

Изобретение относится к магистральным трубопроводам, транспортирующим жидкости, преимущественно к нефтяной и газовой промышленности при перекачке нефти, конденсата, сжиженных газов, широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) и т.п.

Наиболее близким является способ автоматизированного выявления поврежденного участка в трубопроводных системах (Авт. св. СССР №1710929, кл. F17D5/02, 1992) путем выполнения измерений давления в контролируемых узлах, проведения анализа гидравлической сети с помощью ЭВМ, построения матрицы чувствительности опроса датчиков давления, сопоставления с данными матрицы определяют участок повреждения.

Недостатком такого способа является то, что он может зафиксировать только довольно значительную утечку ввиду низкой чувствительности приборов контроля давления, а это неприемлемо для трубопроводов транспортирующих горючие, взрывоопасные и токсичные жидкости.

Низкая чувствительность приборов контроля давления (основного параметра используемого для контроля гидравлического состояния трубопровода) объясняется тем, что на магистральных трубопроводах мы имеем дело с избыточными давлениями 5,6 и даже 10 МПа. В приборах для их измерения начальной точкой отсчета является нуль избыточного давления, поэтому, по мере увеличения диапазона измерения, цена деления прибора все время увеличивается, поскольку рабочий ход измерительного элемента во всех случаях одинаков (это диктуется требованиями унификации габаритов).

Так, если шкалу манометра разбить на 50 делений, то при диапазоне измерения 0 - 10 ат; цена деления будет 0,2 ат, а при диапазоне 0 - 100 ат уже 2 ат. Разница, как видим, существенная.

Оценочные расчеты показывают, что утечка продукта в количестве 10% от часовой производительности трубопровода дает на длине 10 км изменение давления всего в 0,56 ат, утечка в 1% соответственно 0,058 ат, в 0,1% на 0,003 ат, а существующие средства контроля давления промышленного класса не могут зафиксировать такие малые величины.

Если учесть, что трубопровод средней производительности транспортирует 700 - 800 м³/час продукта, то нетрудно представить, что даже утечка 70 - 80 м³/час может быть не зафиксирована промышленными средствами контроля давления в магистральных трубопроводах. А такая утечка, это уже серьезная авария.

Известно устройство для обнаружения мест утечки тепла в подземном теплопроводе (Авт. св. СССР №1634947, кл. F17D5/02, 1991), содержащее антенну, установленную на расстоянии от поверхности земли, с возможностью перемещения вдоль линии теплопровода, радиометр и блок регистрации, габариты и технологические параметры которых определяются по специальным математическим зависимостям.

Такое устройство по своему исполнению не позволяет осуществлять непрерывный контроль за состоянием трубопровода в целом, так как

требуется перемещения вдоль трубопровода и приемлемо только для случая транспортирования сред с температурой существенно отличающейся от температуры окружающей среды.

Все это не позволяет эффективно использовать его для магистральных трубопроводов.

Аналогичные недостатки присущи устройству для определения места повреждения напорного трубопровода (Авт. св. СССР №1634948, кл. F17D5/02, 1991).

Наиболее близким к предлагаемому является устройство для обнаружения утечки из трубопровода (Патент Японии №3 - 66559, кл. F17D5/06), содержащее датчик расхода, электронный блок генерирования сигнала в соответствии с величиной расхода, источник электрического питания, Полученный сигнал от электронного блока сопоставляется с предыдущим через определенный интервал времени и по результатам сравнения выдается выходной сигнал.

Такое устройство обладает недостаточной чувствительностью, свойственной устройствам использующим для генерирования сигнала датчики расхода, требует затрат энергии потока транспортируемой среды для измерения расхода и определяет повреждения на участке значительной протяженности.

В основу изобретения поставлена задача повышения надежности, чувствительности и точности контроля герметичности трубопровода путем проведения в способе контроля герметичности действующего трубопровода, включающего выполнение измерений в контролируемых узлах, проведение анализа гидравлической сети с помощью ЭВМ, построение матрицы чувствительности опроса датчиков, сопоставление с данными матрицы, в каждом контролируемом узле измерения величины перепада давления между давлением в трубопроводе и "реперным" давлением, созданным автономным источником, величину которого предварительно устанавливают для каждого контрольного узла.

В основу изобретения поставлена задача повышения надежности, чувствительности и точности контроля герметичности трубопровода путем применения в устройстве контроля герметичности действующего трубопровода, содержащего датчик, электронный блок генерирования сигнала, источник электрического питания, в качестве датчика прибора измерения перепада давления, который плюсовой камерой подключен через настроечный регулятор "реперного" давления к автономному источнику давления, а минусовой - к внутренней полости контролируемого трубопровода.

Сопоставительный анализ заявляемых технических решений с прототипами показывает, что они отличаются наличием новых признаков, которые дают более высокий технический результат.

Новые отличительные признаки при взаимодействии с известными позволяют значительно повысить чувствительность и точность измерения и фиксирования даже небольшой утечки, свидетельствующей о разгерметизации действующего трубопровода и обеспечивают надежность контроля его

герметичности.

Автором предлагается решение, которое позволяет осуществлять контроль за счет установки датчиков перепада давления и автономного источника давления с соответствующей обвязкой и это позволяет повысить чувствительность системы контроля и соответственно точность контроля, что отсутствует в рассмотренных известных решениях.

Согласно предлагаемому способу измеряется величина изменения давления, а не его полное, изменившееся значение. Другими словами по предлагаемому способу не надо знать какое давление было и какое стало - допустим, было 62,5 ат, а стало 61,5 ат. Для него важно то, что оно упало на 1 ат и это может быть следствием утечки.

Приняв эту концепцию за основу контроля герметичности трубопровода нет необходимости измерять величину давления. Отсюда отпадают все трудности, связанные с низкой чувствительностью манометрических приборов на большие давления.

Трубопроводы для транспортирования жидкости, как вещества практически несжимаемого, имеют довольно жесткую гидравлическую связь с утечкой.

Поскольку от вариантов утечки зависит и картина изменения давления, то рассмотрим наиболее характерные из них.

Вариант 1. Утечка компенсируется увеличением производительности на участке до повреждения, с сохранением подачи потребителю планового количества продукта.

Вариант 2. Утечка, при сохранении начальной производительности, вызывает падение давления на выходе насосной станции и приводит к уменьшению подачи количества продукта после места аварии.

Вариант 3. Утечка приводит к прекращению поступления продукта к потребителю.

При любом варианте утечки в точке аварии происходит излом прямой давления за счет изменения ее крутизны - после места утечки прямая выполаживается. С другой стороны любая утечка приводит к изменению картины давления по всей длине трубопровода, которая теоретически фиксируется всеми контролируемыми узлами.

Однако, из-за очень незначительных величин изменения давления выявить это изменение нельзя.

Обеспечив в каждом контролируемом узле магистрали измерение перепада давления относительно каких-либо стабильных значений его величины, мы можем ограничить диапазон измерений величинами, допустим, 0 - 0,5 ат, или 0 - 2 ат и за счет этого серьезно увеличить чувствительность прибора к изменениям давления и соответственно точность измерения.

Ограниченное количество потребителей питающихся от нефтепроводов, продуктопроводов, трубопроводов ШФЛУ и т.п., их постоянное количество не приводят к колебанию изменения давления в широких пределах и позволяют установить диапазоны измерения указанные выше. Тем более, что нет необходимости выявления максимума - после определенной величины изменения давления это просто не имеет смысла.

Малый диапазон измерений обеспечивается также тем, что для каждого контролируемого узла может быть установлено свое давление относительно которого будет измеряться изменение давления в трубопроводе назовем такое давление "реперным" (Рр).

Для измерения величин изменения давления в контролируемых точках могут применяться датчики дифференциального давления типа "САПФИР" и т.п. Эти приборы в состоянии фиксировать изменение давления от единиц паскалей до сотен килопаскалей, т.е. от сотых долей атмосферы до единиц атмосферы.

На чертеже (фиг.) представлено устройство для осуществления предлагаемого способа.

Устройство включает автономный источник давления 1, соединенный с входом настроечного регулятора "реперного" давления 2, на выходе которого установлено предохранительное устройство 3. Плюсовой камерой датчик перепада давления 4 подключен к выходу настроечного регулятора "реперного давления" 2, а минусовой камерой - к трубопроводу 5. Для обеспечения функционирования устройства в целом датчик перепада давления 4 электрически связан с устройством электрического питания 6 и электронным блоком 7.

Устройство для осуществления указанного способа работает следующим образом.

После окончания монтажа устройства производится его настройка. С помощью автономного источника давления 1 устанавливается требуемое "реперное" давление в плюсовой камере датчика перепада давления 4 с использованием настроечного регулятора "реперного" давления 2 и на это давление настраивается предохранительное устройство 3.

Давление в трубопроводе 5 передается в минусовую камеру датчика перепада давления 4. Его показания при нормальном режиме работы трубопровода 5 преобразуются в электронном блоке 7 с помощью устройства электрического питания 6 в стандартный электрический сигнал, который передается в систему связи. На пункте приема этот сигнал заносится в память ЭВМ, как база для сравнения с другими сигналами с одноименных контролируемых узлов.

Если нарушается герметичность трубопровода 5 и происходит утечка продукта, то это приводит к уменьшению величины давления в трубопроводе. В результате в минусовой камере датчика перепада давления 4 падает давление и под действием "реперного" давления в плюсовой камере датчика 4 происходит перемещение мембраны в сторону минусовой камеры и фиксируется изменившееся показание. Это изменение преобразуется в электронном блоке 7 совместное устройством электрического питания 6 в стандартный электрический сигнал, передается в систему связи и фиксируется на диспетчерском пункте как факт наличия отклонения от данных опорной сети.

Такие устройства, как правило, устанавливаются в местах размещения запорной арматуры трубопровода, которые располагают необходимыми устройствами электропитания, связи и телеметрии (в основном через 10 - 20 км). При наличии на диспетчерском пункте ЭВМ используется она, при отсутствии, дополнительно

устанавливается.

Способ осуществляется следующим образом.

Перед началом эксплуатации производят наладку системы, создают опорную сеть контроля (матрицу), которая заносится в память ЭВМ. Для этого определяют количество и место расположения контролируемых узлов. Как правило они размещаются в местах расстановки на трубопроводах запорной арматуры (в среднем через 10 - 20км), которые оснащены устройствами электропитания, телемеханики и связи.

Для каждого контролируемого узла определяют, исходя из технологического режима работы трубопровода, необходимую величину так называемого "реперного" давления и производят снятие показаний перепада давления при работе магистрали в нормальном режиме. Индивидуально "реперное" давление и показание датчиков перепада давления при нормальном гидравлическом режиме трубопровода по каждому контролируемому узлу является составной частью матрицы.

Далее определяют последовательность и периодичность опроса контролируемых узлов при снятии показаний приборов измерения перепада давления в процессе эксплуатации трубопровода.

Если в каком-либо месте происходит даже незначительная утечка продукта, то датчик перепада давления с высокой точностью через электронный блок с устройством электрического питания передают зафиксированный изменившийся сигнал в систему связи и показание по конкретному контролируемому узлу поступает в ЭВМ. После опроса всех датчиков перепада давления ЭВМ сопоставляет их показания с данными матрицы, определяет факт повреждения даже при незначительных объемах утечки.

Чувствительность контроля можно повысить путем изменения "реперного" давления и подборки прибора измерения перепада давления с соответствующим диапазоном измерений.

Индивидуальное "реперное" давление для каждого контролируемого узла особенно важно для трубопроводов, транспортирующих жидкие продукты, у которых давления в перевальных рельефных точках могут быть существенно ниже конечного, а в низших точках существенно выше начального, т.е. изменяется по длине магистрали.

Рассмотрим сказанное на примере.

В результате расчета определено, что в точке N при нормальном режиме работы давление должно быть 51ат. При наладке системы замером установлено, что фактически оно несколько ниже и равно 50ат. Таким образом, если установить для этой точки "реперное" давление $P_r = 51\text{ат}$, то прибор измерения перепада давления будет иметь показание 100 килопаскалей (для упрощения рассуждений принимаем, что 1ат равна 100КПа, хотя фактически 1ат равна 98КПа). Увеличение показания, допустим, до 120КПа будет уже говорить о неисправности. Значит, если до показания 100КПа добавить несколько КПа, например 5, на случайные колебания давления, то можно утверждать, что при показании 105КПа и более на трубопроводе появилась утечка. Показание по точке N в 105КПа заносится в память ЭВМ, как аварийное. Для измерения такого диапазона достаточно прибора со шкалой 0 - 160КПа, что дает возможность, при погрешности

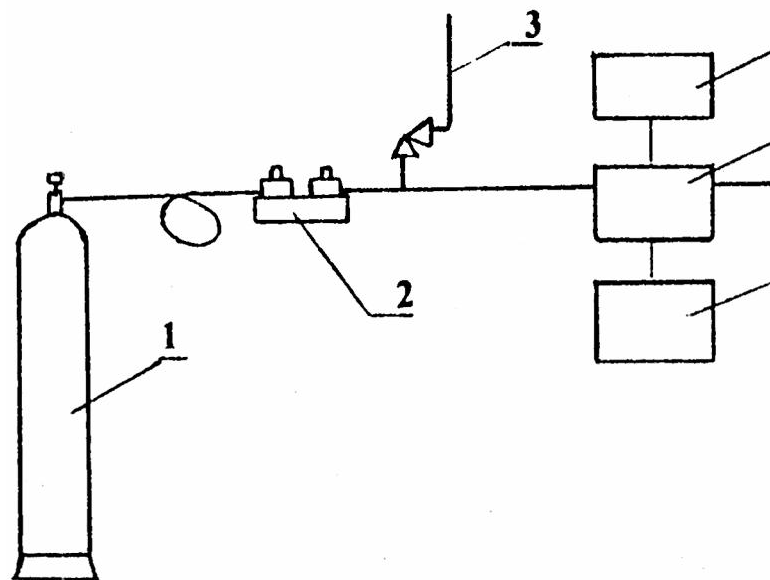
вторичного прибора - 1%, фиксировать изменение давления в 1,6КПа или 0,016ат.

Если полученный результат нас не удовлетворяет по чувствительности контроля, то мы имеем возможность поступить следующим образом.

Не обращая особенного внимания на истинную величину "реперного" давления,отрегулируем его таким образом, чтобы дифференциальный прибор измерения перепада давления дал показания, допустим, 10КПа. Сократив величину возможного случайного отклонения давления до 1КПа, мы установим, что при показании прибора более 11КПа уже возможна утечка. Такая величина изменения давления позволяет применить прибор с диапазоном измерения 0 - 16КПа у которого цена деления достигает величины 0,0016ат.

Как видим, возможности чувствительности контроля довольно широкие.

Использование предлагаемых способа и устройства в сравнении с базовыми позволяют повысить чувствительность системы к изменению давления и повысить эффективность ее работы в целом.



Фиг.