

Изобретение относится к области атомной энергетики, в частности, к измерению уровня радиоактивных веществ, находящихся в баках, резервуарах и бункерах, установленных как в помещениях, так и на открытом воздухе.

Изобретение может быть использовано и при измерениях уровня в других случаях, когда хранящиеся в баках вещества выделяют пар, конденсирующийся, обычно, на известных акустических датчиках и нарушающий их работу.

На современном уровне техники перспективными являются ультразвуковые измерители уровня, как таковые, которые не требуют непосредственного контакта между датчиком уровня и контролируемым веществом, и допускают дистанционную передачу результатов измерения уровня на значительные расстояния, в помещения, надежно защищающие персонал от радиоактивного излучения. У таких измерителей уровня имеются акустические преобразователи, внутри которых находится электронная аппаратура, работающая весьма ненадежно в условиях радиоактивного облучения. Защита электронных приборов, находящихся внутри акустического преобразователя может быть осуществлена при использовании двухслойного преобразователя, используемого, например, в уровнемерах ЭХО-1...ЭХО-5, где первым по отношению к источнику радиоактивного излучения слоем является стальная пластина толщиной около 3 мм, герметически закрывающая верхнюю часть рупора преобразователя и частично задерживающая выход радиоактивных частиц из контролируемой емкости в область, где находятся электронные приборы. Защитные свойства этого слоя стали незначительны, он ослабляет излучение всего в 7 раз, да и то лишь при энергии квантов около 0,1 МэВ (Богородицкий Н.П. и др. Электротехнические материалы. - Л.: Энергоатомиздат, 1985]. При больших энергиях квантов излучения защитные свойства стальной пластины быстро снижаются. Однако увеличивать толщину более 3-3,5 мм нельзя из-за уменьшения амплитуды ее колебаний и сокращения диапазона измерения уровня. Лучшими радиационно-защитными свойствами обладает устройство, принимаемое за прототип - "Акустическая головка для ультразвуковых приборов" [Авт.св. СССР № 340462, кл. В 06 b 1 /06, опублик. 05.06.72], в котором в качестве вибратора, излучающего акустические колебания, использован пустотелый стальной стержень, имеющий около места его крепления снаружи гребенчатую структуру, а внутри, против нее прикрепленные пьезопластины, генерирующие акустические колебания. Здесь стенки пустотелого стержня могут быть несколько более толстыми, по сравнению с толщиной плоской стальной диафрагмы аналога, обеспечивающей аналогичную интенсивность акустических колебаний, то есть радиационно-экранирующие свойства могут быть несколько лучшими, чем у аналога. Однако в обоих случаях электронные приборы акустических преобразователей находятся прямо на пути потока радиоактивных частиц, и достичь требуемого многократного ослабления интенсивности этого потока при приемлемых толщинах стальных защитных устройств не удается.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования устройства ультразвукового измерения уровня в емкостях, содержащих радиоактивные вещества, путем использования отклонения направления пути прохождения ультразвуковых сигналов от направления пути прохождения частиц радиоактивного излучения, с тем чтобы обеспечить возможность установки акустического преобразователя ультразвукового уровнемера в месте, защищенном от попадания прямого радиоактивного излучения от вещества, хранящегося в емкости.

Поставленная задача решается тем, что, согласно изобретению, акустический преобразователь установлен горизонтально на поглощающем радиацию ложементе, в стороне от люка, через который осуществляется посылка акустических сигналов и возврат сигналов, отраженных от поверхности радиоактивного вещества, уровень которого контролируется, а над люком, под углом, установлен отражатель, состоящий из плоского основания, выполненного из легкого металла, и укрепленного на нем стекла, свободно пропускающий сквозь себя радиоактивное излучение и отражающий только акустические сигналы, генерируемые акустическим преобразователем, а также отраженные от поверхности радиоактивного вещества.

Требуемый технический результат, заключающийся в повышении надежности и долговечности акустических преобразователей, не имеющих (или имеющих малый уровень) защиты от радиоактивного излучения, достигается тем, что над люком, находящимся в потолочном перекрытии емкости, под углом, установлен отражатель акустических сигналов, свободно пропускающий и, практически, не отражающий радиоактивное излучение, исходящее от радиоактивного вещества, помещенного в емкость. Отражатель выполнен со стеклянной отражающей поверхностью, как наиболее стойкой к воздействиям окружающей среды.

Стекло укреплено на металлическом основании (подложке), выполненном из легкого металла (например из алюминия) хорошо пропускающего сквозь себя радиоактивное излучение и неотражающего это излучение. Указанный отражатель отражает лишь акустические сигналы, идущие от акустического преобразователя к поверхности вещества, помещенного в емкость, и акустические сигналы, отраженные от поверхности вещества, находящегося в емкости.

Благодаря наличию такого отражателя акустические сигналы направляются на акустический преобразователь, находящийся в стороне от люка и защищенный от радиоактивного излучения ложементом, изготовленным из материала, хорошо поглощающего радиоактивное излучение (баритовый бетон, свинец), исходящее от вещества, находящегося в емкости.

В случае, когда в емкости хранится существенно парящее вещество (как радиоактивное, так и не радиоактивное), акустический преобразователь устанавливают вертикально, излучателем вниз, в стороне от люка, ниже уровня крышки люка. В этом случае используют два отражения и два отражателя акустических сигналов: один - установленный над люком и выше уровня установки акустического преобразователя, находящегося в стороне от люка, и второй - расположенный ниже излучателя акустического преобразователя.

Предлагаемое в настоящей заявке устройство содержит акустический преобразователь электрических сигналов в ультразвуковые (и наоборот), электронный блок, магнитоэлектрический прибор, отражатель акустических сигналов с устройством изменения угла наклона и радиационно-защитный ложемент.

Отличными от прототипа и других аналогичных устройств в настоящем изобретении являются отражатель акустических колебаний и защитный ложемент, разрешающие производить установку акустического преобразователя в стороне от люка, через который выходит из емкости наружу радиоактивное излучение.

Указанный отражатель способен отражать только акустические сигналы (и посылаемые акустическим преобразователем, и отраженные от поверхности радиоактивного вещества) и способен только пропускать сквозь себя (без отражения) радиоактивное излучение, идущее от радиоактивного вещества, находящегося в емкости. Указанный отражатель направляет отраженный им акустический сигнал, генерированный акустическим преобразователем, перпендикулярно контролируемой поверхности вещества, находящегося в емкости, и посылает попадающий на этот же отражатель отраженный от указанной поверхности сигнал в акустический преобразователь для дальнейшего усиления и обработки. Обработка посылаемого (зондирующего) акустического сигнала и отраженного от поверхности вещества сигнала заключается в известном определении отрезка времени между ними и в преобразовании величины этого времени в величину тока, пропорционального высоте уровня вещества, находящегося в емкости. Эта обработка производится также известным электронным блоком, находящимся за пределами радиоактивной зоны и электрически соединенным с акустическим преобразователем кабельной электрической линией.

Аналогичного технического результата, достигаемого при использовании настоящего изобретения, принципиально, можно достичь, полностью изменив конструкцию акустического преобразователя, путем разделения его на две части, одна из которых (пьезоэлектрическая пластина, генерирующая и принимающая акустические колебания) находится над люком, в поле действия радиоактивного излучения, из-за малой уязвимости керамики к воздействию радиации, а вторая часть, со всеми элементами полупроводниковой техники, входящими в ее состав - в стороне от люка, в защищенном от радиации месте.

Однако такое, двухблочное, исполнение акустического преобразователя неудобно, из-за необходимости соединения этих блоков между собой высоковольтным кабелем, так как для генерирования акустических импульсов достаточной мощности, на пьезокерамическую пластину требуется подавать электрические импульсы напряжением 1500 В. Кроме того, этот высоковольтный кабель должен быть надежно экранирован во избежание наведения на нем помех, забивающих полезный электрический отраженный сигнал, величина которого составляет лишь несколько милливольт.

На фиг.1 изображено устройство измерения уровня в баках, находящихся в помещении и хранящих радиоактивные, предпочтительно не парящие, вещества; на фиг.2 схематически изображен вариант устройства для измерения уровня парящих веществ.

Радиоактивное вещество 1 помещено в бак 2, имеющий люк 3. Над люком 3, под углом к горизонту, помещен отражатель, состоящий из металлического основания 4 и стекла 5, жестко укрепленного на основании 4. Основание 4 имеет с двух сторон короткие полуоси 6, с помощью которых основание 4 соединено с кронштейнами 7, расположенными по обе стороны отражателя на крышке люка 8. Сбоку от люка расположен акустический преобразователь 9, имеющий внутри себя пьезоэлектрический диск 10, тиристорный генератор 11 и предварительный усилитель отраженных сигналов 12. Акустический преобразователь 9 установлен на ложементе 13, поглощающем радиоактивное излучение. Многожильным электрическим кабелем 14 элементы, находящиеся внутри акустического преобразователя, соединены с электронным блоком 15, предназначенным для формирования импульсных задающих сигналов для тиристорного генератора 11 и для усиления и обработки сигналов, поступающих от предварительного усилителя 12. На выход электронного блока 15 кабелем 16 подключен индикатор уровня 17 (миллиамперметр постоянного тока).

Устройство действует следующим образом. Электронный блок 15, питающийся от сети 220 В, 50 Гц, формирует периодические короткие запускающие электрические импульсы (3-5 импульсов в секунду), которые по кабелю 14 поступают в акустический преобразователь 9 и периодически запускают находящийся в его корпусе известный тиристорный генератор 11, выдающий короткие электрические импульсы сверхзвуковой (около 20 кГц) частоты. Эти электрические импульсы преобразуются пьезокерамическим диском 10, находящимся в преобразователе, в зондирующие ультразвуковые импульсы, излучаемые акустическим преобразователем узким пучком в направлении отражателя, состоящего из металлического основания 4 и стекла 5 (по линии аб). Отраженные от поверхности стекла 5 ультразвуковые импульсы попадают через отверстие в крышке 8 внутрь бака 2 (по линии бг) и отвесно падают на поверхность вещества 1, находящегося в баке. Отраженные от этой поверхности ультразвуковые импульсы возвращаются к поверхности стекла 5 по линии гб, а затем, отразившись от этой поверхности, по линии ба возвращаются в акустический преобразователь 9, в котором пьезоэлектрическим диском 10 преобразуются в электрические импульсы ультразвуковой частоты, которые, после предварительного усиления усилителем 12, находящимся в корпусе акустического преобразователя 9, по одной из пар жил кабеля 14 подаются в электронный блок 15, где, после усиления и преобразования этих отраженных импульсов определяется время между моментом подачи исходного зондирующего импульса и моментом прихода отраженного импульса, а затем выдается выходной постоянный ток, пропорциональный высоте уровня Н. Этот ток поступает по кабелю 16 в индикатор уровня 17, который показывает текущее значение контролируемого уровня.

Радиоактивное излучение, действующее, в основном, в направлении, указанном стрелками от поверхности вещества 1, может выходить за пределы бака 2, однако в предлагаемом устройстве оно является безопасным для полупроводниковых приборов и других средств электроники, находящихся в корпусе акустического преобразователя 9, потому, что этот корпус снизу и со сторон защищен стенками ложемент 13, поглощающего радиоактивные излучения, и потому, что отражатель (основание 4 и стекло 5) не отражает радиоактивных излучений (эти излучения проходят сквозь них, практически не изменяя своего направления и не отражаясь от них).

Установка акустического преобразователя 9 должна быть выполнена так, чтобы общее расстояние между ним и поверхностью вещества, залитого в бак, при его наибольшем допустимом заполнении (длина линии хода звука - абв), было бы не меньшим неизмеряемого расстояния ("мертвой зоны") используемого датчика

уровня (для датчиков уровня типа ЭХО-5 это расстояние составляет 1 м или 2 м, в зависимости от модификации электронного блока 15).

Наличие отражателя акустического сигнала создает возможность установки акустического преобразователя в стороне от люка, в месте, надежно защищенном ложементом от прямого действия радиоактивных излучений, исходящих от вещества, находящегося в баке. Это позволяет использовать для измерения уровни акустические преобразователи обычного типа, не имеющие собственной защиты от радиации и поэтому являющиеся относительно недорогими. При этом срок службы таких преобразователей составит несколько лет, при значительном сокращении средств на их техническое обслуживание, по сравнению со случаем нахождения преобразователя в прямом потоке радиоактивного излучения.

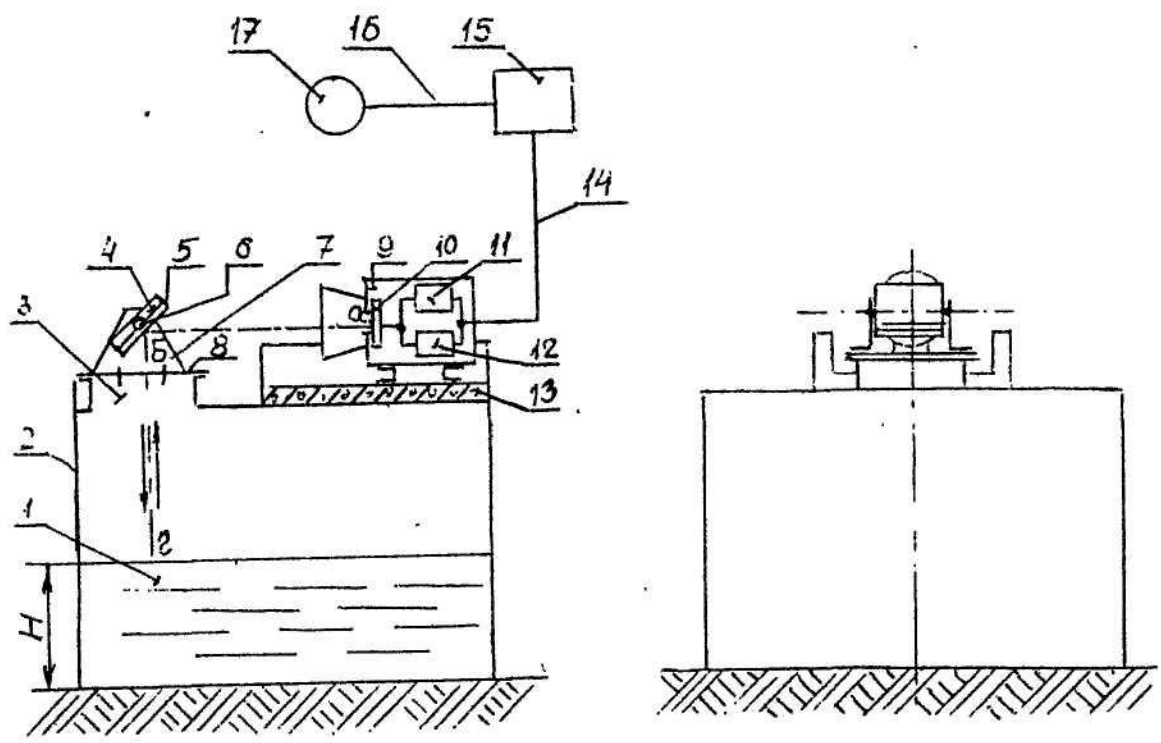
В случаях хранения в баках парящих веществ, особенно, если баки установлены вне помещений, в холодные периоды года, при неблагоприятном направлении ветра, в устройстве, выполненном по фиг.1, возможно попадание пара, выходящего из отверстия в крышке люка, в рупор акустического преобразователя с последующей конденсацией и накоплением конденсата на стенках рупора и там, где расположен пьезокерамический диск. Значительное накопление жидкости в акустическом преобразователе снижает амплитуды зондирующего и, особенно, отраженного сигналов и может привести к сбоям в работе датчика уровня. Для исключения этого предлагается модификация устройства, схематически изображенная на фиг.2, с двумя промежуточными отражениями зондирующего и отраженного сигналов. На фиг.2 акустический преобразователь 9 установлен вертикально, в стороне от люка 3 и ниже уровня его крышки 8, а его рупор направлен на промежуточный отражатель 18. На этом рисунке второй отражатель с основанием 4 и стеклом 5, аналогично рассмотренному ранее, установлен на крышке 8 люка 3. Оба отражателя имеют возможность 5 регулирования углов наклона, с тем, чтобы была возможность создать такие углы отражения акустического сигнала, при которых направления пути движения прямого (зондирующего) акустического сигнала точно 10 совпадали бы с путями обратного (отраженного) сигнала.

Наличие двух дополнительных отражателей акустических сигналов исключает возможность попадания и конденсации в 15 рупоре акустического преобразователя имеющихся в емкости паров, что способствует повышению надежности работы при измерении уровней парящих жидкостей (любых, не обязательно, радиоактивных), 20 это расширяет область применения ультразвукового измерения уровня, повышает точность и надежность измерений и в еще большей степени увеличивает срок службы акустических измерителей. Вертикальная 25 установка акустического преобразователя, показанная на фиг.2, также исключает попадание внутрь него атмосферных осадков. Устройство с двойным отражением также позволяет повысить долговечность акустических измерителей уровня сильно агрессивных веществ.

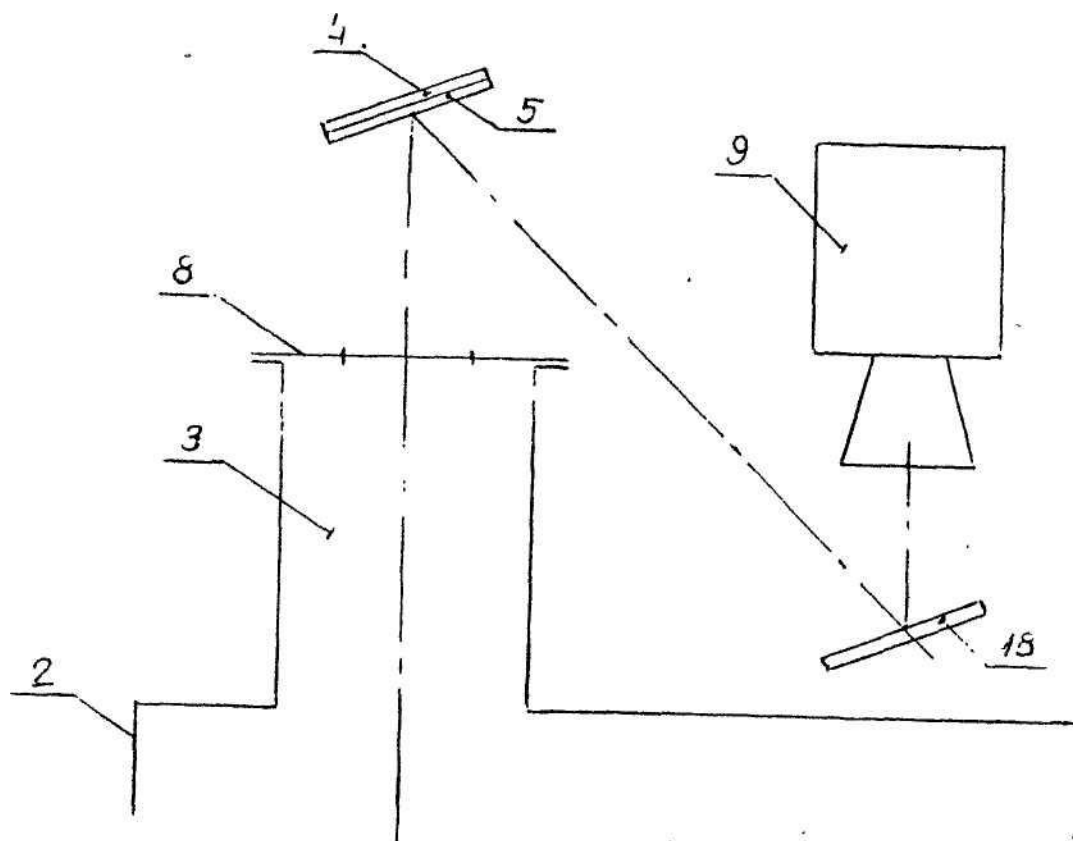
Предложенное устройство просто в реализации, так как предусматривает использование для измерения уровня известных и серийно выпускаемых акустических датчиков уровня (например ЭХО-5) и требует лишь изготовления и установки отражателей, выполненных из недефицитных материалов - алюминия и стекла, и толстостенного бетонного или металлического ложемента.

Устройство с двумя отражениями акустических сигналов, выполненное в соответствии с фиг.2, было испытано в лабораторных условиях и показало свою работоспособность и весьма малое уменьшение амплитуды отраженных сигналов.

Патентуемое устройство намечается установить в 1997 г. на баках, где содержатся отходящие воды Чернобыльской АЭС.



Фиг. 1



Фиг. 2