала с ОУ, имеют преимущества, т. к. нет необходимости в сверлении отверстий в стенке трубы. Соединение всех «приемников», расположенных на очищаемом трубопроводе, линией связи дает возможность автоматизировать систему наблюдения за прохождением ОУ контрольных створов на прочищаемом участке.

Импульсная локация [6]. Сущность этого метода заключается в следующем. Магистральный трубопровод вместе с заполняющей его средой рассматривается в качестве канала связи. Излучатель звука, помещенный в трубопровод, посылает звуковой импульс в заполняющую его среду. На некотором расстоянии от излучателя находится подлежащее обнаружению ОУ. Импульс звука отражается

от ОУ, возвращается к излучателю, где принимается специальным приемником звука. Трубопровод передает сигнал со скоростью звука. Эта скорость определяется как параметрами жидкости, так и упругостью стенок трубопровода. При известной скорости звука по измеренному времени, прошедшему с момента излучения до момента приема звука, рассчитывается расстояние от излучателя до ОУ. На рис. 4 представлена расчетная зави-

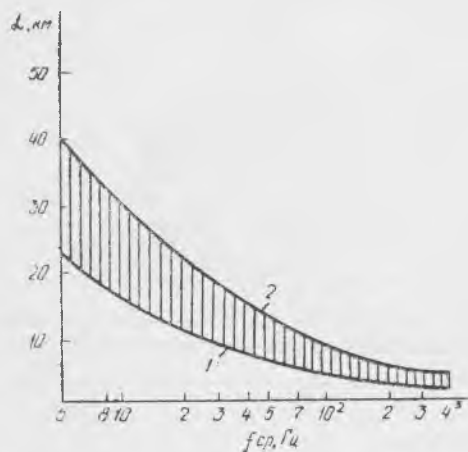


Рис. 4. Дальность обнаружения ОУ в трубопроводе диаметром 500 мм в зависимости от выбранной рабочей частоты

симость дальности обнаружения ОУ в трубопроводе диаметром 500 мм, заполненном воздухом, при помощи звукового импульса с пиковым давлением 30 дин/см² в полосе 1 Гц, в диапазоне частот от 5 до 10³ Гц. Кривая 1 показывает дальность обнаружения с учетом помех, обусловленных микросейсами, а кривая 2 — при отсутствии помех.

К сожалению, этот метод не реализован на практике и может служить лишь хорошей основой для создания автоматизированной системы слежения за перемещением ОУ в трубопроводе. Такая система при условии тщательной отработки может удовлетворять всем или по крайней мере большинству перечисленных выше требований.

Расчет местоположения ОУ по смене мгновенных стационарных процессов. При очистке нефтепровода от парафиновых отложений общая потеря энергии представляет собой сумму потерь энергии на трех участках: потери перед ОУ, после ОУ и потери энергии, определяемые перепадом давления на ОУ, потери при движении парафинистой пробки. Если рассматривать работу нефтепровода как смену мгновенных стационарных процессов [7], гидравлический расчет можно производить по

формуле Дарси-Вейсбаха. Задаваясь определенными начальными условиями, при имеющихся допущениях, можно получить расчетные формулы для определения местонахождения ОУ в любой момент времени в процессе очистки. Результаты расчетов по этим формулам для конкретного нефтепровода хорошо согласуются с фактическими данными [7].

Применение этого метода ограничивается только нефтепроводами, где процесс парафинизации можно предсказать довольно точно, зная свойства и параметры перекачиваемой нефти. При возникновении аварии, застреваний ОУ, метод «не работает». При определении момента подхода ОУ к контрольным створам (камерам приема и пуска ОУ, водным переходам и т. д.), для обеспечения надежности и точности метод необходимо применять в сочетании с методами непосредственного обнаружения, например стационарными сигнализаторами.

Расчет по средней расходной скорости наиболее часто применяют в отечественной практике в сочетании с акустическим прослушиванием и установкой стационарных сигнализаторов. Применение метода приводит к большим ошибкам [7]. На практике в случае жидкостных трубопроводов расчет движения ОУ со скоростью, равной скорости потока, иногда уточняют показаниями счетчика объемного расхода жидкости, установленного на входе перекачивающей станции. Но и при этом предполагается отсутствие перетоков, т. е. движение ОУ считается поршневым, что приводит также к ошибкам.

Выводы

Краткий обзор описанных в литературе методов обнаружения ОУ в трубопроводах позволяет констатировать следующее.

Большинство методов в отечественной практике носит характер нереализованных предложений.

Внедренными в практику оказываются наиболее простые методы регистрации прохождения ОУ контрольных точек трубопроводов и методы, связанные с необходимостью патрулирования трасс.

Ни один из проанализированных методов не удовлетворяет требованиям, сформулированным в начале настоящей статьи.

Проблема оперативного обнаружения ОУ в магистральных трубопроводах и автоматизация этого процесса еще ждут своего решения. С учетом перспектив эксплуатации маги-

стральных трубопроводов такое решение становится все более насущным.

При разработке автоматизированной системы оперативного обнаружения ОУ в магистральных трубопроводах некоторые из проанализированных выше методов могут быть использованы с учетом последних достижений контрольно-измерительной и вычислительной техники. Прежде всего это относится к методу импульсной (акустической) локации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сигео Судияма, Масааки Оно. Device for detecting passage of moving body through pipe. Японск. заявка, кл. 105В0 (G 01D21/04), № 52—13937, опубл. 18.04.77.

2. Claude F. Indicateur de passage de piston racleur dans une conduite de fluide. Франц. заявка, кл. G 01D21/04, № 2340537, опубл. 2.09.77.

3. Casey E. P., Sole L. H. Improvements relating to travellers for use in pipelines. Англ. заявка, кл. F2N1B4X5, № 1.397.542, опубл. 11.06.75.

4. Шварц М. Э., Гулько А. Е. Обнаружение скребков и разделителей в подземных трубопроводах, НТО, М., ВНИИОЭНГ, 1968.

5. Гальперин А. И., Бочачер Ф. М. Устройство для обнаружения перемещающегося внутри трубопровода поршня. Кл. В08в9/04, № 328955, опубл. 6.07.1970 г.

6. Романенко Е. В. Метод акустической локации для определения местоположения скребков, ершей, разделителей в нефте- и газопроводах. НТС «Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов». М., ЦНИИТЭнефтегаз. 1965, № 4.

7. Неволин А. П., Перевощиков С. И. Определение времени движения разделителей в процессе очистки нефтепровода. РНТС «Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов», № 12, М., ВНИИОЭНГ, 1976.

[1/III 1979]