

Уровнемеры

Средства для измерения уровня жидкостей можно подразделить на следующие, с указанием степени их распространения:

- визуальный;
- поплавковый;
- гидростатический;
- кондуктометрический;
- ёмкостной;
- на основе измерения времени прохождения сигнала.

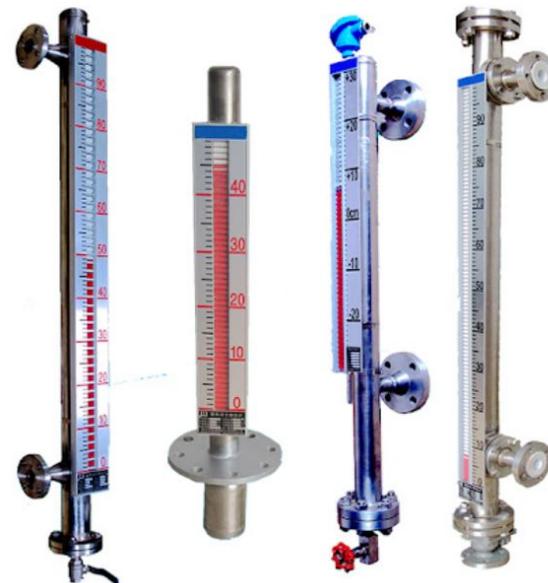
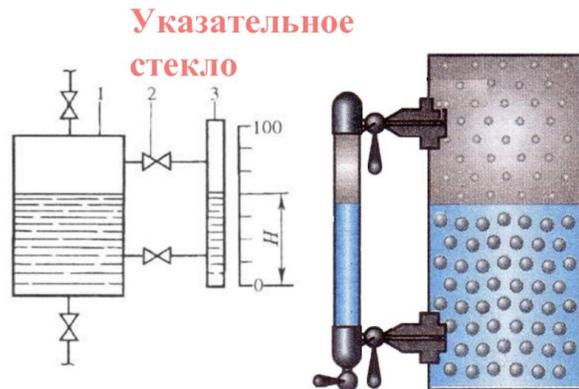


Уровнемеры

Визуальные средства измерения уровня

Простейшие измерители уровня – **указательные стёкла**. Работа указательных стёкол основана на принципе сообщающихся сосудов. Указательное стекло соединяют с сосудом нижним концом (для открытых сосудов) или обоими концами (для сосудов с избыточным давлением или разрежением). Наблюдая за положением уровня жидкости в стеклянной трубке, можно судить об изменении уровня в сосуде.

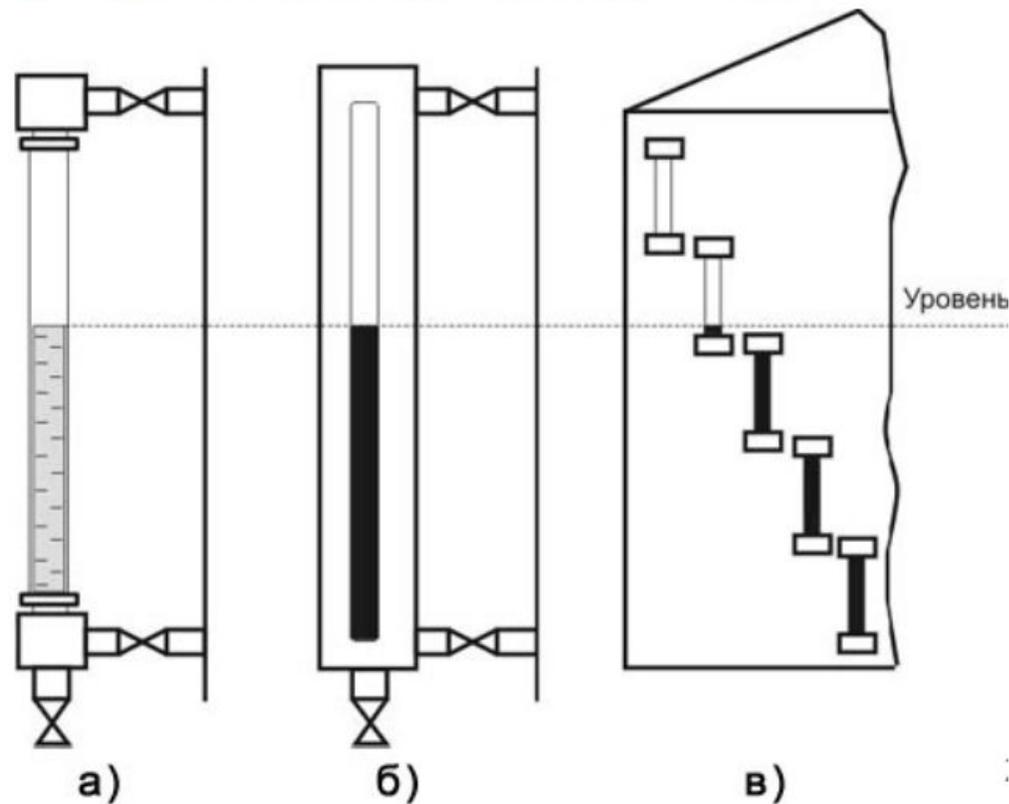
Плоские указательные стёкла рассчитаны на давление до 2.94 МПа и температуру до 300 °С. Указательные стёкла не рекомендуется употреблять длиной более 0.5 м.



Уровнемеры

Визуальные средства измерения уровня

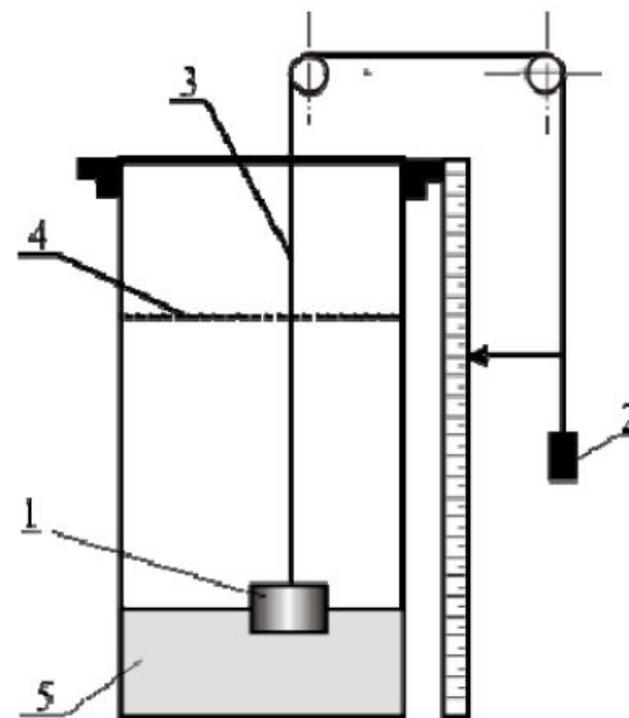
- а – проходящего света;
- б – отражённого света;
- в – составного типа



Уровнемеры

Поплавковые средства измерения уровня

Чувствительным элементом данного уровнемера является поплавок 1, плавающий на поверхности жидкости. Поплавок уравнивается грузом 2, который связан с поплавком гибким тросом 3. Положение груза относительно шкалы определяет уровень жидкости. Пределы измерения устанавливаются в соответствии с принятыми значениями верхнего 4 и нижнего 5 уровней.



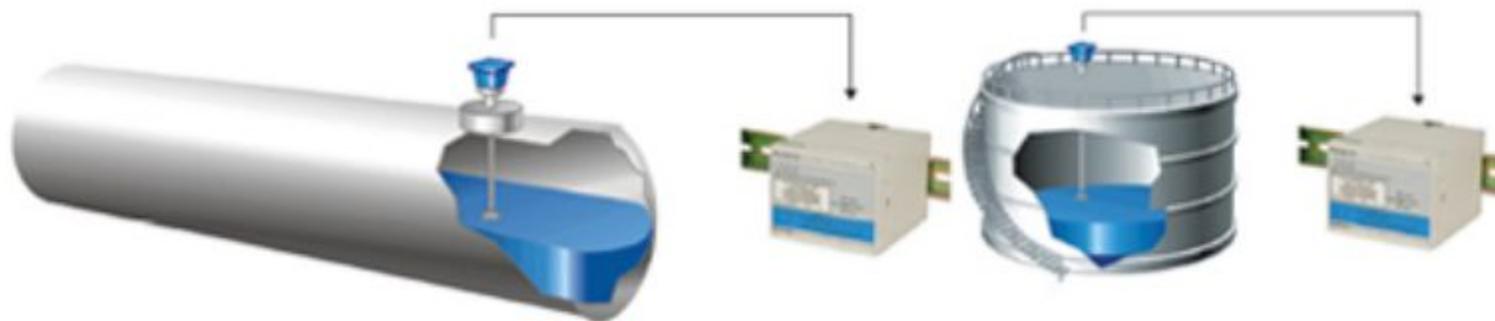
Уровнемеры

Поплавковые средства измерения уровня

Основной эксплуатационный недостаток поплавков - возможность коррозии и протравления тонких стенок поплавка, приводящих к его потоплению. Это ограничивает область применения поплавковых измерителей уровня.

Интервал измерения уровня поплавковых уровнемеров выбирают из ряда: от 0 до 0.25; 0.4; 0.6; 1.0; 1.6; 2.5; 4.0; 6.0; 10.0; 16.0 и 20 м.

Класс точности может быть 0.6; 1.0; 1.6 и 2.5.



Уровнемеры

Гидростатические средства измерения уровня

Данный метод измерения уровня основан на определении **гидростатического давления**, оказываемого жидкостью на дно резервуара.

Величина гидростатического давления на дно резервуара зависит от высоты столба жидкости над измерительным прибором и от плотности жидкости.

В закрытых резервуарах давление над жидкостью $P_{изб}$ оказывает влияние на результат измерения. Поэтому давление $P_{изб}$ необходимо подать на датчик давления, соединив статическую полость датчика с объёмом резервуара над жидкостью.

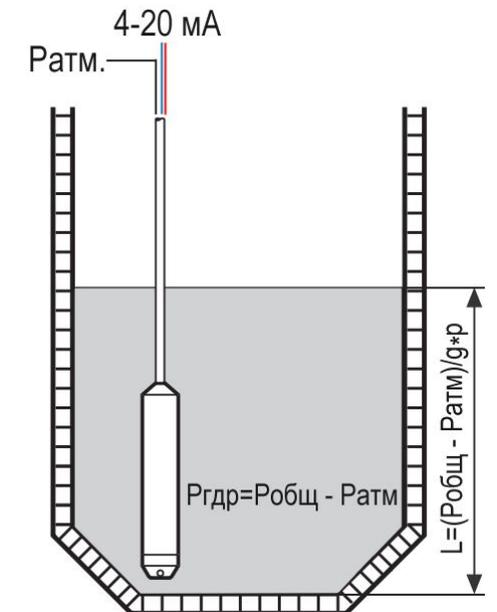


Уровнемеры

По способу монтажа разделяют **два основных типа устройств**: врезного и погружного типа.

Датчики врезного типа располагают в нижней части емкости, что делает их немного менее практичными, так как не всегда есть возможность получить доступ к дну резервуара, например, если он находится под землей.

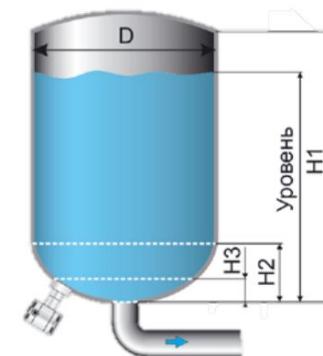
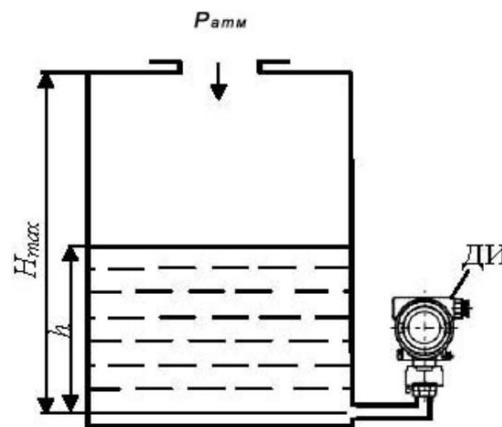
Погружной тип датчиков лишен этого недостатка, так как измерительная ячейка опускается сверху на кабеле, имеющем воздуховод, что позволяет применять их в скважинах и колодцах.



Уровнемеры

Достоинства гидростатического метода:

- ТОЧНОСТЬ;
- пена, отложения, изменение электрических свойств жидкости и форма резервуара не оказывают влияния на результат измерения;
- реализация метода не предполагает применения подвижных механизмов;
- соответствующее оборудование не нуждается в сложном техническом обслуживании.



Уровнемеры

Недостатки гидростатического метода: :

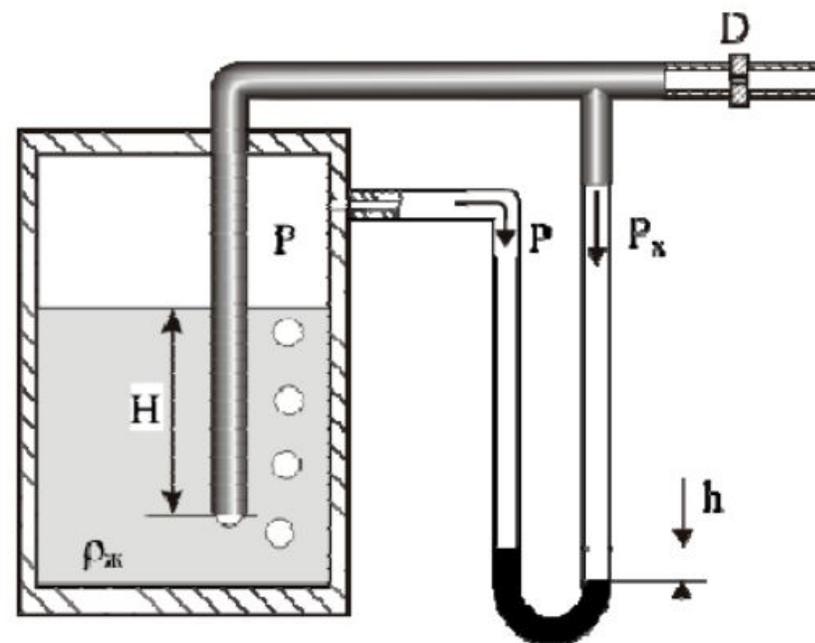
- движение жидкости вызывает изменение давления и приводит к ошибкам измерения;
- атмосферное давление должно быть скомпенсировано;
- изменение плотности жидкости может быть причиной ошибки измерения.



Уровнемеры

Пьезометрические средства измерения уровня

Работа основана на принципе гидравлического затвора. Для измерения уровня используется воздух или инертный газ под давлением, который продувают через слой жидкости. Количество продуваемого воздуха ограничивают диафрагмой D или иным способом так, чтобы скорость движения его в трубопроводе была минимально возможной. Это приближает к нулю потери на трение в трубопроводе после диафрагмы D .



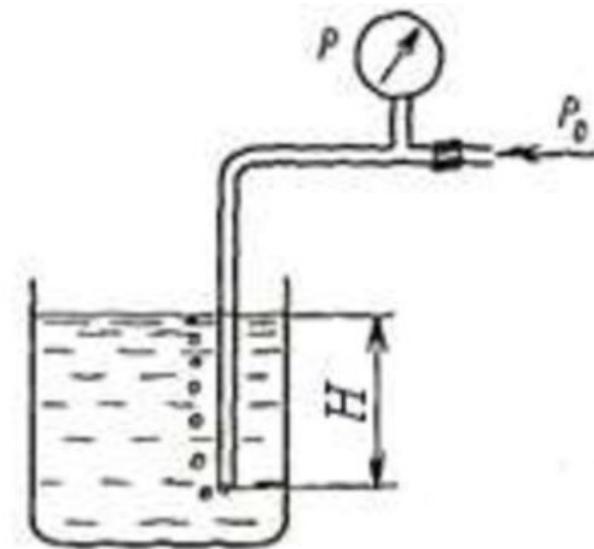
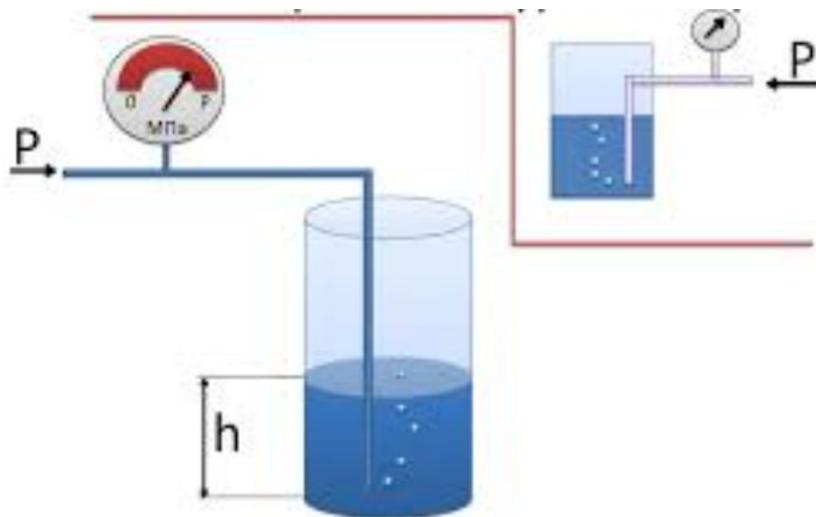
Уровнемеры

Уровень жидкости определяется по установившемуся давлению $(P - P_x)$ в системе:

$$P - P_x = \rho_{жс} g H,$$

$$H = (P - P_x) / \rho_{жс} g,$$

Давление $(P - P_x)$ определяется по высоте h столба жидкости U-образного манометра или любым иным способом.



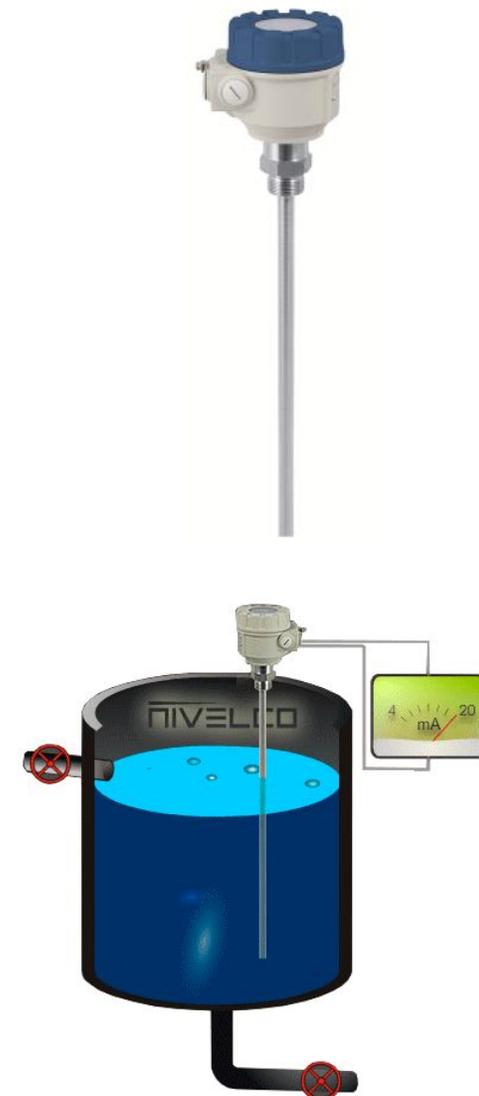
Уровнемеры

Ёмкостные средства измерения уровня

Ёмкостные преобразователи применяются для измерения и сигнализации уровня как электропроводных, так и неэлектропроводных жидкостей.

Эти преобразователи ёмкостных уровнемеров выполняют цилиндрического и пластинчатого типа, а также в виде жёсткого стержня или троса. В последнем случае вторым электродом служит металлическая стенка резервуара.

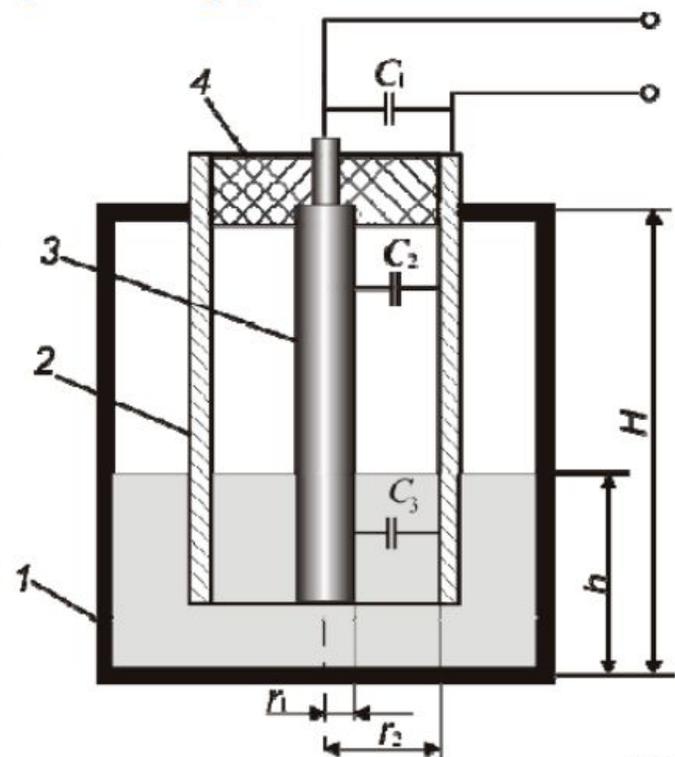
Для обеспечения постоянства характеристик преобразователя и повышения точности измерения уровня целесообразно применять преобразователи со стержнем или тросом, располагаемым в стальной трубе, являющейся вторым электродом преобразователя.



Уровнемеры

Ёмкостные средства измерения уровня

Ёмкостной преобразователь уровня, выполнен в виде цилиндрического конденсатора из двух коаксиально расположенных стальных труб 2 и 3, изолированных друг от друга слоем диэлектрика 4, и предназначенного для измерения уровня неэлектропроводных сред. Преобразователь погружён в резервуар 1



Уровнемеры

Кондуктометрические средства измерения уровня

Принцип действия **омических сигнализаторов** основан на замыкании электрической цепи источника питания через контролируемую среду, представляющую собой участок электрической цепи, обладающей определённым омическим сопротивлением (растворы кислот и щелочей).

Практически омические сигнализаторы уровня могут быть применены для сред с проводимостью от $2 \cdot 10^{-3}$ См и выше. Прибор представляет собой электромагнитное реле, которое включается в цепь, образуемую между электродом и контролируемым материалом.



Уровнемеры

Кондуктометрические средства измерения уровня

Недостаток: невозможность сигнализации уровня неэлектропроводных сред, а также окисление поверхности электродов, что влечёт за собой увеличение контактного электрического сопротивления и потерю работоспособности преобразователей.



Уровнемеры

Методы определения уровня по времени прохождения сигнала

Методы, основанные на измерении времени прохождения сигнала, используют принцип эхолота и подразделяются на две основные группы:

- ультразвуковые (УЗК);
- методы направленного электромагнитного излучения.



Уровнемеры

Ультразвуковые датчики уровня

Действие средств измерения и контроля уровня этого типа основано на свойстве ультразвуковых колебаний проникать через металлические стенки резервуаров практически любой толщины и отражаться от границ раздела сред. Это свойство реализуется в двух вариантах.

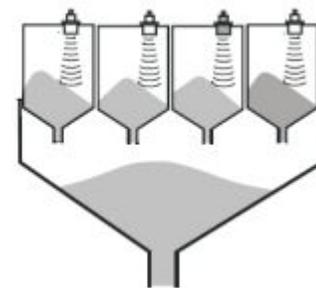
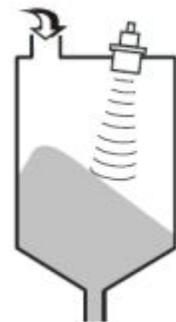
В первом варианте используется способ отражения ультразвуковой волны от границы раздела воздух-жидкость со стороны воздуха.

Во втором варианте используется способ отражения импульсных сигналов от границы жидкость-воздух со стороны жидкости.

Измерение в бункере с мешалкой



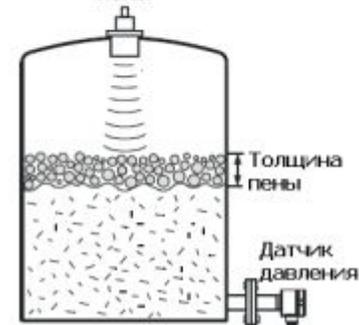
Измерение потока жидкости



Измерение сыпучих или жидких веществ



Измерение толщины пены



Уровнемеры

Ультразвуковые измерители уровня имеют диапазон измерения 1...15 м при погрешности, не превышающей 2.5%.

Основные достоинства **УЗК-метода**:

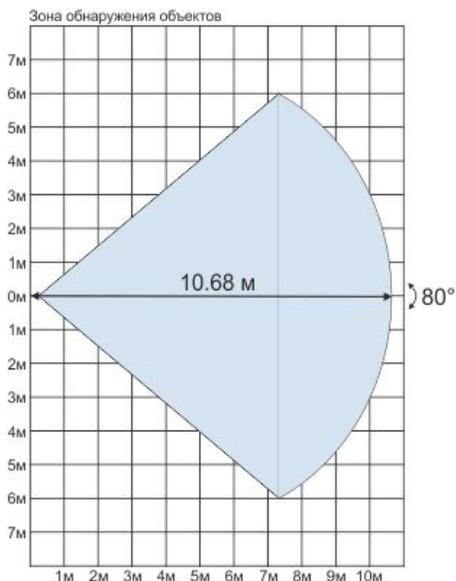
- бесконтактный;
- применим для загрязнённых жидкостей;
- реализация метода не предъявляет высоких требований к износостойкости и прочности оборудования;
- независимость от плотности исследуемой среды.



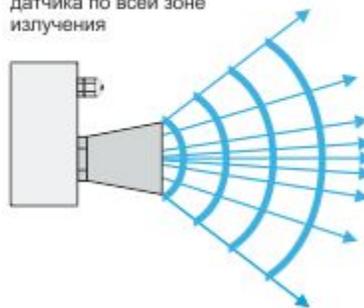
Уровнемеры

Недостатки:

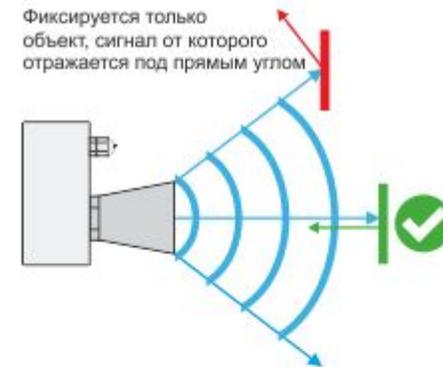
- большое расхождение конуса излучения;
- отражения от нестационарных препятствий (например, мешалок) могут вызвать ошибки измерения;
- применим только в резервуарах с нормальным атмосферным давлением;
- на сигнал оказывают влияние пыль, пар, газовые смеси и пена.



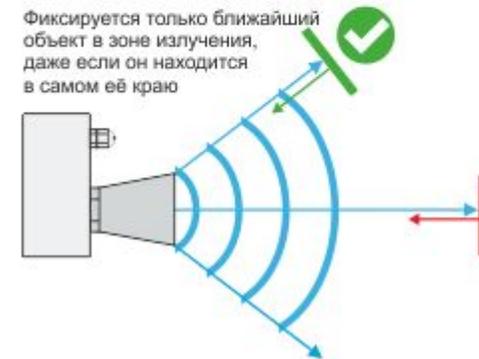
Ультразвуковые сигналы можно представить в виде прямых лучей исходящих от датчика по всей зоне излучения



Фиксируется только объект, сигнал от которого отражается под прямым углом



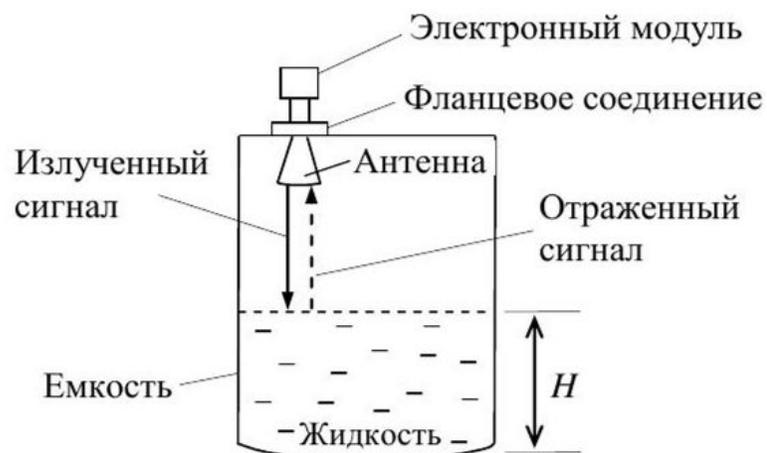
Фиксируется только ближайший объект в зоне излучения, даже если он находится в самом её краю



Уровнемеры

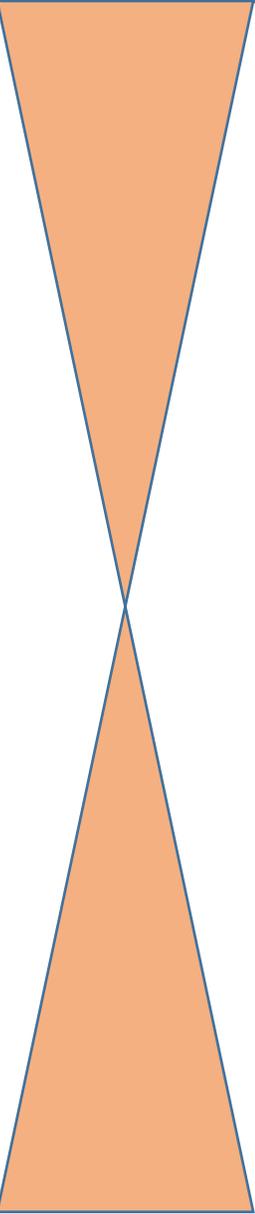
Радарные датчики уровня

Радарные уровнемеры реализуют метод направленного электромагнитного излучения. Датчик уровнемера монтируется при помощи фланца на крышке ёмкости, в которой измеряется уровень жидкости. Принцип действия основан на измерении времени прохождения излучённого импульса электромагнитной волны частотой 6...26 ГГц от антенны до поверхности контролируемой среды и обратно. Это время зависит от уровня жидкости и преобразуется датчиком в унифицированный токовый сигнал





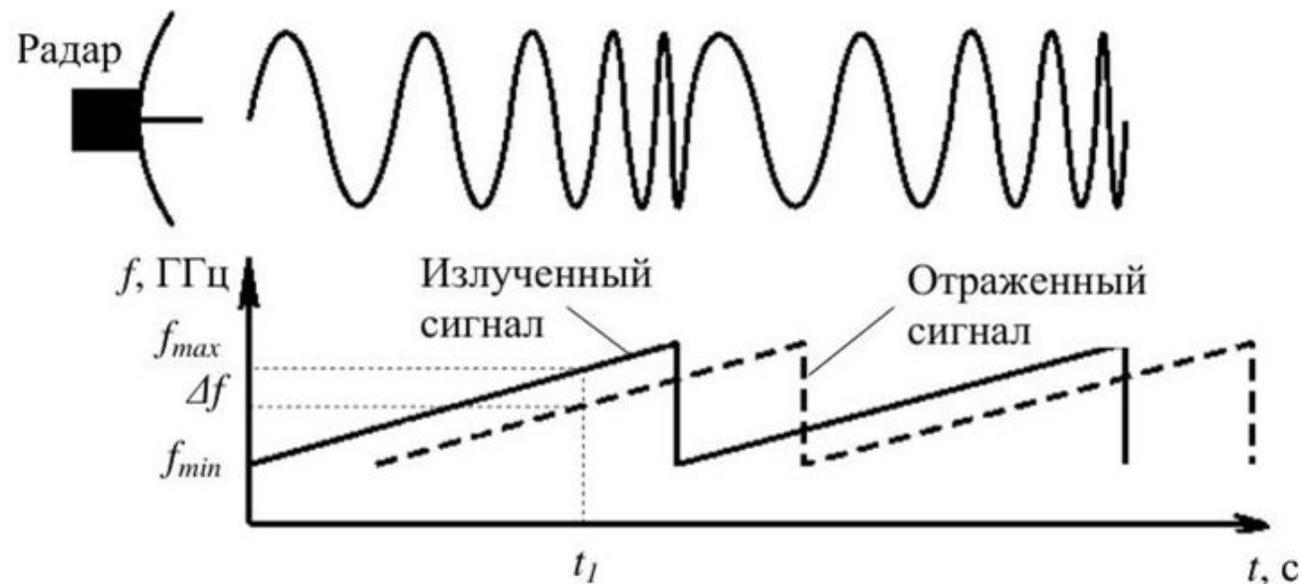
Уровнемеры



Достоинства:

- надёжное измерение уровня порошкообразных материалов даже в процессе наполнения ёмкости;
- измерение уровня жидкостей при образовании пены;
- возможность эффективного устранения помех отражения от арматуры и структурных элементов стенок, резервуаров или узких силосных бункеров;
- независимость погрешности измерений от вида материала (жидкий, сыпучий), плотности, значения диэлектрической постоянной, химической агрессивности среды, проводимости;
- независимость метода от давления, температуры, пены, тумана, пыли.

Уровнемеры



Недостатки:

- клейкие вещества могут вызвать отказы в работе датчиков;
- диэлектрическая постоянная измеряемого вещества должна быть больше 1.6.

Датчики положения и перемещения

ДАТЧИК ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ: НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ

Датчик линейных перемещений — это устройство, предназначенное для определения изменения местоположения объекта по одной координате, а также расстояния до объекта. При этом объект может находиться в твердой, жидкой или сыпучей форме.



НАЗНАЧЕНИЕ

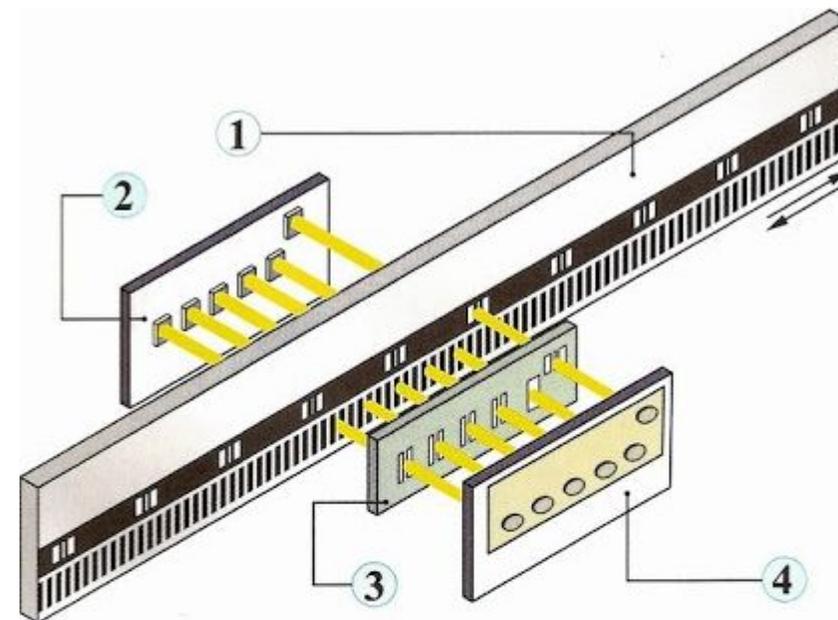
Такие датчики преобразуют данные о перемещении объекта в выходной сигнал. Являются одним из важных измерительных элементов систем управления и контроля. Они широко применяются в различных областях, поэтому выделяют несколько разновидностей, отличающихся по принципу действия, точности, цене.

Датчики положения и перемещения



Основные функции:

- показывают положение объекта управления (ОУ) или рабочего органа оборудования;
- отслеживают линейные перемещения ОУ или рабочего органа;
- фиксируют окончание этапа в системах цикловой автоматики;
- определяют размеры ОУ (например, заготовок);
- измеряют уровень жидкости;
- характеризуют состояние оборудования в части его загрузки.



Считывающий узел

- 2 плата фотоприемников (кремниевые фотодиоды)
- 3 растровый анализатор (пластина индикаторная)
- 4 плата осветителей (инфракрасные излучатели)

Датчики положения и перемещения

ТИПЫ ДАТЧИКОВ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

- индуктивные;
- потенциометрические;
- магнитострикционные.



Датчики положения и перемещения

Потенциометрический датчик линейного перемещения

Датчик данного типа в своей основе имеет электрический контур, содержащий потенциометр (переменный резистор). при перемещении объекта его сопротивление изменяется.

Преимущества:

В таких датчиках используется простая технология, поэтому как правило они обладают небольшой стоимостью. При этом их точность довольно большая. Однако, они часто чувствительны к износу, вибрациям, посторонним предметам и экстремальным температурам.



Датчики положения и перемещения

Индуктивный датчик линейного перемещения

Имеет переменный резистор, содержащийся в электрическом контуре. при перемещении объекта его сопротивление изменяется.

Индуктивные датчики линейного перемещения являются более высокоточными и широко используются во многих отраслях промышленности.

Их главными преимуществами является низкая стоимость и почти неограниченный срок службы.



Датчики положения и перемещения

Магнитострикционные

Эффект магнитострикции состоит в изменении объема и габаритов какого-либо тела при изменении его намагниченности. Регистры на основе этого эффекта состоят из волновода (трубки), по которому перемещается магнит в форме кольца. Внутри трубки находится провод с подключенными к нему генератором и регистром импульсов. Поле, создаваемое проводником, складывается с полем, создаваемым магнитом.

Суммированное поле вращает трубку, что позволяет волноводу создавать импульсы вращения, попадающие на регистратор. По задержке между отправлением электроимпульса и приходом импульса от волновода можно определить расстояние до кольца, а положение магнита дает представление о положении перемещающейся цели.

Датчики положения и перемещения

1. Какие физические свойства материалов необходимо учитывать при выборе типа уровнемера?
- 2. Какой физический принцип используется при построении поплавковых уровнемеров?
- 3. Как устроены уровнемеры с индуктивными датчиками и с «глазком Вейса»?
- 4. Каковы физические основы построения емкостных уровнемеров?
- 5. Как располагаются измерительные электроды для емкостного изменения уровня?
- 6. Как измеряется уровень термическим методом? Для каких измерений его можно применять?
- 7. В каких случаях предпочтительно применять динамометрический способ измерения уровня?
- 8. Как устроены и как работают динамометры для измерения уровня?